

Studien zur sprachfreien auditiven Differenzierung bei Legasthenie

Burkhard Fischer

ZUSAMMENFASSUNG. Dieser Beitrag beschreibt eine Reihe von Untersuchungen zur sprachfreien auditiven Differenzierung, zum auditiven Training und zur Übertragung des Trainings auf die Rechtschreibung bei Kindern und Jugendlichen mit Leserechtschreibstörungen. Die natürliche auditive Entwicklung dauert bis ins Erwachsenenalter an, legasthenische Kinder und Jugendliche zeigen in bis zu 60 % der Fälle Entwicklungsrückstände in einem oder mehreren auditiven Bereichen, die sie in bis zu 75 % der Fälle durch ein tägliches Training nachholen können. Ein erfolgreiches Training bewirkt eine deutliche Reduktion der Rechtschreibfehler, insbesondere der Wahrnehmungsfehler beim Schreiben nach Diktat.

Schlüsselwörter: Auditive Differenzierung – Legasthenie – Auditives Training – Rechtschreibung

Einleitung

Der Verdacht, dass bei Kindern mit besonderen Schwierigkeiten beim Erlernen des Schreibens (Rechtschreibens) Hörfunktionen nicht altersgerecht entwickelt sind, ist nicht neu. Wer die phonetischen Hilfen, die es beim Sprechen gibt, nicht nutzen kann, hat natürlich Nachteile beim Erlernen der korrekten Schreibweise einzelner Wörter. Besondere Beachtung hat in den letzten Jahren die phonologische Bewusstheit gefunden (Watson & Miller, 1993; Landerl & Wimmer, 1994). Damit sind zentrale sprachliche Verarbeitungsprozesse gemeint, bei deren Überprüfung es darauf ankommt, lautliche Elemente der Sprache unabhängig von deren Bedeutung zu analysieren. Ob auch schon vorsprachliche Hörfunktionen betroffen sind, die also mit Sprache bzw. Sprachverarbeitung noch nichts zu tun haben, ist zwar untersucht worden (Fischer & Hartnegg, 2004; Schäffler et al. 2004; Wright et al. 1997), wird aber noch bezweifelt (Suchodoletz, 2006).

Ein Problem liegt darin, dass es Studien gibt, die die Ergebnisse anderer Studien nicht bestätigen konnten (Suchodoletz, 2003). Z.B. werden Trainingsmethoden zwar als wirksam anerkannt, soweit es sich um das „trainierte Symptom“ handelt, aber Transfereffekte auf das Lesen oder Schreiben wurden nicht beobachtet (Berwanger & Suchodoletz, 2003).

Eine ganz ähnliche Problematik gibt es bezüglich anderer Sinnesleistungen und deren Bedeutung für schulische Fertigkeiten. Dazu gibt es Studien zum Sehen (Stein et al., 1987; Stein, 1989; Stein & Walsh, 1997) und zur Blicksteuerung (Eden et al., 1994; Biscaldi et al., 2000) für Kinder mit Lernproblemen beim Lesen (Fischer, 2003; Pirozzolo & Rayner, 1988; Reichle et al., 2003) und/oder Rechnen (Fischer, 2006).

Im vorliegenden Beitrag werden Studien referiert, in denen verschiedene nicht-sprachliche Bereiche der auditiven Differenzierungsfähigkeit untersucht wurden. (In der internationalen Literatur wird von „low-level auditory processing“ gesprochen.) Dazu wurden fünf unterschiedliche Tests entwickelt, altersnormiert und dann bei Kindern mit einer Legasthenie eingesetzt. Die Altersentwicklung und die Auffälligkeitsquoten wurden ermittelt. Auffälligen Kindern wurde in einer weiteren Studie ein gezieltes, adaptives und kontrolliertes Training zuhause ermöglicht. Die Erfolgsquoten wurden bestimmt. Eine gesonderte Studie wurde angefertigt, um zu sehen, ob Verbesserungen der sprachfreien auditiven Differenzierungsfähigkeit zu Verbesserungen in einem Lautdiskriminationstest mit sprachlichen Elementen und in der Rechtschreibung führen.

Prof. Dr. Burkhard Fischer

leitet das „BlickLabor“ an der Universität Freiburg. Die Nonprofit-Einrichtung wurde von dem Neurobiophysiker 1997 gegründet, um neu entwickelte Diagnose- und Trainingsverfahren der Öffentlichkeit zugänglich zu machen, die auf 30-jähriger Erforschung von Wahrnehmung und Blicksteuerung im Gehirn der Arbeitsgruppe Optomotorik der Universität Freiburg und anderen Forschergruppen basieren. Fischer ist seit 1976 Professor für Neurobiophysik in Freiburg und hat ca. 170 Publikationen in internationalen Zeitschriften sowie drei Bücher über seine Forschungsthemen veröffentlicht: Neurophysiologie und Psychophysik des Sehsystems und der Blicksteuerung, Aufmerksamkeits- und Lernprozesse.



Diese Studien zielten nicht auf eine wissenschaftlich-theoretische Klärung des Wesens der Legasthenie, sondern auf die Anwendbarkeit, den praktischen Nutzen und die Wirksamkeit von speziellen auditiven Test- und Trainingsverfahren einschließlich deren Transfer auf die Rechtschreibung.

Methodik

Hier werden drei Studien kurz dargestellt. Sie hatten verschieden viele Teilnehmer, die daher getrennt angegeben werden. Alle waren zwischen 7 und 17 Jahre alt. Es wurden vier Altersgruppen gebildet: 7-8, 9-10, 11-13, 14-17 Jahre. Für alle Kontrollpersonen galten dieselben Kriterien: durchschnittliche oder bessere Schulleistungen. Für alle legasthenischen Kinder galt: unterdurchschnittliche Rechtschreib- oder Lesekompetenz, sonst durchschnittliche oder bessere Schulleistungen. Weitere spezifische Tests sind in den entsprechenden Abschnitten genannt. Alle Teilnehmer an den Studien besuchten durchgehend ihren gewöhnlichen Schulunterricht.

Diagnostik

Im Folgenden werden die Methoden der fünf diagnostischen Tests beschrieben. Jeder einzelne ist eine „two-alternative-forced-choice“-Aufgabe zur Bestimmung des Schwellenwerts. Es werden nacheinander immer zwei Hörreize über Kopfhörer dargeboten. Die Testperson musste per Tastendruck angeben, ob sie die beiden Stimuli unterscheiden konnte. Der Unterschied zwischen den beiden Tönen wurde immer kleiner, bis die Testperson nur noch raten konnte. Dieser Wert wurde als Schwellenwert festgehalten. Die Abb. 1 zeigt schematisch den zeitlichen Ablauf der Hörreize in den fünf Aufgaben. Die diagnostischen Tests sind:

- Lautstärke-Unterscheidung
- Tonhöhen-Unterscheidung
- Lückenerkennung
- Zeitordnung
- Seitenordnung

Zur Prüfung der Lautstärkeunterscheidung wurden zwei Laute mit weißem Rauschen verwendet, deren Lautstärkeunterschiede im Laufe der Testsitzung einander angeglichen wurden. Bei der Tonhöhen-Unterscheidung sind die beiden Töne gleich laut, werden aber im Verlauf des Tests in ihrer Frequenz einander angeglichen. In der Lückenerkennung wurden zwei gleich lange Töne (weißes Rauschen) verwendet, von denen entweder der erste oder der zweite eine zeitliche Lücke enthielt. Diese Lücke wurde immer kürzer, bis sie nicht mehr wahrgenommen werden konnte. In der Zeitordnungs-Aufgabe haben die beiden kurzen Testtöne verschiedene aber gleichbleibende Frequenzen (1 000 und 1 100 Hz), und das Zeitintervall zwischen beiden wird immer kürzer.

Bei der Seitenordnung wurde einer der Testtöne dem linken und der andere dem rechten Ohr geboten. Das Zeitintervall zwischen den beiden Tönen wurde immer kürzer, bis man nicht mehr unterscheiden konnte, ob der jeweils zweite Ton dem rechten oder linken Ohr angeboten wurde. Weitere Einzelheiten sind ausführlich beschrieben und publiziert (Fischer & Hartnegg, 2004) und können hier aus Platzgründen nicht genauer dargestellt werden. Das Wichtige ist, dass die exakt gleichen Aufgaben mit den Kindern der Kontrollgruppe und denen der Testgruppen benutzt wurden.

Für die Diagnostik wurden die Daten von 347 Kontrollpersonen und 1018 Legasthenikern (Experimentalgruppe) erhoben und miteinander verglichen. Die Kontrollkinder/Le-

gastheniker verteilten sich auf die vier Altersgruppen wie folgt: 90/225 (7-8J.); 104/410 (9-10J.); 120/309 (11-13J.), 33/74 (14-17J.). Das Verhältnis von Mädchen und Jungen war 55/45% in der Kontrollgruppe und 33/67% in der Experimentalgruppe.

In der Experimentalgruppe waren 169 Kinder mit einer vollständigen Legasthenie-Diagnose einschließlich Lese- (ZLT), Rechtschreib- (DRT) und Intelligenztest (HAWIK oder K-ABC). Ein IQ unter 80 war ein Ausschlusskriterium in dieser Gruppe. Die Kinder zeigten im Tonaudiogramm normale Werte. Die Analyse dieses reduzierten Datensatzes führte zu denselben Auffälligkeitsquoten wie die der Gesamtgruppe.

Training

Die hier dargestellte Studie umfasst die Daten einer Experimentalgruppe von 509 Kindern. Das Verhältnis von Mädchen zu Jungen betrug 32/68%. Die Teilnehmer wurden in dieselben vier Altersgruppen geteilt wie die Kontrollkinder. Auf die Altersgruppen verteilten sie sich wie folgt: 122 (7-8J.); 192 (9-10J.); 163 (11-13J.); 32 (14-17J.) Sie hatten alle eine schwache Rechtschreibung (DRT < 25), aber durchschnittliche oder bessere schulische Leistungen in anderen Fächern. Alle, die in dem einen oder anderen auditiven Bereich oder in mehreren Bereichen auffällig waren (Prozentrang kleiner als 16), nahmen an der Studie teil.

Die diagnostischen Aufgaben wurden auch für das Training benutzt, allerdings in einer zunächst sehr einfachen Form (= sehr große Unterschiede in den beiden zu unterscheidenden Lauten), so dass die Kinder, die den Test nicht altersgerecht bestanden hatten, erst einmal die Chance erhielten, die betreffende Höraufgabe zu lösen. Mit zunehmender Hörleistung wurde die Trainingsaufgabe in kleinen Schritten erschwert, indem die Unterschiede zwischen den beiden Probetönen kleiner gewählt wurden. Diese Anpassung an die momentane Leistung des trainierenden Kindes erfolgte automatisch durch das Trainingsgerät selbst.

Ein Trainingsprotokoll wurde im Gerät gespeichert und nach Ende des Trainings ausgewertet. So konnte der Verlauf, die Compliance und der Erfolg des Trainings quantitativ ermittelt werden. Für jede bei der Diagnose nicht altersgerecht bestandene Aufgabe wurden 10 Tage Training angesetzt mit einem täglichen Pensum, das etwa 10 Minuten beanspruchte. (Diese Werte sind Erfahrungswerte aufgrund von Voruntersuchungen.) Die erreichten Prozenträge vor (das waren



■ **Abb. 1:** Schema der 5 auditiven Testaufgaben. Die Zeitachse verläuft horizontal. T bedeutet ein Zeitintervall, R und L bedeuten, dass die Stimuli dem rechten bzw. dem linken Ohr dargeboten werden. Die Pfeile zeigen an, welche beiden der vier vorhandenen Tasten für eine richtige Antwort gedrückt werden muss.

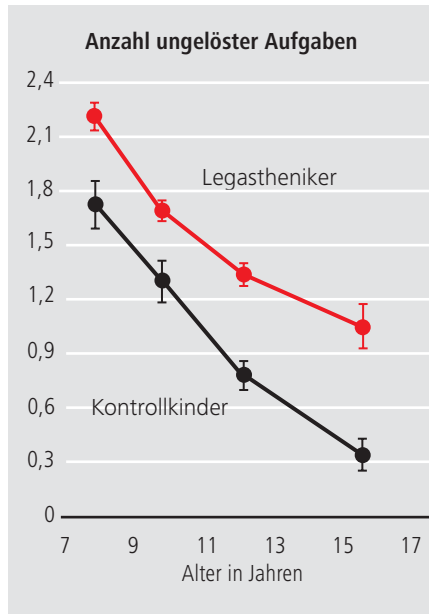
alle Einzelwerte per Definition unter p16) und nach dem Training wurden verglichen und es wurde die Prozentzahl der Personen ermittelt, die nach dem Training einen Prozentrang von mehr als 20 erreicht hatten.

Transfer

In einer gesonderten Studie (N=41) wurde auch der Transfer eines erfolgreichen Hörtrainings auf die Rechtschreibung untersucht. Die Teilnehmer genühten denselben Kriterien wie in den beiden anderen Studien (Diskrepanz zwischen den Schulnoten). Alle besuchten weiterhin ihren Unterricht. Es wurde außer der Experimentalgruppe (N=25) auch eine Wartegruppe (N=6) und eine Placebogruppe (N=10) gebildet. Die Wartegruppe besuchte einfach den täglichen Unterricht. Die Placebogruppe trainierte mit einem äußerlich baugleichen Gerät die Fixation der Augen mit Hilfe einer fovealen Diskriminationsaufgabe der Orientierung eines kleinen Reizes. Neben den Leistungen im diagnostischen Rechtschreibtest (DRT) wurden auch die Leistungen in einem sprachgebundenen Lautdiskriminationstest (HDLDT, Heidelberger Lautdiskriminationstest) vor und nach dem Training ermittelt.

Ergebnisse

Für eine gesonderte Gruppe von 77 Legasthenikern und 81 Kontrollkindern wurde außer den auditiven Daten auch die allgemeine nicht-verbale Intelligenz mit dem HAWIK bestimmt. Die Kontrollkinder hatten einen mittleren IQ von 109 ± 11 , die Legastheniker einen Mittelwert von 104 ± 13 . Beide Gruppen hatten ungefähr das gleiche mittlere Alter von 9.9 ± 1.8 und 9.4 ± 2.1 Jahren. Trotz der relativ großen Teilnehmerzahlen erreichte keiner der fünf möglichen Korrelationskoeffizienten ein Signifikanzniveau von 1%. Das bedeutet, dass die hier gemessenen auditiven Leistungen nichts mit der allgemeinen Intelligenz zu tun haben, zumindest so lange sie nicht unter $IQ=80$ sinkt. Es gab Kinder mit besonders hohem IQ (120 und mehr), die bei den Hör-



■ **Abb. 2: Anzahl ungelöster Aufgaben.** Sie ist in allen Altersgruppen für die Legastheniker deutlich höher als für die Kontrollkinder. Die senkrechten Balken kennzeichnen (hier und in den folgende Abbildungen) die Vertrauensgrenzen der Mittelwerte.

tests sehr schlecht abschnitten und Probanden mit niedrigem IQ (zwischen 80 und 90), die die auditiven Tests gut bestanden.

Entwicklung und Diagnostik

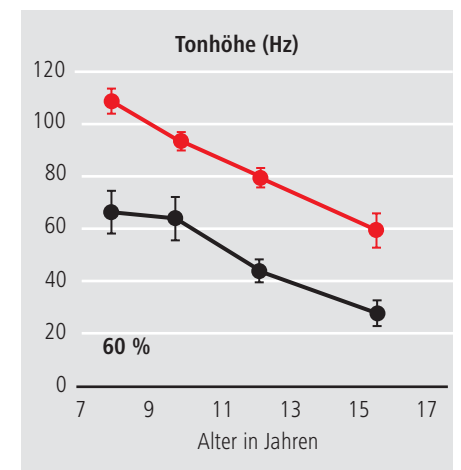
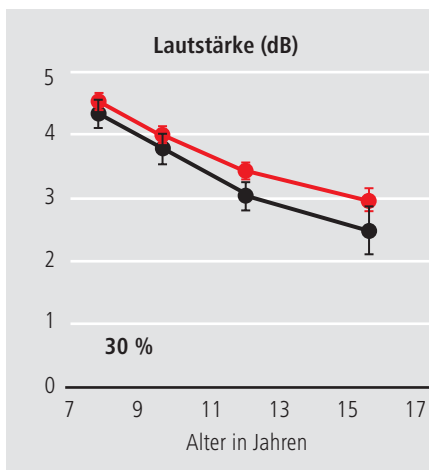
Als erstes fiel bei der Durchführung auf, dass es Kinder gab, die die eine oder andere der fünf Aufgaben auch in der leichtesten Anfangsversion nicht lösen konnten. Allerdings gab es kein Kind in der Kontrollgruppe, welches alle fünf Aufgaben nicht lösen konnte. Die Anzahl der ungelösten Aufgaben ist in der Abb. 2 für beide Gruppen dargestellt. Zu-

nächst erkennt man, dass die natürliche Entwicklung keineswegs mit Beginn der Schulzeit abgeschlossen ist, sondern sich bis ins Erwachsenenalter fortsetzt. Auch wenn man sich selbst nicht daran erinnern kann, sind die Unterscheidungsfähigkeiten von Lauten während der Schulzeit noch relativ schwach, gemessen an dem Stand der Erwachsenen (Fischer & Hartnegg, 2004). Bei der Beurteilung von Kindern und Jugendlichen müssen daher die altersabhängigen Mittelwerte und deren Streuung zugrunde gelegt werden. Kinder mit einer Legasthenie hatten mit mehr Aufgaben grundsätzliche Probleme: ihre Alterskurve liegt deutlich über der Normkurve (Abb. 2).

Die Abb. 3 zeigt die Alterskurvenpaare für die fünf Bereiche, die untersucht wurden. Hier werden die Mittelwerte der erreichten Schwellen und deren Vertrauensgrenzen gezeigt. Man erkennt, dass die Unterschiede in den Werten von der Art der Aufgabe und vom Alter abhängen. Die Auffälligkeitsquote ist daher für die Bereiche verschieden und hängt ebenfalls vom Alter ab. Der Kürze halber werden dennoch „nur“ die ungefähren Altersmittelwerte angegeben, wobei als Grenze ein Prozentrang von p16 in den Verteilungen der jeweils altersgleichen Kontrollgruppen benutzt wurde.

Das Ergebnis der Auffälligkeitsquoten ist: Lautstärke: 30%; Tonhöhe: 60%; Lücke: 30%; Zeitordnung: 60%; Seitenordnung: 30%. Dies bedeutet, dass nicht alle Legastheniker betroffen sind, aber – je nach Bereich – doch ein erheblicher Anteil. Besonders deutlich betroffen sind die Tonhöhenunterscheidung und die Zeitordnung, denn in diesen beiden Bereichen finden sich viele und große Unterschiede in allen Altersgruppen. Selbst bei einem viel strengeren Kriterium von Prozentrang 1 bleiben in diesen beiden Bereichen die Auffälligkeitsquoten hoch.

■ **Abb. 3: Die Kurvenpaare der Altersentwicklung der mittleren Schwellenwerte in den fünf Aufgaben.** Die jeweils schwarze Kurve zeigt die Daten der Kontrollkinder, die jeweils rote die der LRS-Kinder. Bei der Tonhöhe und bei der Zeitordnung gibt es deutliche Unterschiede in allen Altersbereichen, während die anderen Hörtests geringere und vom Alter abhängende Unterschiede aufweisen. Die Prozentzahlen geben die jeweilige Auffälligkeitsquote an.

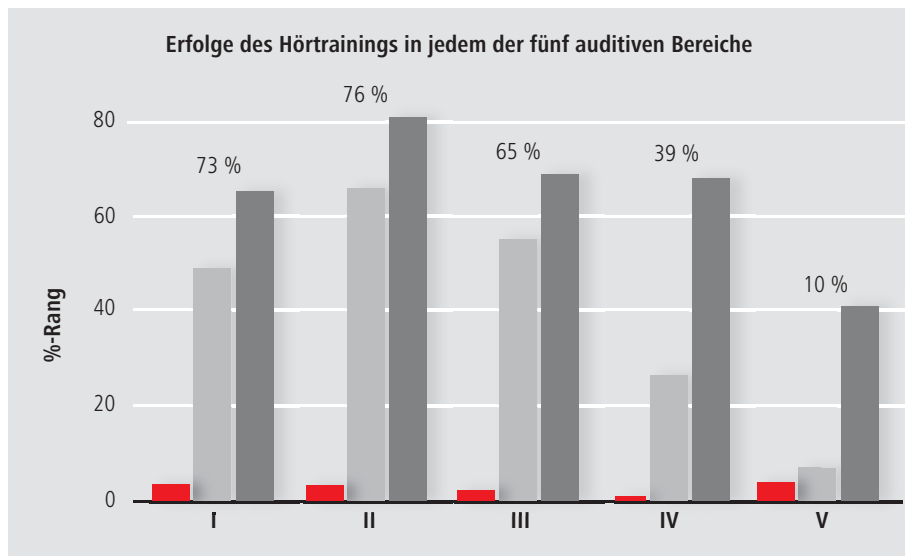


Pauschale Aussagen, wie „bei Legasthenie ist die auditive Differenzierungsfähigkeit nicht intakt“ sind also in dieser Form irreführend. Die Verhältnisse müssen viel differenzierter analysiert und beschrieben werden, indem der auditive Bereich der Störung und das Alter (und andere mögliche Störungen) berücksichtigt werden.

Schließlich ergab eine Korrelationsanalyse, dass die Ergebnisse der fünf Aufgaben nicht miteinander korrelieren. Selbst die Werte der Tonhöhen-Unterscheidung und der Zeitordnung zeigten kleine Korrelationskoeffizienten, die nur aufgrund der großen Anzahl der Teilnehmer die Signifikanzgrenze von 5% erreichten. Dies bedeutet, dass die fünf Höraufgaben fünf von einander unabhängigen Unterfunktionen des Hörsystems zugeordnet werden müssen. Man kann nicht von dem Ergebnis in einem der Bereiche auf das Ergebnis in einem anderen Bereich schließen.

Training

Der Erfolg des Trainings wurde mithilfe des am Ende erreichten Prozentrangs für jedes Kind und für jeden Bereich ermittelt. Die Abb. 4 zeigt die gemittelten Prozentränge vor und nach dem Training. (Eine Auswertung mit Hilfe der z-Werte zeigte das gleiche Ergebnis.) Die Erfolgsquote ist über jedem Säulentriplet angegeben, wobei als Kriterium ein Prozentrang von mindestens p20 benutzt wurde. Die jeweils erste Säule zeigt den Mittelwert vor dem Training. Diese Werte sind natürlich sehr klein, da die teilnehmenden Kinder das p16-Kriterium nicht erreicht hatten. Die jeweils zweite Säule repräsentiert den mittleren Prozentrang nach dem Training. Die jeweils dritte Säule zeigt schließlich den mittleren Prozentrang derjenigen Kinder, die das Training mit einem Prozentrang von besser als 20 absolviert hatten. Diese Säulen



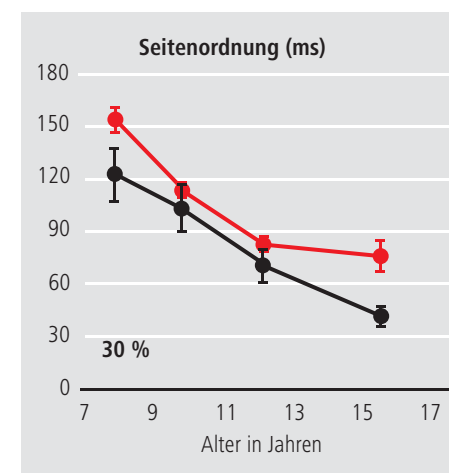
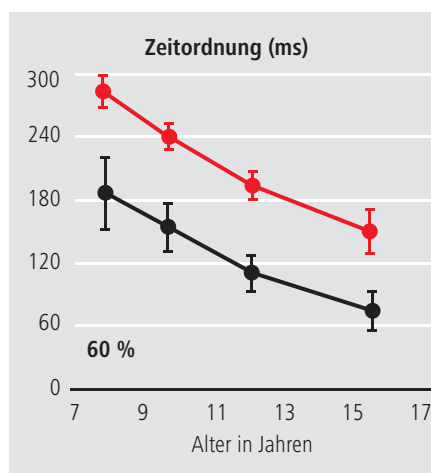
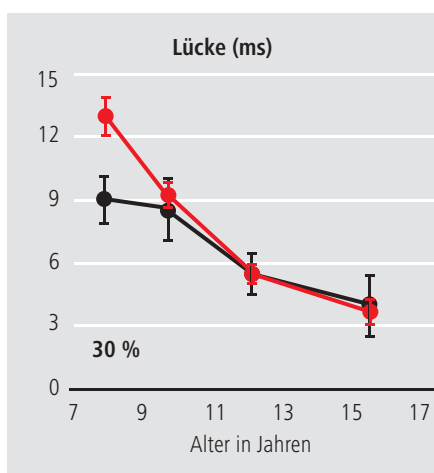
■ **Abb. 4:** Die rote Säule zeigt jeweils die mittleren Prozentränge vor dem Training, die zweite Säule nach dem Training. Die dritte Säule bezieht sich auf die Kinder, die nach dem Training einen Prozentrang von mehr als 20 erreichen konnten. Die Zahlen über den Säulen geben an, wieviel Prozent der Kinder einen Prozentrang von über 20 erreichen konnten.

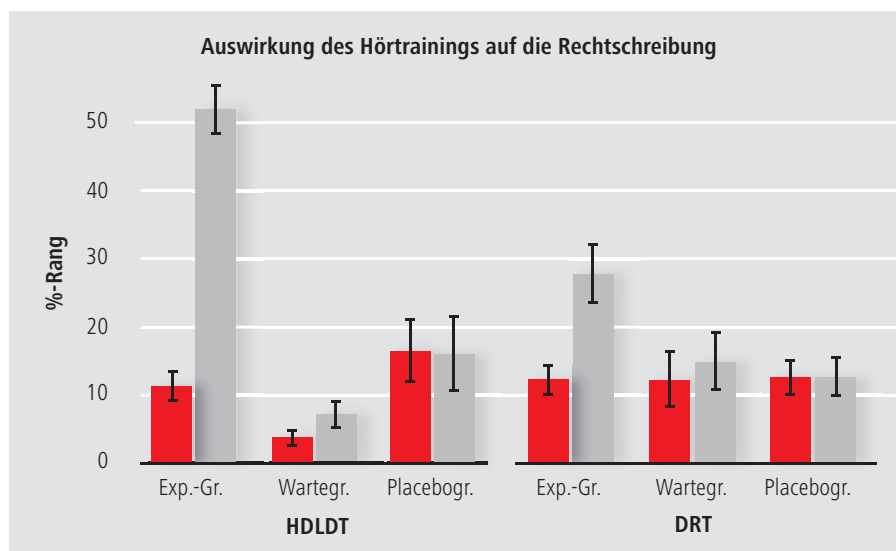
len sind noch einmal deutlich höher und zeigen, dass das Training, wenn es funktioniert, relativ schnell zu guten Hörleistungen führt. Auch diese Ergebnisse sind ausführlich beschrieben und veröffentlicht (Schäffler et al., 2004).

Transfer

Um zu sehen, ob und inwieweit sich das sprachfreie Hörtraining auf die sprachgebundene Lautdiskrimination und auf die Rechtschreibung überträgt, wurde eine gesonderte Studie mit 41 Teilnehmern durchgeführt. Auch diese Personen besuchten ihren normalen Unterricht, erhielten aber während der Studie keine andere Förderung der Rechtschreibung.

Die Abb. 5 (nächste Seite) zeigt auf der linken Seite die Prä- und Post-Trainingsdaten des HDLDT. Zuerst sieht man, dass die Gruppe, die vor dem Training die sprachfreien Hörtests nicht altersgerecht bestand, auch in den sprachgebundenen Tests des HDLDT vor dem Training schlecht abschnitt. Nach dem Training bestanden ohne Ausnahme alle Teilnehmer den HDLDT. Die Wartegruppe und die Placebogruppe konnten dagegen keine bedeutsamen Fortschritte machen. Der t-Test ergab einen p-Wert von $p < 0.0001$ für die Experimentalgruppe und $p = 0.23$ bzw. $p = 0.9$ für die beiden anderen Gruppen. Bei der Nachuntersuchung der Rechtschreibung (mit der im Testmaterial des DRT zur Verfügung stehenden alternativen Form) zeigten sich ebenfalls signifikante Fortschritte





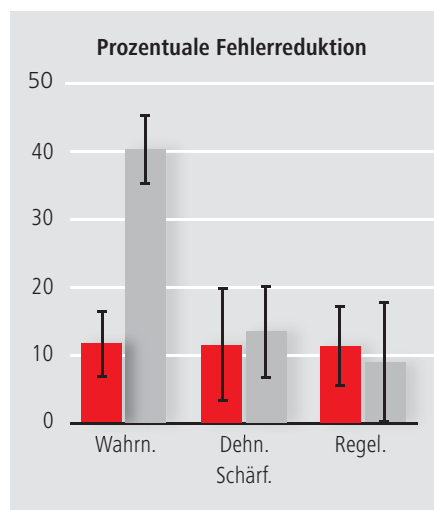
■ **Abb. 5:** Vor dem Training (linke rote Säule) waren die Werte klein – das war ja der Grund, warum die Kinder trainieren sollten – nach dem Training sehr viel höher. Die Warte- und Placebogruppen zeigten nach dem Training keine Änderungen.

in der Experimentalgruppe, aber nicht in den beiden anderen Gruppen (Abbildung 5, rechte Seite). Der t-Test ergab $p=0.001$ für die Experimentalgruppe und $p=0.65$ bzw. $p=0.93$ für die beiden anderen Gruppen.

Jedoch erschien hier der Fortschritt zunächst deutlich kleiner im Vergleich zum Fortschritt im HDLDT. Wenn man allerdings die Rechtschreibfehler nach ihrer Art in Wahrnehmungs-, Dehnungs- und Schärfungsfehler sowie Regelfehler klassifiziert (wie dies im DRT vorgesehen ist), so ergibt sich die Abb. 6. Bei dieser Analyse wurden die beiden Kontrollgruppen zu einer Gruppe mit nunmehr 16 Teilnehmern vereinigt. Lediglich die prozentuale Reduktion der Wahrnehmungsfehler wurde sehr deutlich signifikant ($p<0.001$). Die beiden anderen Fehlertypen blieben dagegen unverändert in ihrer Häufigkeit (beide p-Werte errechneten sich zu $p=0.8$). Das erstaunt auch nicht, denn man kann die Schreibweise eines nach den grammatikalischen Regeln abgeleiteten Wortes nicht erlauschen. Das Ergebnis, dass nur die Wahrnehmungsfehler profitierten, ist für sich alleine genommen schon ein Hinweis darauf, dass es bei diesem Transfer keinen Placebo-Effekt gegeben hat.

Um die Erfolgsquote des Transfers zu schätzen, wurde ermittelt, wie viele Kinder der Experimentalgruppe sich um einen signifikant höheren Prozentsatz als die Kontrollgruppe verbessert hatten. Dabei wurden auch wieder die Warte- und die Placebogruppe zu einer Kontrollgruppe vereinigt und es wurde die prozentuale Reduktion der

Wahrnehmungsfehler analysiert. In der Experimentalgruppe war damit die Erfolgsquote etwa 60%, gegenüber (definitionsgemäß) 16% in der Kontrollgruppe. Diese Zahlen kann man derzeit nur als Schätzung betrach-



■ **Abb. 6:** Aufschlüsselung der DRT-Werte vor und nach dem Training für die 3 Arten von Rechtschreibfehlern im DRT anhand der prozentualen Fehlerreduktion. Die jeweils rote linke Säule bezieht sich auf die Kontrollgruppe, die rechte auf die Experimentalgruppe. Nur die Wahrnehmungsfehler profitieren vom Hörtraining. Anhand der Dehnungs/Schärfungsfehler und der Regelfehler sind die beiden Gruppen nicht zu unterscheiden. In beiden Bereichen werden nur unbedeutende Verbesserungen erreicht.

ten, aber sie zeigen immerhin, dass das Hörtraining sich positiv auf die Rechtschreibung auswirkt. Bei Kindern, deren Hauptproblem in einer mangelhaften auditiven Differenzierung besteht, können die Noten im Diktat relativ schnell verbessert werden.

Diskussion

Die beschriebenen Studien haben gezeigt, dass (1) im Fall von Lese-Rechtschreibstörungen auch sehr einfache, basale Hörfunktionen nicht altersgerecht entwickelt sein können, dass (2) diese vorsprachlichen auditiven Schwächen durch ein tägliches Training behoben und dass (3) auf diese Weise Verbesserungen in der Rechtschreibung nach Diktat erzielt werden können. Zwar werden die auditiven Schwächen, die Trainingserfolge und ein positiver Transfer auf die Rechtschreibung nicht bei allen Kindern gefunden – das kann man auch gar nicht erwarten –, aber es ist doch ein erheblicher Anteil der LRS-Kinder (etwa zwei Drittel), dem mit der Diagnostik und dem Training eine deutliche Hilfe beim Erwerb der Rechtschreibung geboten wird. Zwar gibt es noch keine systematischen Daten zur Langzeitwirkung der Trainingserfolge, aber die neu erworbenen auditiven Fähigkeiten sollten erhalten bleiben, wenn sie weiterhin benutzt werden. Daher ist es wichtig, mit den Kindern auch nach dem Hörtraining Rechtschreibübungen zu machen, die ja sowieso nötig sind, um auch die Regelfehler zu vermeiden, die durch das Training nicht reduziert werden können. Rückfälle in der Rechtschreibung sind daher selten.

Frühere Versuche, mit einem Training der sog. auditiven Ordnungsschwelle eine Verbesserung beim Lesen und/oder Schreiben zu erreichen, sind zum Teil positiv (Tewes et al. 2003), zum Teil negativ ausgefallen. Zwar konnte das Training die Werte der Ordnungsschwelle verbessern, aber einen Transfer auf die Lese-Rechtschreibleistung gab es nicht (Berwanger & Suchodoletz, 2003). Die Ordnungsschwelle ist konzeptionell mit der Seitenordnung vergleichbar. Da nur 30% der LRS-Kinder in diesem Bereich auffällig waren und davon nur etwa 10% eine Verbesserung mit dem hier beschriebenen Training erreichen konnten, ist die Wahrscheinlichkeit einer bedeutsamen Verbesserung in der Rechtschreibung durch ein alleiniges Training dieser Hörschwäche sehr gering. Deswegen wird ein Training dieser besonderen Unterfunktion der auditiven Differenzierung im Blicklabor nicht mehr eingesetzt.

Anders verhält es sich in Bezug auf die Zeitordnung mit einer viel höheren Auffälligkeits-

quote von rund 60%. Defizite im Bereich der zeitlichen Hör- und Sehverarbeitung sind bereits früher beobachtet worden (Witton et al., 1998) und haben zu der „magnozellulären Hypothese“ der Legasthenie geführt (Stein & Talcott, 1999). Gemeint ist ein Defizit im System der großen Nervenzellen im Seh- und Hörsystem, das für die zeitliche Signalverarbeitung zuständig ist.

Diese Sichtweise von Anomalien im magnozellulären System wird unterstützt durch die Befunde zum dynamischen Sehen bei Legasthenie (Fischer et al., 2000). Da das großzelluläre visuelle System auch die Signale zu den Hirnstrukturen schickt, die für die Blicksteuerung verantwortlich sind, vor allem der parietale und frontale Cortex, werden auch die Defizite im Bereich der Blicksteuerung bei Legasthenie durch die Magno-Hypothese verständlich (Biscaldi et al., 2000). Ein gezieltes Training dieser Fähigkeiten gelingt in etwa 80% der Fälle. Daraus ergeben sich Vorteile beim Lesenlernen (Fischer & Hartnegg, 2000) und beim Rechnenlernen (Fischer, 2006).

Die hier dargestellten Ergebnisse besagen nicht, dass mangelhafte auditive Fähigkeiten im sprachfreien Bereich alleine das Bild einer Legasthenie erklären. Zusammen mit den Studien zur Blicksteuerung und zur Simultanerfassung muss man vielmehr sagen, dass Legasthenie eine komplexe Verursachung hat und ein multifaktorielles Geschehen darstellt, zu dem auch Wahrnehmungs- und Blickfunktionsstörungen mitverursachend beitragen können. Ob und inwieweit diese Defizite genetisch bedingt sind, kann man anhand der Datenlage nicht feststellen. Für die Wahl therapeutischer Maßnahmen würde dies auch keine Rolle spielen. Die gesamte Komplexität des Phänomens der Legasthenie wird noch klarer, wenn man z. B. die entsprechende Monografie zu diesem Thema liest (Beaton, 2004).

Der pädagogischen und/oder logopädischen Förderungen, die diese Kinder benötigen, ist die Arbeit nicht abgenommen, aber in der Regel erleichtert. Die Therapeuten haben mehr Erfolg mit ihren Methoden, weil ihre jungen Patienten mit besseren Wahrnehmungsfunk-

tionen ausgestattet sind. Die Kinder erfahren, dass sie für die schlechten Leistungen in der Schule nicht verantwortlich sind (bzw. waren) und dass sie nicht zu dumm sind, um Lesen und Schreiben zu lernen. Selbstvertrauen, Lernlust und Lernerfolg können verbessert und als wichtige Basis für weiteres erfolgreiches Lernen genutzt werden.

Literatur

- Beaton, A.B. (2004). *Dyslexia, Reading, and the Brain*. New York: Psychology Press
- Berwanger, D. & Suchodoletz, W. (2003). Evaluation eines Trainings von Ordnungsschwelle und Richtungshören. *Forum Logopädie* 6, 12-19
- Biscaldi, M., Fischer, B. & Hartnegg, K. (2000). Voluntary saccade control in dyslexia. *Perception* 29, 509-521
- Eden, G.F., Stein, J.F., Wood, H.M. & Wood, F.B. (1994). Differences in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children. *Vision Res* 34, 1345-1358
- Fischer, B. (2003). Frontal lobe functions in reading: Evidence from dyslexic children performing non-reading tasks. *Behavioral and Brain Sciences* 26, 484-486
- Fischer, B. (2006). Subitizing and counting by visual memory in dyslexia and dyscalculia: Development, deficits, training, transfer. In: Hayes, C.B. (ed), *Dyslexia in children: New research* (93-101). New York: Nova Publishers
- Fischer, B. & Hartnegg, K. (2000). Effects of visual training on saccade control in dyslexia. *Perception* 29, 531-542
- Fischer, B. & Hartnegg, K. (2004). On the development of low-level auditory discrimination and deficits in dyslexia. *Dyslexia* 10, 05-118
- Fischer, B., Hartnegg, K. & Mokler, A. (2000). Dynamic visual perception of dyslexic children. *Perception* 29, 523-530
- Landerl, K. & Wimmer, H. (1994). Phonologische Bewußtheit als Prädiktor für Lese- und Schreibfertigkeiten in der Grundschule. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie* 8, 153-164
- Pirozzolo, F.J. & Rayner, K. (1988). Dyslexia: the role of eye movements in developmental reading disabilities. In: Johnston, C.W. & Pirozzolo, F.J. (eds.), *Neuropsychology of eye movements* (65-80). Hillsdale/ NJ: Lawrence Erlbaum
- Reichle, E.D., Rayner, K. & Pollatsek, A. (2003). The E-Z-Reader model of eye-movement control in reading:

comparison to other models. *Behavioral and Brain Sciences* 26, 445-526

Schäffler, T., Sonntag, J. & Fischer, B. (2004). The effect of daily practice on low-level auditory discrimination, phonological skills, and spelling in dyslexia. *Dyslexia* 10, 119-130

Stein, J. (1989). Visuospacial Perception and Reading Problems. *Irish J Psychol* 10 (4), 521-533

Stein, J. & Talcott, J. (1999). Impaired neuronal timing in developmental dyslexia – The magnocellular hypothesis. *Dyslexia* 5, 59-77

Stein, J. & Walsh, V. (1997). To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in Neuroscience* 20, 147-151

Stein, J.F., Riddell, P.M. & Fowler, M.S. (1987). Fine binocular control in dyslexic children. *Eye* 1, 433-438

Suchodoletz, W. (2003). Behandlung auditiver Wahrnehmungsstörungen: Methoden und ihre Wirksamkeit. *Forum Logopädie* 6, 6-11

Suchodoletz, W. (2006). Neue Studien zeigen: Training auditiver Funktionen für sprachgestörte Kinder ohne Nutzen. *Forum Logopädie* 5 (20), 18-23

Tewes, U., Steffen, S. & Warnke, F. (2003). Automatisierungsstörungen als Ursache von Lernproblemen. *Forum Logopädie* 1 (17), 24-30

Watson, B.U. & Miller, T.K. (1993). Auditory perception, phonological processing, and reading ability/disability. *J Speech and Hearing Research* 36, 850-863

Witton, C., Talcott, J.B., Hansen, P.C., Richardson, A. J., Griffiths, T.D., Rees, A., Stein, J.F. & Green, G.G.R. (1998). Sensitivity to dynamic auditory and visual stimuli predicts nonword reading ability in both dyslexic and normal readers. *Current Biology* 8, 791-797

Wright, B.A., Lombardino, L.J., King, W.M., Leonard, C.M. & Merzenich, M.M. (1997). Deficits in auditory temporal and spectral resolution in language-impaired children. *Nature* 387, 176-178

Bücher des Autors

Fischer, B. (1999). *Blick-Punkte: Neurobiologische Prinzipien des Sehens und der Blicksteuerung*. Bern: Huber

Fischer, B. (2007). *Looking for Learning: Auditory, Visual and Optomotor Processing of Children With Learning Problems*. New York: Nova Science

Fischer, B. (2007). *Hören – Sehen – Blicken – Zählen: Teilleistungen und ihre Störungen*, 2. überarbeitete Auflage. Bern: Huber

Überblick über aktuelle Forschungsarbeiten

der Arbeitsgruppe Optomotorik an der Universität Freiburg:

www.optomotorik.de/studien

Autor

Prof. Dr. Burkhardt Fischer
Blicklabor, Universität Freiburg
Hansastr. 9
79104 Freiburg
bfischer@uni-freiburg.de
www.blicklabor.de

SUMMARY. Studies of Low-Level Auditory Discrimination in Dyslexia: Development, Deficits, Training, and Transfer to Spelling

This article describes a series of studies of low-level auditory discrimination, auditory training, and its transfer to spelling in dyslexia. The normal development lasts until adulthood, children with dyslexia exhibit deficits in one or more subdomain of low-level discrimination in up to 60% of the cases. By daily practice up to 75% of the children improved their auditory skills. Successful auditory training results in an improvement of linguistic auditory skills and in a reduction of spelling errors.

Key Words: Low-Level Auditory Discrimination – Dyslexia – Auditory Training – Spelling