

Evaluation eines Trainings von Ordnungsschwelle und Richtungshören

Dagmar Berwanger, Waldemar von Suchodoletz

Zusammenfassung

Störungen der Laut- und Schriftsprache werden häufig als Folge einer verlangsamten Verarbeitung akustischer Informationen aufgefasst. Der Zusammenhang zwischen Spracherwerb und zeitlicher Diskriminationsfähigkeit erscheint auch plausibel, da das Verstehen von Sprache eine hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit schnell aufeinander folgender akustischer Signale voraussetzt. Als kausale Therapie wird eine Schulung der Zeitverarbeitungsfähigkeit, meist in Form eines Ordnungsschwellentrainings, empfohlen. In der vorliegenden Studie wurde die Effektivität eines Trainings von Ordnungsschwelle und Richtungshören überprüft. Dabei zeigte sich, dass dieses zu einer Erniedrigung von auditiver und visueller Ordnungsschwelle führt, jedoch kein Transfereffekt auf Sprachvermögen bzw. Lese-Rechtschreibleistung eintritt.

SCHLÜSSELWÖRTER: Zeitverarbeitungstraining – Zeitverarbeitungsdefizit – Ordnungsschwelle – Richtungshören – Effektivität – Lese-Rechtschreibschwäche – Sprachfähigkeit

Einleitung

Akustische Informationen sind flüchtig und zu deren Entschlüsselung ist eine hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit erforderlich. Im Gegensatz zu visuellen ist bei auditiven Sinneseindrücken eine erneute Überprüfung des Wahrgenommenen nicht mehr möglich. Für den Menschen ist Sprache der wichtigste Bereich der auditiven Wahrnehmung. Sie enthält besonders rasch aufeinander folgende akustische Signale und Sprachverstehen setzt eine außerordentlich schnelle Informationsverarbeitung voraus. Bei einem durchschnittlichen Sprechtempo werden etwa 12 Laute pro Sekunde produziert und sind vom Hörer zu entschlüsseln. Bis zu einer Sprechgeschwindigkeit von 60 Lauten pro Sekunde bleibt Sprache verständlich. Es erscheint plausibel, dass eine Beeinträchtigung der auditiven Ver-

arbeitungsgeschwindigkeit zu Fehlern bei der Sprachanalyse führt und Störungen beim Erwerb der Laut- und Schriftsprache die Folge sind.

Wie hoch die Anforderungen an eine sequentielle auditive Analyse beim Sprachverstehensprozess sind, wird aus der akustischen Struktur von Sprachsignalen deutlich. Viele Laute unterscheiden sich nur in kurzen Zeitabschnitten, die im Millisekundenbereich liegen. So muss beispielsweise, um die Silben /da/ und /ta/ voneinander zu differenzieren, die Dauer der Stimmeinsatzzeit (Zeit zwischen Ende des Konsonanten und Anklingen des Vokals) erkannt werden. Liegt diese unter 30 Millisekunden, so wird ein /da/ und bei Werten darüber ein /ta/ wahrgenommen. In einem vergleichbaren Zeitbereich liegen



Dr. Dagmar Berwanger

hat an der Universität Innsbruck Psychologie studiert. Seit 1998 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin und Dozentin am Institut für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie der Universität München. 2002 promovierte die Diplom-Psychologin zum Thema „Analyse der zeitlichen Verarbeitung bei

sprachentwicklungsgestörten Kindern und Kindern mit einer Lese-Rechtschreibstörung“.

Formanttransitionen (Frequenzveränderung beim Anklingen des Vokals), welche z. B. die Silben /da/ und /ba/ voneinander abgrenzen.

Auch wenn die Hypothese, Sprach- und Lese-Rechtschreibstörungen liege ein Zeitverarbeitungsdefizit zugrunde, sehr einleuchtend ist, so ist nicht ohne Weiteres von deren Richtigkeit auszugehen. Zur Verifizierung bedarf es einer Bestätigung durch empirische Belege. Hierzu wurde sowohl bei Kindern und Erwachsenen mit Lese-Rechtschreibstörungen (Watson, 1992; Tallal, 1980; Reed, 1989; Hari et al., 1999; Studdert-Kennedy & Mody, 1995; Mody et al. 1997; Schulte-Körne et al., 1998; Rose et al. 1999; Heim et al. 2000) als auch bei sprachentwicklungsgestörten Kindern (Tallal & Piercy, 1973; Fitch et al., 1997; Wright et al., 1997; Bishop et al. 1999) sowie aphasischen Erwachsenen (Efron, 1963; Swisher & Hirsh, 1972; von Steinbüchel et al., 1999) die Fähigkeit, schnell hintereinander dargebotene auditive Stimuli zu diskriminieren, untersucht.

In den einzelnen Studien wurden recht unterschiedliche Methoden zur Beurteilung der Fähigkeit zur sequentiellen auditiven Analyse eingesetzt. Eine Möglichkeit,

die Zeitverarbeitungsgeschwindigkeit zu beurteilen, besteht in einer Bestimmung der Ordnungsschwelle. Diese entspricht dem minimalen Zeitintervall zwischen zwei Reizen, das vorhanden sein muss, damit die richtige Reihenfolge der Reize angegeben werden kann. Die Ordnungsschwelle ist modalitätsunabhängig und beträgt bei gesunden Erwachsenen etwa 30-40 ms (Hirsh, 1959; Kegel & Tramitz, 1993; Ilmberger, 1986; Lotze et al. 1999; Wittmann & Pöppel, 1999). Die Ergebnisse der Ordnungsschwellenbestimmung und die anderer Methoden zur Beurteilung der Zeitverarbeitungsfähigkeit bei Kindern und Erwachsenen mit Störungen der Laut- und/oder Schriftsprache sind insgesamt recht widersprüchlich. Ein eindeutiger empirischer Nachweis für das Vorliegen eines Zeitverarbeitungsdefizits bei diesen Störungsbildern konnte bislang nicht erbracht werden (Berwanger, 2002).

Obwohl die Zeitverarbeitungshypothese bislang nicht bestätigt werden konnte, haben sich auf dieser Hypothese basierende Therapiemethoden rasch verbreitet und erfreuen sich in der Praxis großer Beliebtheit. Ziel dieser Behandlungsverfahren ist es, die zeitliche Diskriminationsfähigkeit zu trainieren, wodurch eine Verbesserung der sprachlichen und schulischen Leistungen von Kindern mit Störungen der Laut- oder Schriftsprache (Merzenich et al., 1996; Warnke, 1993; von Steinbüchel et al., 1997) und von Patienten mit einer Aphasie (von Steinbüchel, 1987; von Steinbüchel et al., 1996) erwartet wird. Inzwischen wurden zahlreiche Therapieverfahren zum Zeitverarbeitungstraining entwickelt, von denen in Deutschland das Ordnungsschwellentraining am häufigsten eingesetzt wird.

Die Effektivität eines Zeitverarbeitungstrainings wurde mehrfach überprüft. Unter den Evaluationsstudien sind die von Tallal und Mitarbeitern (Tallal et al., 1996; Merzenich et al., 1996; Tallal et al., 1998) publizierten Arbeiten, in denen ein von der Arbeitsgruppe entwickeltes und vertriebenes Therapieverfahren eingesetzt wurde, am bekanntesten. Kinder mit umschriebenen Sprachentwicklungsstörungen trainierten vier Wochen lang täglich für mehrere Stunden die Diskrimination von Tonpaaren mit unterschiedlichen Interstimulusintervallen und von Silben, die hinsichtlich der Dauer der Formanttransitionen variiert wurden. Von den Autoren wird neben einer deutlichen Steigerung der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit auch von erheblichen

		Kontrollgruppe	Trainingsgruppe
N		21	21
Geschlecht	Mädchen	7 (33 %)	7 (33 %)
	Jungen	14 (67 %)	14 (67 %)
Alter (Jahre;Monate)	MW ± SD	11;7 ± 0;10	10;9 ± 0;5
	Min - Max	10;9 - 13;11	10;7 - 11;8
Nonverbaler IQ (CFT 20)	MW ± SD	103 ± 9	102 ± 14
	Min - Max	77 - 118	85 - 127

Verbesserungen im sprachlichen Bereich berichtet.

Eine Replikationsstudie durch eine andere Arbeitsgruppe konnte diese Trainingserfolge allerdings nicht bestätigen (Strehlow et al., 2002). Klicpera & Gasteiger-Klicpera (1996) und Kühn-Inacker & Weinmann (2000) setzten ein Ordnungsschwellentraining ein, sahen aber keine positiven Transfereffekte. Michalski & Tewes (2001) und von Steinbüchel et al. (1997) berichteten über Verbesserungen der Fähigkeit zur Zeitdifferenzierung in den trainierten Aufgaben. Auswirkungen auf sprachliche Leistungen wurden nicht erfasst. Insgesamt konnte mit den bisherigen Studien die Wirksamkeit eines Zeitverarbeitungstrainings nicht eindeutig nachgewiesen werden.

Zur Verbesserung der Zeitverarbeitungsfähigkeit werden in den letzten Jahren neben Geräten und Computerprogrammen zum Training der Ordnungsschwelle auch solche zur Verbesserung des Richtungshörens eingesetzt. Beim Richtungshören werden Zeitunterschiede im Mikrosekundenbereich zwischen akustischen Signalen auf dem rechten und linken Ohr analysiert. Defizite beim Richtungshören würden vor allem in lärmgefüllter Umgebung – wie etwa im Klassenzimmer – zu Sprachverständnisstörungen und Schulproblemen führen (Wurm-Dinse, 1994). Uns ist allerdings keine Studie bekannt, durch welche die Wirksamkeit eines Trainings des Richtungshörens nachgewiesen wurde.

Wie der Literaturüberblick zeigt, wurde trotz des häufigen Einsatzes eines Zeitverarbeitungstrainings bislang kein ausreichender Beleg für dessen Effektivität erbracht. In der vorliegenden Studie gingen wir deshalb der Frage nach, ob ein Training von Ordnungsschwelle und Richtungshören zu einer Verbesserung von laut- oder schriftsprachlichen Fähigkeiten führt.

Methodik Kindergruppen

Die Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit der Sabel-Schule¹ München, die in speziellen Klassen Kinder mit Schwierigkeiten beim Erlernen der Schriftsprache unterrichtet. Zwei fünfte Klassen konnten zur Mitarbeit gewonnen werden, wobei die Schüler der einen Klasse der Trainings- und die der anderen der Kontrollgruppe zugeordnet wurden. Die Eltern waren der Untersuchung gegenüber sehr positiv eingestellt und gaben gerne ihr Einverständnis zur Teilnahme ihrer Kinder.

Die Gruppen beinhalteten anfangs insgesamt 46 Kinder. Vier Kinder konnten am Training nicht regelmäßig teilnehmen, sodass in die Auswertung die Daten von 42 Kindern eingingen (Tabelle 1). Bei allen wurden periphere Hör- oder Sehstörungen mittels Screening-Reintonaudiometrie in den Frequenzen 250, 1000 und 6000 Hz (Hörschwelle < 25 dB HL) bzw. Visusüberprüfung für die Nähe (Visus > 0.8) ausgeschlossen. Außerdem wurden die nonverbale Intelligenz (CFT-20; Weiß, 1998) sowie die Händigkeit bestimmt.

Ein statistischer Gruppenvergleich (t-Test für unabhängige Stichproben bzw. Chi-Quadrat-Test) ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen Trainings- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Intelligenz ($t=0.72$; $p=0.48$), Geschlechtsverteilung (Chi-Quadrat=0.001; $p=1.0$) und Händigkeit (Chi-Quadrat=2.2; $p=0.33$). Die Kinder der Kontrollgruppe waren durchschnittlich um 11 Monate und damit signifikant ($t=-4.03$, $p=0.000$) älter als jene der Trainingsgruppe.

¹ An dieser Stelle sei Frau Kinn, allen an der Studie beteiligten Lehrern, Mitarbeitern, Eltern sowie Schülern der Sabel-Schule München für ihre Unterstützung und Mitarbeit gedankt.

Trainingsmethode

Die Trainingsphase dauerte insgesamt acht Wochen. Jedes Kind der Therapiegruppe beteiligte sich an mindestens 20 Trainingseinheiten von jeweils 20 Minuten Dauer. Trainiert wurde in Kleingruppen von maximal sechs Kindern.

Die Übungen erfolgten mit für die Dauer der Studie zur Verfügung gestellten Geräten der Firma Meditech. Im Rahmen der Studie waren wir an einer gezielten Überprüfung eines Trainings der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit interessiert und deshalb beschränkten wir uns auf Übungen zur Zeitverarbeitung (Ordnungsschwelle und Richtungshören). Daneben lassen sich mit den Geräten auch Tonhöhendiskrimination, auditive-motorische Koordination, Reaktionszeit und auditives Mustererkennen schulen. Eine Kombination der verschiedenen Methoden wird vom Hersteller empfohlen. Dieses Vorgehen wurde bei unserer Studie aber nicht gewählt, da bei einer Vermischung der verschiedenen Trainingsangebote eine gezielte Überprüfung der Wirksamkeit eines Zeitverarbeitungstrainings nicht möglich gewesen wäre.

Das Training von Ordnungsschwelle und Richtungshören erfolgte entsprechend den Durchführungsinstruktionen des Herstellers der Geräte sowohl isoliert auditiv als auch auditiv-visuell gekoppelt. Bei der isoliert auditiven Trainingsvariante werden zwei kurze Klicks über Kopfhörer vorgespielt. Beim gekoppelten Training leuchten am Gerät gleichzeitig zur auditiven Reizvorgabe in derselben Reihenfolge Leuchtdioden auf. Die Kinder sollen per Knopfdruck angeben, auf welcher Seite sie den Klick zuerst ge-

hört hatten (Ordnungsschwelle) bzw. von welcher Seite dieser kam (Richtungshören). Nach erfolgtem Knopfdruck erscheint auf dem Display des Gerätes und je nach Einstellung auch über Kopfhörer eine Rückmeldung über die Richtigkeit der Antwort (z. B. „super“, „spitze“, „noch mal“). Je nachdem, ob die Antwort richtig oder falsch war, wird das Interstimulusintervall bei dem folgenden Klickpaar erhöht oder erniedrigt. Der Schwierigkeitsgrad variiert somit in Abhängigkeit von den Leistungen des Kindes.

Die Variationsbreite der Interstimulusintervalle beträgt bei dem von uns benutzten Gerät bei der Ordnungsschwelle 5 bis 950 Millisekunden (ms) und beim Richtungshören 18 bis 650 Mikrosekunden (μ s). Wie dem mitgelieferten Handbuch zu entnehmen ist, gilt als automatisches Abbruchkriterium, wenn in einer Folge von sieben Reizpaaren drei Fehler auftreten. Der vor der ersten falschen Antwort erreichte Wert wird als Bestwert am Display ausgegeben. Wie die Berechnung der Werte genau erfolgt bzw. nach welchen Kriterien die Interstimulusintervalle variiert werden, ist weder dem Handbuch noch der Literatur zu entnehmen und wurde uns auch vom Hersteller auf Anfrage nicht mitgeteilt.

In unserer Studie führte jedes Kind zur Verbesserung der Motivation ein Trainingsprotokoll, in dem nach jedem Übungsblock die Bestwerte notiert wurden. Als Anreiz, sich an so vielen Sitzungen wie möglich zu beteiligen, wurden Kino- und Eisgutscheine in Aussicht gestellt sowie ein Wettbewerb zwischen den Trainingsgruppen veranstaltet.

in den unmittelbar trainierten Fähigkeiten zu den drei Messzeitpunkten dargestellt. Die Kinder der Trainingsgruppe hatten nach Abschluss des Trainings sowohl hinsichtlich der auditiven und visuellen Ordnungsschwelle als auch des Richtungshörens einen deutlichen Leistungsvorsprung gegenüber der Kontrollgruppe. Bei der Messung nach sechs Monaten war dieser Gruppenunterschied allerdings nur noch für die visuelle Ordnungsschwelle signifikant. Die Überprüfung der Rechtschreib- sowie der Lesefähigkeit fiel zu allen Messzeitpunkten zu Gunsten der Kontrollgruppe aus. Der Leistungsvorsprung war jedoch – mit Ausnahme der Ausgangs- und Endmessung bei der Rechtschreibung – statistisch nicht signifikant. Wie in Abbildung 4 und 5 exemplarisch für den DRT und den Pseudotext-Lesetest dargestellt, veränderten sich die Leistungen in beiden Gruppen annähernd parallel. Ein ähnliches Bild ergab sich für die sprachlichen Fähigkeiten (Abb. 6 und 7) sowie für das Lautersetzen und die Phonemdiskrimination. Zu keinem Untersuchungszeitpunkt unterschieden sich die Werte der Kontrollkinder signifikant von denen der Trainingsgruppe.

Zur statistischen Beurteilung des Trainingseffektes wurden univariate Varianzanalysen mit Messwiederholung durchgeführt. Da Ausgangsleistungen den Verlauf und damit den Trainingserfolg beeinflussen, wurden die Ausgangswerte als Kovariaten bei der Berechnung berücksichtigt. Dies ist insbesondere in Anbetracht der deutlichen Gruppenunterschiede der Ausgangswerte im DRT erforderlich. Im Ergebnis der Varianzanalyse zeigte sich, dass sich sowohl die auditive

Evaluation der Effektivität des Trainings

Unmittelbar vor und nach der Trainingsphase sowie sechs Monate nach Trainingsende wurden die auditive und visuelle Ordnungsschwelle, das Richtungshören, die laut- und schriftsprachlichen Leistungen, die phonologische Bewusstheit sowie die Phonemdiskriminationsfähigkeit überprüft. Zudem wurden sowohl vor als auch nach dem Training Fragebögen an Eltern, Lehrer und Kinder verteilt, in denen die subjektive Einschätzung der Wirksamkeit des Trainings angegeben werden sollte.

Ordnungsschwelle und die Fähigkeit zum Richtungshören wurden mit den gleichen Geräten bestimmt, mit denen auch das Training erfolgte. Um die Messgenauigkeit zu erhöhen, wurden jeweils Mittelwerte aus an drei aufeinander folgenden Tagen durchgeführten Messungen gebildet.

Eine standardisierte Überprüfung der Rechtschreibleistung erfolgte mit dem Diagnostischen Rechtschreibtest für 5. Klassen (DRT 5, Grund et al., 1995), wobei abwechselnd die beiden Paralleltestformen zum Einsatz kamen. Zur Feststellung der Lesefähigkeit wurden der Zürcher Lesetest (ZLT, Linder & Grissmann, 1981) und der Pseudotext-Lesetest (PLT, Zahnd, 1993) verwendet.

Die receptive und expressive Sprachfähigkeit wurde mit den Untertests „Verstehen grammatischer Strukturformen (VS)“ bzw. „Imitieren grammatischer Strukturformen (IS)“ des Heidelberger Sprachentwicklungstests (HSET von Grimm & Schöler, 1991) beurteilt. Obgleich der HSET lediglich bis zum 9. Lebensjahr normiert ist, wurde er für diese Studie dennoch herangezogen, da im deutschsprachigen Raum für ältere Kinder kein geeigneteres Verfahren zur Erfassung von Sprachverständnis und Sprachproduktion zur Verfügung steht.

Die Fähigkeit zur Phonemdiskrimination wurde mit einem Lautdiskriminationstest erfasst. Dazu wurden über Kopfhörer synthetisierte Laute vorgespielt. Diese unterschieden sich in der Länge der Stimmeinsatzzeit und wurden entweder als /da/ oder als /ta/ wahrgenommen. Die Stimmeinsatzzeit der insgesamt 80 Phoneme variierte zwischen 0 und 80 ms. Nach jeder Silbe hatten die Kinder zu entscheiden, ob sie „da wie Dach“ oder „ta wie Tanne“ gehört hatten. Zur Überprüfung der phonologischen Bewusstheit diente ein Test zum Lautersetzen. Die Kinder hatten in vorgegebenen Wörtern alle Vokale durch ein /i/ zu ersetzen.

Vor Beginn des Trainings wurden von den

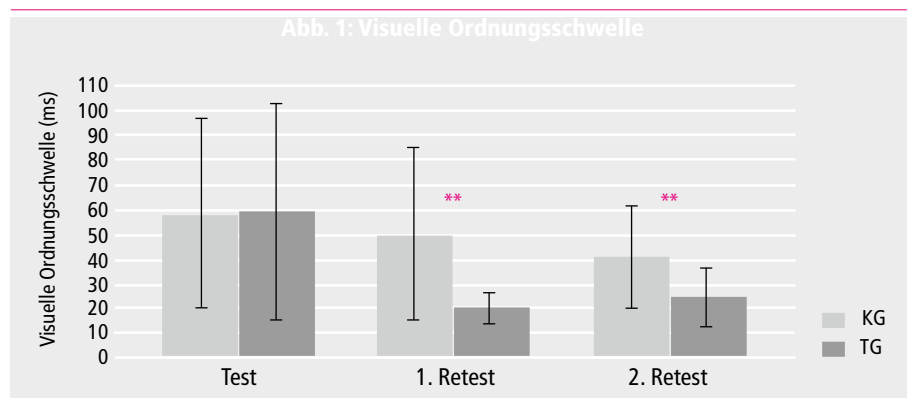
Lehrern der Fächer Deutsch, Englisch und Mathematik sowie von den Eltern Erwartungen (z.B. „Was versprechen Sie sich vom Training?“) und allgemeine Einstellungen zum Therapieverfahren erfragt (z.B. „Alle Kinder mit Schulproblemen sollten ein Ordnungsschwellentraining erhalten“). Nach der achtwöchigen Trainingsphase bekamen Lehrer und Eltern der Trainingsgruppe einen Fragebogen zur Einschätzung der Wirksamkeit der Behandlung hinsichtlich Laut- und Schriftsprache sowie Motivation und Konzentrationsfähigkeit. Auch die Kinder wurden um eine Einschätzung gebeten („Hat dir das Training Spaß gemacht?“,

„Hast du beim Training gut mitgemacht?“, „Hast du das Gefühl, dass dir das Training geholfen hat?“, „Bist du in der Schule besser geworden?“).

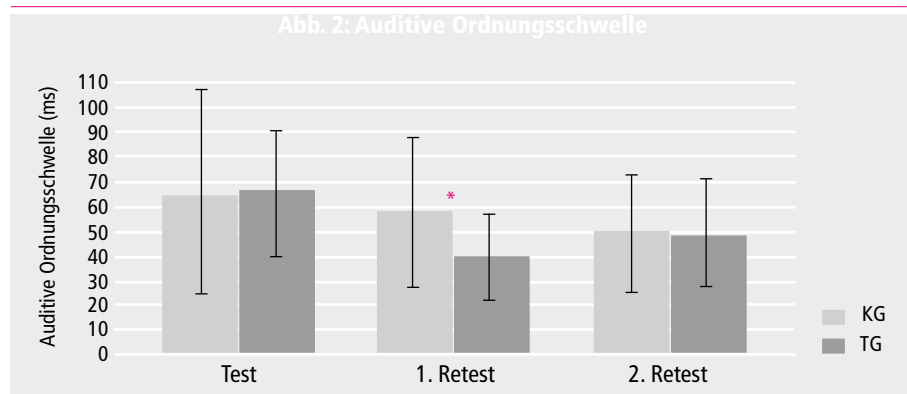
Ergebnisse

Hinsichtlich der Ausgangswerte hatten mit Ausnahme der Rechtschreibung die Kinder der Trainings- und Kontrollgruppe vergleichbare Werte. Ein signifikanter Gruppenunterschied ($p=0.02$) zeigte sich in den Resultaten im DRT, der für die Kontrollgruppe besser ausfiel als für die Trainingsgruppe.

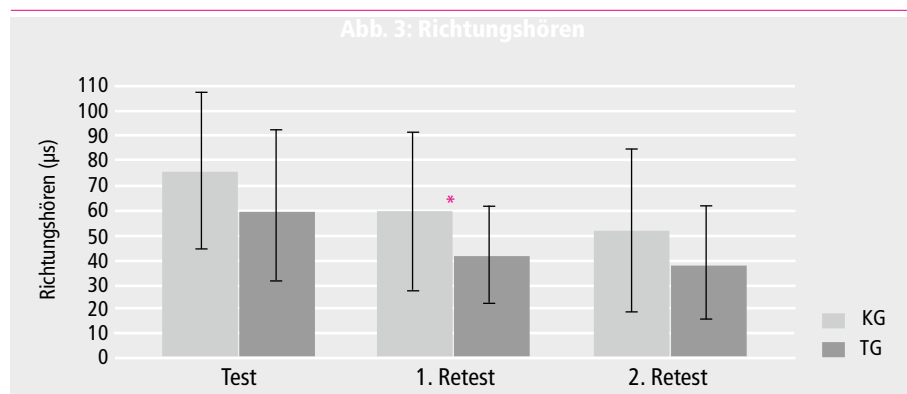
In den Abbildungen 1-3 sind die Leistungen



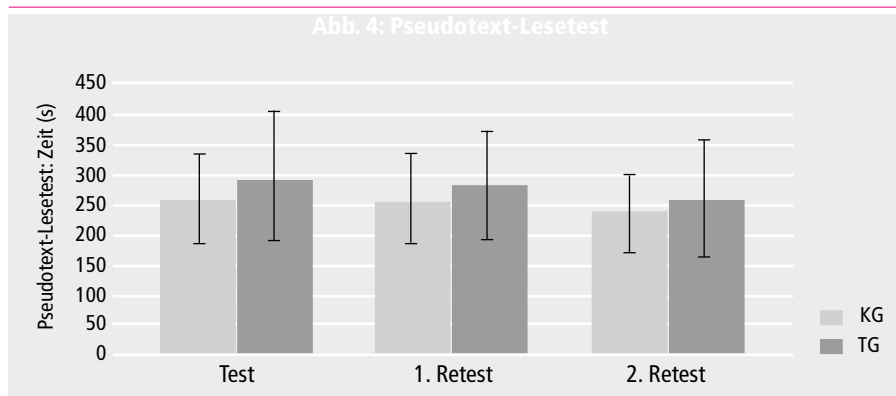
Visuelle Ordnungsschwellen für die Kontrollgruppe (KG) und Trainingsgruppe (TG) zu allen drei Messzeitpunkten (Mittelwerte und Standardabweichungen; ** $p < .01$)



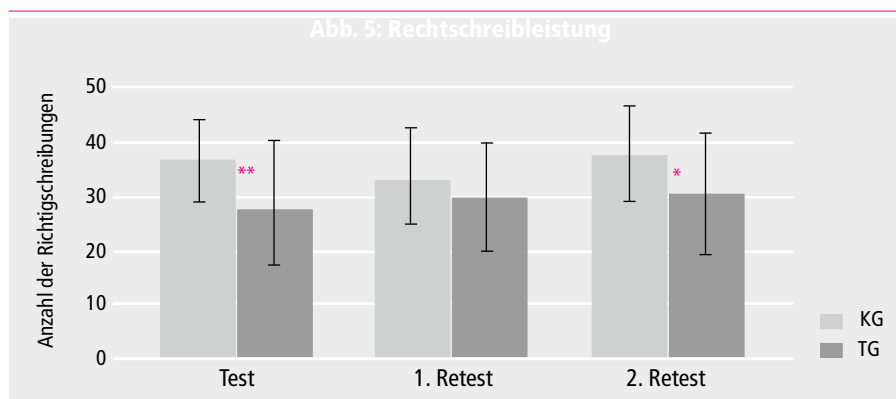
Auditive Ordnungsschwellen für die Kontrollgruppe (KG) und Trainingsgruppe (TG) zu allen drei Messzeitpunkten (Mittelwerte und Standardabweichungen; * $p < .05$)



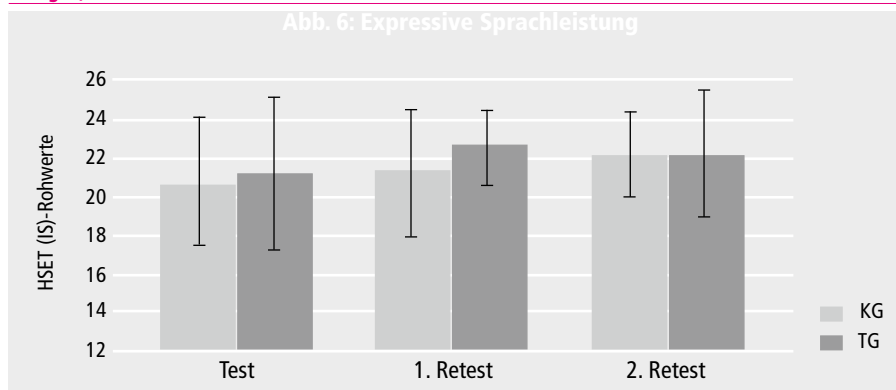
Leistungen beim Richtungshören der Kontrollgruppe (KG) und Trainingsgruppe (TG) zu allen drei Messzeitpunkten (Mittelwerte und Standardabweichungen; * $p < .05$)



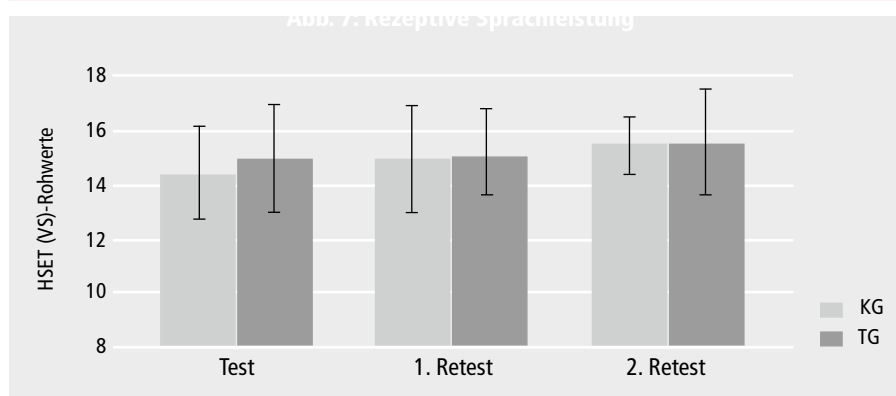
Benötigte Zeit im Pseudotext-Lesetest für die Kontrollgruppe (KG) und Trainingsgruppe (TG) zu allen drei Messzeitpunkten (Mittelwerte und Standardabweichungen)



Rechtschreibleistung (Anzahl der Richtigschreibungen) im Diagnostischen Rechtschreibtest für die Kontrollgruppe (KG) und Trainingsgruppe (TG) zu allen drei Messzeitpunkten (Mittelwerte und Standardabweichungen)



Expressive Sprachleistung (Imitieren grammatischer Strukturformen, HSET) der Kontrollgruppe (KG) und Trainingsgruppe (TG) zu allen drei Messzeitpunkten (Mittelwerte und Standardabweichungen)



Rezeptive Sprachleistung (Verstehen grammatischer Strukturformen, HSET) der Kontrollgruppe (KG) und Trainingsgruppe (TG) zu allen drei Messzeitpunkten (Mittelwerte und Standardabweichungen)

als auch die visuelle Ordnungsschwelle in der Trainingsgruppe signifikant stärker als in der Kontrollgruppe verringert hatte. Die Werte im Richtungshören besserten sich in beiden Gruppen etwa gleich stark. In allen nicht direkt trainierten Bereichen ließen sich keine signifikanten Gruppendifferenzen im Leistungsverlauf nachweisen. Weder im Lesen und Rechtschreiben, noch hinsichtlich Sprachverständnis und Sprachproduktion sowie der phonologischen Bewusstheit und der Phonemdiskrimination war in der Trainingsgruppe eine deutlichere Verbesserung als bei den Kontrollkindern zu beobachten. Die unmittelbar vor dem Training durchgeführte Befragung ergab, dass das Ordnungsschwellentraining fast allen Eltern bekannt war (N=31, ein Fragebogen nicht ausgefüllt). Wie aus Abbildung 8 hervorgeht, war die Erwartungshaltung an das Training eher hoch.

Auch nach Abschluss der Trainingsphase hatte sich die positive Einstellung der Eltern nicht merklich geändert. Etwa die Hälfte von ihnen gab an, dass sich die laut- sowie schriftsprachlichen Leistungen ihres Kindes aufgrund des Trainings verbessert hätten (Lesen/Rechtschreiben: deutliche Verbesserung: 1, leichte Verbesserung: 9, kein Effekt: 6; Sprache: deutliche Verbesserung: 3, leichte Verbesserung: 6, kein Effekt: 8). Ähnliche Effekte wurden von den Eltern im Bereich der Konzentrationsfähigkeit gesehen (deutliche Verbesserung: 3, leichte Verbesserung: 6, kein Effekt: 8).

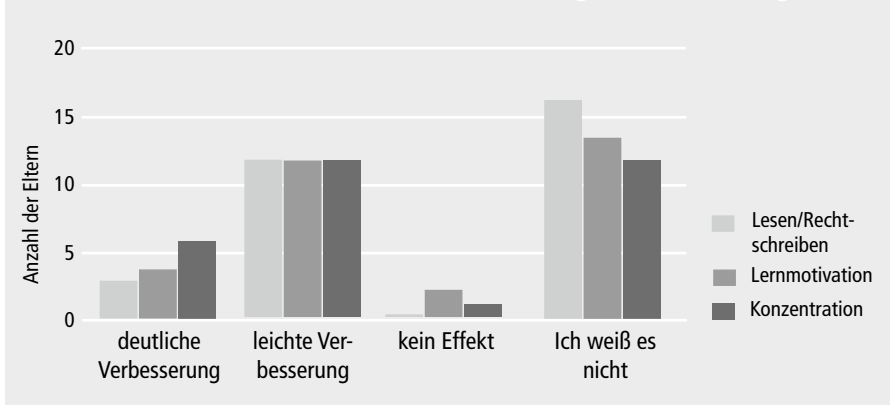
In Abbildung 9 sind die Antworten der Kinder unmittelbar nach dem Training dargestellt. Sechs Kinder waren davon überzeugt, dass sie sich aufgrund des Trainings in der Schule verbessern konnten.

Obwohl die Lehrer zu Beginn der Studie viel vom Training erwarteten, gaben sie nach dessen Abschluss an, dass bei keinem der Kinder aufgrund der Übungen zur zeitlichen Diskriminationsfähigkeit Verbesserungen im Bereich der Laut- oder Schriftsprache eingetreten seien. Auch hätte das Training keinen positiven Einfluss auf Lernmotivation oder Konzentrationsfähigkeit ausgeübt.

Schlussfolgerungen

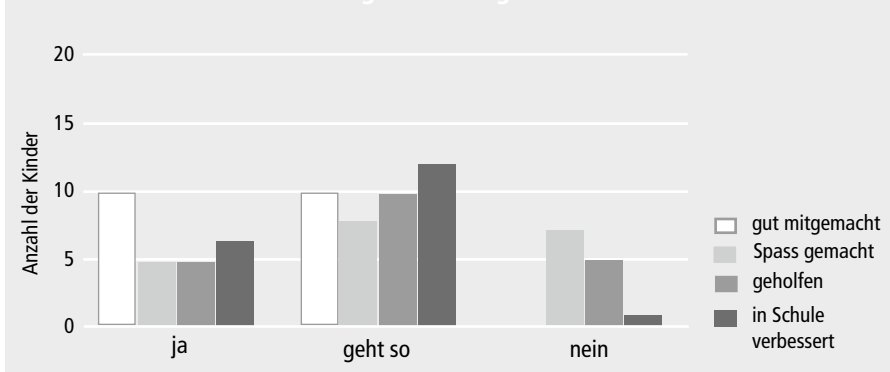
Die von uns durchgeführte Überprüfung der Wirksamkeit eines Trainings von Ordnungsschwelle und Richtungshören ergab, dass sich die Ordnungsschwelle verbessern lässt. Nach Abschluss der achtwöchigen Übungsphase erreichten die Kinder der Trainingsgruppe hinsichtlich der auditiven

Abb. 8: Was meinen Sie, bewirkt ein Ordnungsschwellentraining?



Erwartung der Eltern an das Training (Befragung unmittelbar vor dem Training)

Abb. 9: Beurteilung des Trainings aus Sicht der Kinder



Beurteilung der Wirksamkeit des Trainings durch die Kinder (Befragung unmittelbar nach dem Training)

sowie visuellen Ordnungsschwelle deutlich niedrigere Werte als die Kontrollgruppe. Dieses Ergebnis steht in Übereinstimmung mit Erfahrungen anderer Autoren, die gleichfalls eine Erniedrigung der Ordnungsschwellenwerte durch ein intensives Üben beobachten konnten (*Klicpera & Gasteiger-Klicpera, 1996; von Steinbüchel et al., 1997; Kühn-Inacker & Weinmann, 2000; Michalski & Tewes, 2001; Tewes et al., 2003*).

Hinsichtlich des Richtungshörens sind die Erfahrungen widersprüchlich. *Michalski & Tewes (2001)* berichteten über eine Erniedrigung der Werte beim Richtungshören durch ein Training, während sich in unserer Studie die Trainingsgruppe zwar deutlich verbesserte, jedoch nicht ausgeprägter als die Kontrollgruppe. Die Erniedrigung der Werte zum Richtungshören können demnach nicht durch spezifische Trainingseffekte erklärt werden. Vermutlich ist sie eher durch eine zunehmende Vertrautheit mit der Aufgabenstellung und durch eine physiologische Altersentwicklung bedingt. Die erhofften Transfereffekte auf laut- und schriftsprachliche Leistungen blieben in unserer Studie aus. Bei keinem der Tests zur Lese- und Rechtschreibung, zum ex-

pressiven bzw. rezeptiven Sprachvermögen, der phonologischen Bewusstheit oder der Phonemdiskrimination zeigten sich in der Trainingsgruppe ausgeprägtere Leistungsveränderungen als in der Kontrollgruppe. Dieser Befund stimmt mit den Einschätzungen der Lehrer überein, die im Unterricht keinerlei Auswirkungen des Trainings auf das Leistungs- oder Konzentrationsverhalten feststellen konnten.

Unsere Erfahrungen stehen im Widerspruch zu Schlussfolgerungen einer Evaluationsstudie von Tewes et al. (2003), die kürzlich in dieser Zeitschrift veröffentlicht wurde. Diese Arbeitsgruppe benutzte das gleiche Trainingsgerät wie wir, setzte allerdings zusätzlich zu Übungen von Ordnungsschwelle und Richtungshören weitere mit dem Gerät trainierbare „Low-Level-Funktionen“ ein. Die Widersprüche zwischen den Studien sind aber vermutlich nicht nur durch diese Trainingsunterschiede bedingt. Wie aus einem ausführlicheren Forschungsbericht hervorgeht (Tewes, 2002), führten die Kinder der Trainingsgruppen von Tewes et al. zusätzlich so genannte Transferübungen durch, die spezifische Lese- und Rechtschreibaufgaben beinhalteten. Damit bleibt unklar, ob Veränderungen im Lesen und Rechtschreiben auf das „Automatisierungstraining“ oder die Transferübungen zurückzuführen sind.

Die beschriebenen Verbesserungen im Rechtschreiben sind nach unserer Auffassung zudem nicht eindeutig belegt. Die Kinder der Kontrollgruppe wiesen im Gegensatz zu denen der Therapiegruppen keine Lese-Rechtschreibschwäche auf (durchschnittlicher Prozentrang im Rechtschreiben 24). Diese Unterschiede in den Ausgangsleistungen hätten bei der Auswertung der Ergebnisse als Kovariaten berücksichtigt werden müssen. Außerdem waren die Therapiekinder trotz eines Zuwachses am Ende der Studie im Rechtschreiben nicht besser als die Kontrollkinder. Hinsichtlich von Lese- und Konzentrationsfähigkeit zeigten sie keinerlei Leistungsvorsprung, sondern verschlechterten sich im Gegensatz zur Kontrollgruppe sogar teilweise. Somit ist unseres Erachtens durch die Arbeit von Tewes et al. die Effektivität des Trainings nicht belegt und die Ergebnisse sind nicht ganz so widersprüchlich zu unseren Erfahrungen, wie dies auf den ersten Blick erscheinen mag.

Eltern und Kinder bewerteten in unserer Studie das Training mehrheitlich recht positiv. Hierbei spielen vermutlich Placebo- und

Kontexteffekte eine entscheidende Rolle. Hoffnungen, die mit einer Behandlung verbunden sind, und ein intensives Bemühen im Zusammenhang mit einer Therapie führen unabhängig von der Wirksamkeit einer Methode bei Betroffenen und Therapeuten nicht selten zu hoher Zufriedenheit und positiven Einschätzungen. Die Zusammenstellung einer Vielzahl ganz widersprüchlicher Verfahren zur Behandlung der Lese-Rechtschreibstörung zeigt, dass spezifische Wirksamkeit und subjektive Bewertung einer Therapie häufig weit auseinander liegen (Suchodoletz, 2003).

Zusammenfassend ließ sich die Wirksamkeit eines Trainings der Ordnungsschwelle und des Richtungshörens auf Störungen der Laut- und Schriftsprache durch unsere Untersuchungen nicht belegen. Die Erwartung an spezifische Therapieeffekte eines Zeitverarbeitungstrainings sind in Anbetracht des unzureichenden Nachweises eines Zeitverarbeitungsdefizites bei Kindern mit Sprachentwicklungs- oder Lese-Rechtschreibstörungen auch zu hoch (Berwanger, 2002). Wie aus den Ergebnissen unserer Untersuchung hervorgeht, lassen sich lediglich unmittelbar trainierte Bereiche verbessern. Transfereffekte auf laut- oder schriftsprachliche Fähigkeiten treten nicht ein.

Berwanger, D. (2002). *Untersuchung der zeitlichen Diskriminationsfähigkeit bei Kindern mit einer Sprachentwicklungsstörung und/oder Lese-Rechtschreibstörung*. München: Verlag Dr. Hut

Bishop, D. V. M.; Carlyon, R. P.; Deeks, J. M. & Bishop, S. J. (1999). Auditory temporal processing impairment: Neither necessary nor sufficient for causing language impairment in children. *Journal of Speech, Language and Hearing Research* 42, 1295-1310

Efron, R. (1963). Temporal perception, aphasia and déjà vu. *Brain* 86, 403-424

Fitch, R. H.; Miller, S. & Tallal, P. (1997). Neurobiology of speech perception. *Annual Review of Neuroscience* 20, 331-53

Grimm, H. & Schöler, H. (1991). *Heidelberger Sprachentwicklungstest (2. Auflage)*. Göttingen: Hogrefe

Grund, M.; Haug, G. & Naumann, C. L. (1995). *DRT 5 – Diagnostischer Rechtschreibtest für 5. Klassen*. Weinheim: Beltz

Hari, R.; Valta, M. & Uutela, K. (1999). Prolonged attentional dwell time in dyslexic adults. *Neuroscience Letters* 271, 202-204

Heim, S.; Freeman Jr, R. B.; Eulitz, C. & Elbert, T. (2000). Auditory temporal processing deficit in dyslexia is associated with enhanced sensitivity in the visual modality. *Cognitive Neuroscience* 12, 507-510

Hirsh, I. J. (1959). Auditory perception of temporal order. *Journal of the Acoustical Society of America* 31, 759-767

Ilmberger, J. (1986). Auditory excitability cycles in choice reaction time and order threshold. *Naturwissenschaften* 73, 743-744

Kegel, G. & Tramitz, C. (1993). *Olaf – Kind ohne Sprache. Die Geschichte einer erfolgreichen Therapie*. Düsseldorf: Econ

Klicpera, C., & Gasteiger-Klicpera, B. (1996). Auswirkungen einer Schulung des zentralen Hörvermögens nach edu-kinesiologischen Konzepten auf Kinder mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten. *Heilpädagogische Forschung* 22, 57-64

Kühn-Inacker, H., & Weinmann, S. (2000). Training der Ordnungsschwelle – ein Ansatz zur Förderung der Sprachwahrnehmung bei Kindern mit einer zentral auditiven Verarbeitungsstörung (ZAVS)? *Sprache - Stimme - Gehör* 24, 119-125

Linder, M. & Grisseemann, H. (1981). *Zürcher Lesetest*. Bern: Hans Huber

Lotze, M.; Wittmann, M.; Steinbüchel, N. v.; Pöppel, E. & Roenneberg, T. (1999). Daily rhythm of temporal resolution in the auditory system. *Cortex* 35, 89-100

Merzenich, M. M.; Jenkins, W. M.; Johnston, P.; Schreiner, C.; Miller, S. L. & Tallal, P. (1996). Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science* 271, 77-81

Michalski, S. & Tewes, U. (2001). Zentrale Hörstörung nachweislich trainierbar? *Hörakustik* 10, 98-106

Mody, M.; Studdert-Kennedy, M. & Brady, S. (1997). Speech perception deficits in poor readers: auditory processing or phonological coding? *Journal of Experimental Child Psychology* 64, 199-231

Reed, M. A. (1989). Speech perception and the discrimination of brief auditory cues in reading disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology* 48, 270-292

Rose, S.; Feldman, J.; Jankowski, J. & Futterweit, L. (1999). Visual and auditory temporal processing, cross-modal transfer, and reading. *Journal of Learning Disabilities* 32, 256-266

Schulte-Körne, G.; Deimel, W.; Bartling, J. & Remschmidt, H. (1998). Die Bedeutung der auditiven Wahrnehmung und der phonologischen Bewusstheit für die Lese-Rechtschreibschwäche. *Sprache - Stimme - Gehör* 22, 25-30

Steinbüchel, N. v. (1987). *Therapie der zeitlichen Verarbeitung akustischer Reize bei aphasischen Patienten*. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München

Steinbüchel, N. v.; Wittmann, M.; de Langen, E. G. (1996). Zeitliche Informationsverarbeitung und Sprache – ein integraler Ansatz in der Aphasiotherapie. *Verhaltensmodifikation und Verhaltensmedizin* 4, 331-351

Steinbüchel, N. v.; Wittmann, M. & Landauer, N. (1997). *Diagnose und Training der zeitlichen Verarbeitung von Hörreizen bei Grundschulern mit LRS. Bericht über den Fachkongress Legasthenie*. Greifswald: Bundesverband Legasthenie e. V.

Steinbüchel, N. v.; Wittmann, M.; Strasburger, H. & Szélag, E. (1999). Auditory temporal-order judgement is impaired in patients with cortical lesions in posterior regions of the left hemisphere. *Neuroscience Letters* 264, 168-171

Strehlow, U.; Haffner, J.; Bischof, J.; Gratzka, V.; Parzer, P. & Resch, F. (2002). Lässt sich durch ein Training an Defiziten basaler kognitiver Leistungen die Lese-Rechtschreibleistung verbessern? – Übersicht anhand eines Beispiels von computergestütztem Ton- und Lautdiskriminationstraining. In: Lehmkuhl U. (Hrsg.). *Seelische Krankheit im Kindes- und Jugendalter - Wege zur Heilung*. XXVII. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie. Die Abstracts (S. 127-128). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht

Studdert-Kennedy, M. & Mody, M. (1995). Auditory temporal perception deficits in the reading-impaired: A critical review of the evidence. *Psychonomic Bulletin & Review* 2, 508-514

Suchodoletz, W. v. (Hrsg.) (2003). *Therapie der Lese-Rechtschreibstörung. Traditionelle und alternative Behandlungsmethoden im Überblick*. Stuttgart: Kohlhammer

Swisher, L. & Hirsh, I. J. (1972). Brain damage and the ordering of two temporally successive stimuli. *Neuropsychologia* 10, 137-152

Tallal, P. & Piercy, M. (1973). Defects of non-verbal auditory perception in children with developmental aphasia. *Nature* 241, 468-469

Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language* 9, 182-198

Tallal, P.; Merzenich, M.; Miller, S. & Jenkins, W. (1998). Language learning impairment: Integrating research and remediation. *Scandinavian Journal of Psychology* 39, 197-199

Tallal, P.; Miller, S. L.; Bedi, G.; Byma, G.; Wang, X.; Nagarajan, S. S.; Schreiner, C.; Jenkins, W. M. & Merzenich, M. M. (1996). Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science* 271, 81-84

Tewes, U. (2002). *Forschungsbericht über das Forschungsvorhaben zum Einsatz des Brain-Boy-Universal und des Lateraltrainers nach Warnke*. Unveröffentlichtes Manuskript

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

Warnke, F. (1993). Ordnungsschwelle und Sprachtherapie. *Die Sprachheilarbeit* 38, 225-258

Watson, B. U. (1992). Auditory temporal acuity in normally achieving and learning-disabled college students. *Journal of Speech and Hearing Research* 35, 148-156

Weiß, R. H. (1998). *Grundintelligenztest Skala 2 CFT 20*. Göttingen: Hogrefe

Wittmann, M. & Pöppel, E. (1999). Neurobiologie des Lesens. In: Franzmann, B.; Hasemann, K.; Löffler, D. & Schön, E. (Hrsg.). *Handbuch Lesen*. München: K. G. Saur

Wright, B. A.; Lombardino, L. J.; Wayne, M. K.; Puranik, C. S.; Leonard, C. M. & Merzenich, M. M. (1997). Deficits in auditory temporal and spectral resolution in language-impaired children. *Nature* 387, 171-178

Wurm-Dinse, U. (1994). Zusammenhänge zwischen zentraler Fehlhörigkeit und auditiven Wahrnehmungsstörungen – mögliche Auswirkungen auf die Entwicklung von Laut- und Schriftsprache. In: Plath, P. (Hrsg.). *Zentrale Hörstörungen. Materialsammlung vom 7. Multidisziplinären Kolloquium der Geers-Stiftung* (Vol.

10), 132-147. Bonn: Schriftenreihe Geers-Stiftung
Zahnd, D. (1993). *Artifizielle Texte als Herausforderung der primären Lesefähigkeiten*. Lizentiatsarbeit. Institut für Psychologie der Universität Bern

Korrespondenzanschrift:

Dr. Dagmar Berwanger
Institut für Kinder- und Jugendpsychiatrie
und Psychotherapie
Ludwig-Maximilians-Universität
Abteilung für Entwicklungsfragen
Nußbaumstr. 7
80336 München
dagmar.berwanger@lrz.uni-muenchen.de

Summary

A popular hypothesis is that deficits in auditory temporal perception might underlie specific language and reading disabilities. The functional link between basic temporal processing deficits and language impairments appears plausible. If there is a deficit in the detection of rapidly presented auditory stimuli, specific problems could occur in perception of phonemes. It has been suggested that training in temporal processing, e. g. training of the temporal order threshold, may improve language processing as well as reading and spelling skills. The goal of the present study was to examine the effect of the training of order threshold and sound localisation skills. The results show that auditory and visual order threshold decreased significantly more in the training group than in the control group. However, no transfer-of-training effects were found for language ability or reading and spelling skills.

KEY WORDS: training in temporal processing – temporal processing deficits – order threshold – sound localisation skills – effectiveness – reading and spelling deficits – language ability