

## Redaktion

D. Reinhardt, München

D. Berwanger · W. von Suchodoletz  
 Institut und Poliklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und  
 Psychotherapie, Ludwig-Maximilians-Universität, München

# Auditive Verarbeitungsgeschwindigkeit und Sprachleistungen

## Evaluation eines Zeitverarbeitungstrainings

**In letzter Zeit wird zunehmend die Hypothese vertreten, dass Leserechtschreib-Störungen, Aufmerksamkeitsprobleme und allgemeine Schulschwierigkeiten Folge eines Zeitverarbeitungsdefizits seien. Dabei wird kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Zeitverarbeitungsschwächen und Lern- bzw. Verhaltensstörungen vermutet, sondern eine Vermittlung über Defizite bei der Sprachwahrnehmung. Die Kinder hätten Schwierigkeiten, Laute, Silben und Wörter aus dem Sprachfluss schnell genug herauszuhören. Dadurch würden Fehler beim lautgetreuen Lesen und Schreiben, schnelle Ermüdbarkeit und Missverständnisse in der Interaktion auftreten [14].**

### Zeitverarbeitung und Sprachwahrnehmung

Manche Silben unterscheiden sich nur während eines ganz kurzen Zeitabschnitts, z. B. Silben mit verschiedenem Artikulationsort (/da/ vs./ba/) während des Übergangs zwischen Konsonant und Vokal. Wenn Frequenzänderungen während dieser etwa 40 ms dauernden Formantentransitionszeit nicht korrekt erkannt werden, ist eine Unterscheidung dieser Silben nicht möglich. Stimmhafte und stimmlose Silben (z. B. /da/ vs. /ta/) wiederum sind durch die Dauer der Stimmeinsatzzeit charakterisiert. Liegt diese unter

30 ms, wird eine stimmhafte Silbe wahrgenommen, liegt sie darüber, eine stimmlose. Die richtige Zuordnung stimmhafter und stimmloser Silben setzt somit ebenfalls eine schnelle sequenzielle auditive Analyse voraus.

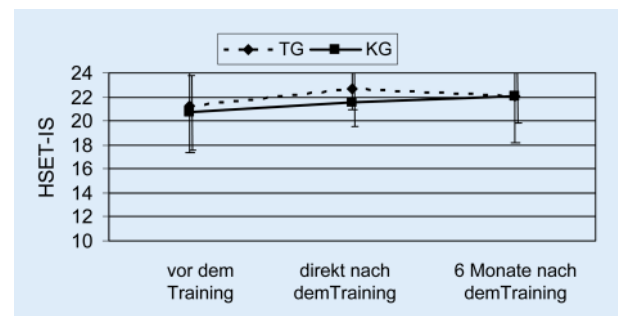
### Zeitverarbeitung und Sprachentwicklungsstörung

Die Vermutung, Störungen beim Spracherwerb seien Folge einer verlangsamten auditiven Verarbeitungsgeschwindigkeit, geht auf Tallal zurück (Übersicht bei Tallal et al. [16]). Die Arbeitsgruppe um Tallal beobachtete in Untersuchungen zur auditiven Wahrnehmung, dass sprachentwicklungsgestörte Kinder ein längeres Zeitintervall zwischen 2 Tönen unterschiedlicher Frequenz als sprachunauffällige Kinder benötigten, um die Reihenfolge der Töne angeben zu können. Sprachentwicklungsgestörte Kinder zeigten auch Defizite bei der Diskriminierung der Kon-

sonant-Vokal-Silben /ba/-/da/. Wurde jedoch die Dauer der Formantentransition von 43 ms auf 95 ms künstlich gedehnt, hatten auch diese Kinder keine Schwierigkeiten, die Silben sicher voneinander zu unterscheiden [18]. In späteren Studien fanden Benasich u. Tallal [2], dass bei einer familiären Belastung für Sprachentwicklungsstörungen bereits im Säuglingsalter Schwächen in der sequenziellen auditiven Analyse nachweisbar waren. Leistungen bei der schnellen auditiven Diskriminierung erwiesen sich als besserer Prädiktor für die sprachliche Kompetenz im Alter von 12–36 Monaten als das familiäre Risiko [3].

Die Publikationen der Arbeitsgruppe um Tallal [2, 3, 9, 14, 15, 16, 17, 18] regten andere Arbeitsgruppen an, der klinischen Relevanz von Zeitverarbeitungsdefiziten weiter nachzugehen. Die zeitliche Verarbeitungsfähigkeit wurde dabei häufig mittels Ordnungsschwellenbestimmung operationalisiert. Die Ordnungsschwel-

**Abb. 1** ► Expressive Sprachleistung (HSET-IS: Untertest „Imitieren grammatischer Strukturformen“ des Heidelberger Sprachentwicklungstests) von Kontroll- (KG) und Trainingsgruppe (TG) zu allen 3 Messzeitpunkten (Mittelwerte und Standardabweichungen der Rohwerte)



le ist jenes Zeitintervall, bei dem die richtige Reihenfolge zweier kurz hintereinander dargebotener Reize gerade noch angegeben werden kann. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind insgesamt widersprüchlich. Einige Autoren berichteten über eine Verlängerung der auditiven Ordnungsschwelle bei sprachgestörten Kindern [7, 10], während andere keine Hinweise auf einen Zusammenhang von Sprachstörungen und spezifischen Defiziten bei der Verarbeitung schnell aufeinander folgender auditiver Reize fanden [4, 5].

### Zeitverarbeitungstraining

Zur Behandlung von Kindern mit Zeitverarbeitungsdefiziten entwickelten Tallal et al. [9, 17] ein Training der auditiven Verarbeitungsgeschwindigkeit, das im anglo-amerikanischen Sprachraum weite Verbreitung gefunden hat. Dieses „Fast for Word“ genannte Trainingsprogramm besteht aus Spielen, bei denen die Reihenfolge frequenzmodulierter Töne angegeben (Ordnungsschwellentraining) und in ihrer Formanttransition veränderte Silben (Silbenidentifikation) erkannt werden müssen. Außerdem hören die Kinder Geschichten mit computertechnisch bearbeiteter Sprache (Dehnung und Verstärkung von Formanttransitionen). In 2 Effektivitätsstudien fanden die Autoren, dass mit „Fast for Word“ trainierte Kinder signifikant bessere Sprachfortschritte aufwiesen als diejenigen der Kontrollgruppe [9, 17]. Die Aussagefähigkeit der Untersuchungen wird jedoch angezweifelt, da die Zahl der trainierten Kinder (n=6 bzw. 11) sehr klein war, die Aufgaben bei der Erfolgsmessung große Ähnlichkeit mit den Übungen im Trainingsprogramm hatten und Vertrieb und Evaluation in einer Hand lagen [1, 20]. Replikationen der positiven Ergebnisse durch unabhängige Arbeitsgruppen stehen bislang noch aus.

Therapieverfahren zur Verbesserung der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit werden inzwischen auch in Deutschland zur Behandlung von Kindern und Erwachsenen mit Sprachstörungen eingesetzt [11, 12, 21]. Dabei wird insbesondere ein Ordnungsschwellentraining verwendet. Bislang gibt es neben den Arbeiten von Tallal aber nur eine Studie, welche die Auswir-

Monatsschr Kinderheilkd 2007 · 155:68–73 DOI 10.1007/s00112-006-1313-8  
© Springer Medizin Verlag 2006

D. Berwanger · W. von Suchodoletz

### Auditive Verarbeitungsgeschwindigkeit und Sprachleistungen. Evaluation eines Zeitverarbeitungstrainings

#### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Lernstörungen werden zunehmend auf Defizite bei der Sprachwahrnehmung und diese wiederum auf eine Verlangsamung der auditiven Verarbeitungsgeschwindigkeit zurückgeführt. In der Studie wird untersucht, ob sich bei Kindern mit Schulproblemen sprachliche Leistungen durch ein Zeitverarbeitungstraining verbessern lassen.

**Patienten und Methoden.** Bei 21 Kindern mit spezifischen Lernstörungen wurden über 8 Wochen Ordnungsschwelle und Richtungshören trainiert und im Vergleich zu einer Kontrollgruppe (n=21) Sprachleistungen bis 6 Monate danach überprüft.

**Ergebnisse.** Leistungssteigerungen wurden hinsichtlich der Ordnungsschwelle, nicht aber

der sprachlichen Fähigkeiten beobachtet. Die Eltern schätzten die Wirkung des Trainings eher positiv ein.

**Schlussfolgerungen.** Ein Zeitverarbeitungstraining verbessert unmittelbar geübte Leistungen, nicht aber sprachliche Fähigkeiten. Von den Eltern wahrgenommene Verbesserungen sind nicht objektivierbar und als unspezifische Effekte zu bewerten. Die Ergebnisse sprechen insgesamt gegen die Wirksamkeit eines Zeitverarbeitungstrainings bei Kindern mit Schulschwierigkeiten.

#### Schlüsselwörter

Zeitverarbeitung · Sequenzielle auditive Wahrnehmung · Ordnungsschwelle · Sprachfähigkeit · Therapieevaluation

### The speed of auditory processing skills and language ability. Effects of training in temporal processing

#### Abstract

**Background.** Learning disorders are often assumed to be due to language perception deficits, and these in turn to a deficiency in auditory temporal processing. The aim of this study was to assess the effects of training in temporal processing on language abilities.

**Methods.** A total of 21 children with specific learning disorders participated in temporal order threshold training and sound localisation training over a period of 8 weeks. Another 21 children with such disorders served as the control group. Language abilities were assessed before and after the training phase and at 6-months follow-up.

**Results.** Temporal processing training led to improvement in temporal order threshold skills but not in language skills. In contrast,

the parents tended to rate the effects of the training programme positively.

**Conclusions.** Training in temporal processing appears to have positive effects on directly trained abilities, but no transfer-of-training effects on language skills. Improvement in the children's abilities reported by their parents are probably unspecific effects and cannot be objectified. Taken together, our results do not provide evidence for the usefulness of temporal processing training in children with learning disorders.

#### Keywords

Temporal processing · Temporal auditory perception · Order threshold skills · Language skills · Training evaluation

Tab. 1 Sprachparameter vor der Trainingsphase

Test	Trainingsgruppe	Kontrollgruppe	p-Wert
HSET-IS (Rohwerte)	21,2±3,8	20,7±3,2	0,630
HSET-VS (Rohwerte)	15,1±1,4	14,9±1,9	0,340
Lautersetzen (Anzahl Richtige)	34,0±1,5	34,0±2,3	0,935
Lautidentifikation			
Richtige /da/	22,5±2,1	21,2±2,5	0,090
Richtige /ta/	37,6±4,8	37,4±5,1	0,877
<i>Mittelwerte und Standardabweichungen, Signifikanzberechnung mittels t-Test für unabhängige Stichproben</i>			

kung eines Zeitverarbeitungstrainings auf Sprachparameter untersucht hat. Von Steinbüchel et al. [11] berichteten über eine Erniedrigung der Ordnungsschwellen und eine Verbesserung der Lautdiskriminationsfähigkeit bei erwachsenen Aphasiepatienten durch ein 8-wöchiges Ordnungsschwellentraining.

Ein Zeitverarbeitungstraining wird nicht nur bei Sprachstörungen, sondern auch bei Schulschwierigkeiten, auditiver Wahrnehmungsschwäche, Aufmerksamkeitsstörung, Autismus u. a. empfohlen [15, 19].

## Fragestellung

Trotz des inzwischen großen Angebots an unterschiedlichen Verfahren zum Training der auditiven Verarbeitungsgeschwindigkeit und des breiten Einsatzes in der Praxis kann bislang nicht als gesichert gelten, dass ein solches Training tatsächlich zu einer Verbesserung sprachlicher Leistungen beiträgt. Da hierzu aussagefähige Studien fehlen, gingen wir der Frage nach, ob sich ein Zeitverarbeitungstraining positiv auf sprachliche Leistungen auswirkt. Verbesserungen der Sprachwahrnehmung wären nach der oben angeführten Zeitverarbeitungsdefizithypothese die Voraussetzung dafür, dass im Schriftspracherwerb und in den allgemeinen schulischen Leistungen schnellere Fortschritte durch eine sonderpädagogische Förderung zu erreichen wären. Neben einem Ordnungsschwellentraining wurde ein Training des Richtungshörens eingesetzt, sodass Übungen der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit sowohl im Milli- als auch im Mikrosekundenbereich erfolgten.

## Methoden

In die Studie wurden 46 Kinder im Alter zwischen 10 und 13 Jahren einbezogen. Sie besuchten 2 5. Klassen einer Schule, in die durchschnittlich begabte Kinder mit Schulproblemen, insbesondere im Bereich des Schriftspracherwerbs, aufgenommen werden. Die Kinder der einen Klasse bildeten die Trainings- (TG), die der anderen die Kontrollgruppe (KG). Eine Zuordnung der Kinder nach der Klassenzugehörigkeit war erforderlich, da aus organisatorischen Gründen von Seiten der Schule eine Unterteilung der Kinder in Trainings- oder Kontrollkinder innerhalb einer Klasse abgelehnt wurde.

Wegen häufigen Fehlens bei der Auswertung wurden 4 Kinder nicht berücksichtigt. Trainings- und Kontrollgruppe (je 21 Kinder) unterschieden sich nicht hinsichtlich Geschlechtsverteilung (jeweils 7 Mädchen und 14 Jungen) und nonverbaler Intelligenz, beurteilt mit dem CFT-20 [22] (NV-IQ: 102±14 vs. 103±9, t-Test für unabhängige Stichproben:  $t=-0,72$ ;  $p=0,48$ ). Da in der Kontrollgruppe etwas häufiger Kinder eine oder mehrere Klassen wiederholt hatten, bestanden signifikante Differenzen hinsichtlich der Altersspanne (10,7–11,8 Jahre vs. 10,9–13,11 Jahre). Periphere Hör- und Sehstörungen wurden mittels Screeningaudiometrie in den Frequenzen 250, 1000 und 6000 Hz bzw. Visusüberprüfung für die Nähe ausgeschlossen. Beide Gruppen waren vergleichbar hinsichtlich der Ausgangswerte der visuellen (TG:  $m=59,8$  ms,  $s=43,6$  ms; KG: 58,3 ms,  $s=37,6$  ms;  $p=0,9$ ) und auditiven (TG: 66,1 ms,  $s=26,5$  ms; KG: 64,7 ms,  $s=42,3$  ms;  $p=0,9$ ) Ordnungsschwelle und im Rich-

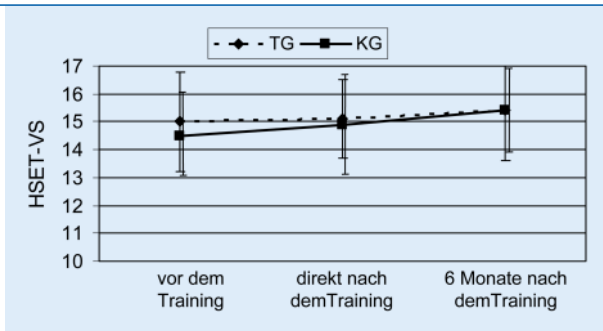
tungshören (TG:  $m=62,4$   $\mu$ s,  $s=30,1$   $\mu$ s; KG:  $m=76,3$   $\mu$ s,  $s=30,8$   $\mu$ s;  $p=0,1$ ).

Kinder, Eltern und Lehrer wurden ausführlich über Zielstellung und Ablauf der Studie informiert. Ihre Erwartungen an das Training waren hoch und sie beteiligten sich gerne an der Erprobung desselben. Eine schriftliche Einverständniserklärung der Eltern zur Teilnahme ihres Kindes lag vor.

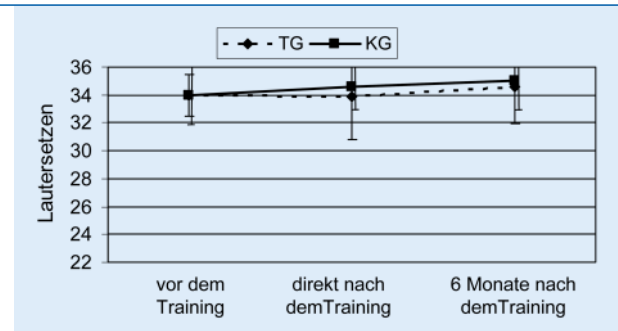
Das Zeitverarbeitungstraining wurde über 8 Wochen durchgeführt. Entgegen der Empfehlung des Herstellers der Geräte erfolgte kein Training aller mit dem Gerät möglicher Übungen („Automatisierungstraining“), sondern nur eines der zeitrelevanten Bereiche (Ordnungsschwelle und Richtungshören). Beim isoliert auditiven Training hörten die Kinder über Kopfhörer 2 kurze Klicks. Mittels Knopfdruck sollten sie angeben, auf welchem Ohr sie den Klick zuerst gehört hatten (Ordnungsschwelle) bzw. von welcher Seite der Klick kam (Richtungshören). Bei der gekoppelten auditiv-visuellen Durchführung leuchtete gleichzeitig zur auditiven Reizvorgabe eine Leuchtdiode auf. Die Interstimulusintervalle zwischen den Klicks wurden in Abhängigkeit von der Fehlerzahl der Probanden variiert. Ein automatischer Abbruch erfolgt laut Handbuch, wenn in einer Folge von 7 Reizpaaren 3 Fehler aufgetreten waren. Vom Gerät wird als Bestwert der letzte erreichte Wert vor der ersten falschen Antwort ausgegeben. Detaillierte Angaben, nach welchem Algorithmus die Variation der Interstimulusintervalle und die Berechnung der Werte erfolgte, liegen uns nicht vor. Jedes Kind beteiligte sich an mindestens 20 Übungseinheiten von etwa 20 min Dauer.

Unmittelbar vor und nach der Trainingsphase sowie nach 6 Monaten ohne ein weiteres Training wurden neben Ordnungsschwelle und Richtungshören sprachliche Leistungen überprüft. Zudem wurde die subjektive Einschätzung von Trainingseffekten von Eltern, Kindern und Lehrern vor und nach dem Training erfragt.

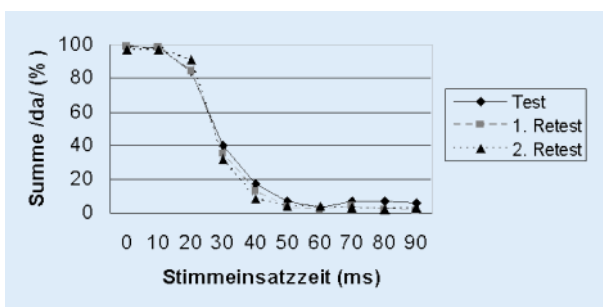
Die Bestimmung von Ordnungsschwelle und Richtungshören erfolgte mit den gleichen Geräten, mit denen die Kinder trainiert worden waren. Bei der Ordnungsschwelle können die Interstimulu-



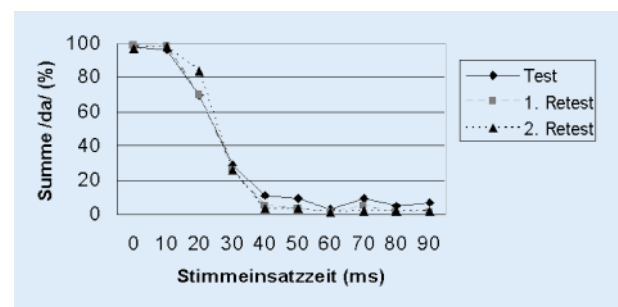
**Abb. 2** ▲ Rezeptive Sprachleistung (HSET-VS: Untertest „Verstehen grammatischer Strukturformen“ des Heidelberger Sprachentwicklungstests) von Kontroll- (KG) und Trainingsgruppe (TG) zu allen 3 Messzeitpunkten (Mittelwerte und Standardabweichungen der Rohwerte)



**Abb. 3** ▲ Leistungen im Lauter setzen von Kontroll- (KG) und Trainingsgruppe (TG) zu allen 3 Messzeitpunkten (Mittelwerte und Standardabweichungen der Anzahl richtiger Antworten)



**Abb. 4** ▲ Lautidentifikationsleistung (/da/ vs. /ta/) der Trainingsgruppe zu allen 3 Messzeitpunkten



**Abb. 5** ▲ Lautidentifikationsleistung (/da/ vs. /ta/) der Kontrollgruppe zu allen 3 Messzeitpunkten

sintervalle zwischen 5 und 950 ms und beim Richtungshören im Bereich von 18–650  $\mu$ s variiert werden.

Zur Erfassung von Sprachproduktionsleistungen wurde der Untertest „Imitation grammatischer Strukturformen (IS)“ und von Sprachverständnis der Untertest „Verstehen grammatischer Strukturformen (VS)“ des Heidelberger Sprachentwicklungstests (HSET) [6] herangezogen. Diese Untertests sind zur Beurteilung der Sprachkompetenz am besten geeignet [13]. Allerdings liegen für den HSET lediglich bis zum 9. Lebensjahr Normwerte vor. Da es im deutschsprachigen Raum für ältere Kinder kein normiertes Verfahren zur Erfassung von Sprachverständnis und -produktion gibt, haben wir den HSET trotz fehlender Normen eingesetzt und zur Beurteilung des Verlaufs mit Rohwerten gearbeitet. Außerdem wurden die phonologische Bewusstheit mittels Lauter setzen [8] und die Fähigkeit zur Lautidentifikation mit einer Silbenidentifikationsaufgabe ermittelt. Beim Lauter setzen waren in Wörtern alle Vokale durch ein /i/ zu ersetzen. Zur Überprüfung der Lautidentifikationsfähigkeit wurden synthetisierte Laute

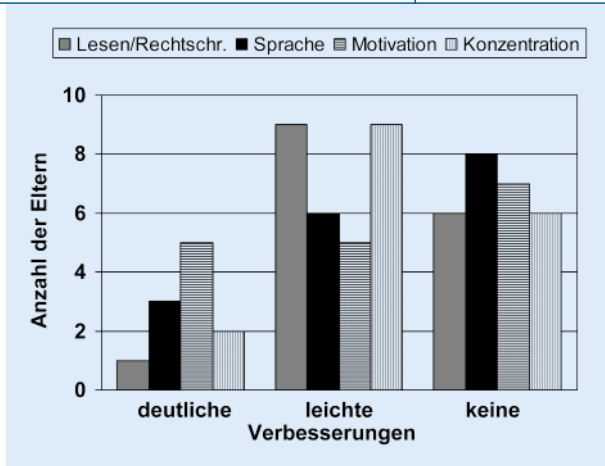
vorgespielt, die sich nur in der Länge der Stimmeinsatzzeit unterschieden und entweder als /da/ oder /ta/ wahrgenommen werden. Das Verfahren wurde von Pompero-Marschall für das Institut für Medizinische Psychologie München entwickelt und uns von dort zur Verfügung gestellt. Es beinhaltet 80 Laute, deren Stimmeinsatzzeit zwischen 0 und 80 ms variiert. Die Kinder hatten die Aufgabe, auf einer Bildkarte mit einem Dach und einer Tanne zu zeigen, ob sie ein /da/ oder ein /ta/ wahrgenommen hatten.

Zur Beurteilung der subjektiven Einschätzung der Wirksamkeit des Trainings aus Sicht von Lehrern, Eltern und Kindern wurden Fragebögen eingesetzt. Dabei wurden zu Beginn die Erwartungen an das Training erfragt (z. B.: „Was meinen Sie, bewirkt ein Ordnungsschwellentraining?“; „Alle Kinder mit Schulproblemen sollten ein Ordnungsschwellentraining erhalten.“). Nach Abschluss der Trainingsphase wurde von Lehrern, Eltern und Kindern der Trainingsgruppe die subjektive Einschätzung der Effektivität erhoben.

## Ergebnisse

### Trainingseffekte auf Ordnungsschwelle und Richtungshören

Durch das Training wurde eine Leistungsverbesserung in den unmittelbar geübten Funktionen erreicht. Obgleich sich auch die Kinder der Kontrollgruppe in den Aufgaben zur zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit verbesserten, erzielte die Trainingsgruppe bei der ersten Nachuntersuchung hinsichtlich der auditiven ( $t$ -Test für unabhängige Stichproben  $t=-2,41$ ,  $p=0,022$ ) und der visuellen Ordnungsschwelle ( $t=-3,92$ ,  $p=0,001$ ) sowie der Fähigkeit zum Richtungshören ( $t=-2,07$ ,  $p=0,045$ ) gegenüber der Kontrollgruppe signifikant bessere Leistungen. Bei der Nachuntersuchung nach 6 Monaten waren Gruppenunterschiede allerdings nur noch für die visuelle, nicht jedoch für die auditive Ordnungsschwelle nachweisbar. Univariate Varianzanalysen mit Messwiederholung unter Berücksichtigung der Ausgangswerte als Kovariaten bestätigten einen signifikanten Trainingseffekt in Bezug auf die visuelle



**Abb. 6** ◀ Bewertung der Effektivität des Trainings durch die Eltern nach Abschluss der Trainingsphase

( $p=0,001$ ) und auditive ( $p=0,02$ ) Ordnungsschwelle, nicht jedoch hinsichtlich des Richtungshörens. Letzteres hatte sich auch in der Kontrollgruppe so deutlich verbessert (vor der Trainingsphase:  $m=76,3 \mu s$ ,  $s=30,8 \mu s$ ; nach der Trainingsphase:  $m=61,1 \mu s$ ,  $s=32,3 \mu s$ ; 6 Monate nach der Trainingsphase:  $m=52 \mu s$ ,  $s=34 \mu s$ ), dass der Unterschied im Verlauf zwischen Kontroll- und Trainingsgruppe nicht signifikant wurde.

### Trainingseffekte auf Sprachleistungen

Wie aus **Tab. 1** hervorgeht, bestanden hinsichtlich der Ausgangswerte in den Sprachparametern keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Bei einer Beurteilung des Verlaufs über den Beobachtungszeitraum ergab sich, dass sich bei den trainierten Kindern weder die expressiven bzw. rezeptiven Sprachleistungen noch die phonologische Bewusstheit und die Lautidentifikationsfähigkeit deutlich als bei den untrainierten Kindern verbessert hatten. Der Verlauf der Sprachleistungen über alle 3 Messzeitpunkte war in beiden Gruppen sehr ähnlich (**Abb. 1, 2, 3, 4, 5**). Zu keinem Zeitpunkt ergaben sich signifikante Gruppenunterschiede.

In univariaten Varianzanalysen mit Messwiederholung unter Berücksichtigung der Ausgangswerte als Kovariaten waren keine signifikanten Unterschiede des Verlaufs zu belegen (HSET-IS:  $p=0,432$ ; HSET-VS:  $p=0,308$ ; Lautersetzen:  $p=0,472$ ; Lautidentifikation, richtige/da:  $p=0,668$ ; Lautidentifikation, richtige/ta:  $p=0,615$ ).

### Beurteilung des Trainings durch Kinder, Eltern und Lehrer

Neben Effekten auf die neuropsychologischen Parameter interessierte die subjektive Beurteilung des Zeitverarbeitungstrainings durch Lehrer, Eltern und Kinder. Dabei zeigte sich vor dem Training eine hohe Erwartungshaltung aller Beteiligten. Die Klassenlehrerin hielt ein Ordnungsschwellentraining bei 90% der Kinder ihrer Klasse für sinnvoll. Fast allen Eltern war das Zeitverarbeitungstraining bekannt (31 von 42) und die meisten waren der Meinung, dass ein Ordnungsschwellentraining einen positiven Einfluss auf Konzentrationsfähigkeit (ja: 18, nein: 1, weiß es nicht: 12), Lernmotivation (ja: 16, nein: 2, weiß es nicht: 13) und Lese-Rechtschreib-Leistungen ausübe (ja: 15, nein: 0, weiß es nicht: 16).

Nach der Trainingsphase wurden Lehrer und Eltern der Therapiekinder gebeten, den Einfluss des Trainings auf sprachliche Fähigkeiten, Lese-Rechtschreib-Leistung, Motivation und Konzentration einzuschätzen. 4 Elternfragebögen wurden nicht zurückgesandt, und 1 Fragebogen wurde unvollständig ausgefüllt. Während die Lehrer in keinem der Bereiche eine trainingsbedingte Verbesserung angaben, wurde von etwa der Hälfte der Eltern die Effektivität desselben positiv bewertet (**Abb. 6**). Am häufigsten sahen diese deutliche bzw. leichte Verbesserungen hinsichtlich der Konzentrationsfähigkeit.

Nach der Trainingsphase sprach sich die Hälfte der Eltern der Trainingsgruppe für eine Fortsetzung des Zeitverarbeitungstrainings aus (ja: 10, nein: 8, fehlend:

3), und die meisten waren dafür, dass alle Kinder mit Schulproblemen ein Zeitverarbeitungstraining erhalten sollten (ja: 12, nein: 4, fehlend: 5). Diese Auffassungen der Eltern waren unabhängig davon, ob sie bei ihrem eigenen Kind eine Verbesserung durch das Training beobachtet hatten oder nicht.

Eine Befragung der Kinder der Trainingsgruppe ergab, dass 32% ( $n=6$ ) davon überzeugt waren, dass sie sich in der Schule durch das Training verbessern konnten.

### Diskussion

Zeitliche Verarbeitungsschwächen werden in der Literatur häufig als Ursache von Lern- und Verhaltensstörungen aufgefasst. In der dieser Annahme zugrunde liegenden Hypothese wird davon ausgegangen, dass eine verlangsamte zeitliche Verarbeitungsgeschwindigkeit zu Defiziten bei der Sprachanalyse führt. Dies wiederum erschwere das lautgetreue Lesen und Schreiben, ginge mit vermehrter Anstrengung im Unterricht und sekundären Aufmerksamkeitsstörungen einher und sei Anlass zu Missverständnissen in der Interaktion mit dadurch bedingten Verhaltensstörungen. Mit der vorliegenden Studie sollte geklärt werden, ob sich durch ein Training des zeitlichen Auflösungsvermögens eine Verbesserung der Unterscheidungsfähigkeit von Lauten und sprachlichen Fertigkeiten erreichen lässt.

Die Ergebnisse erbrachten, mit Ausnahme des Richtungshörens, einen klaren Nachweis von Trainingseffekten auf unmittelbar geübte Leistungen. In allen Aufgaben zur zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit war jedoch nicht nur in der Trainingsgruppe, sondern auch in der untrainierten Kontrollgruppe eine Leistungssteigerung zu beobachten, die am ehesten auf eine zunehmende Vertrautheit mit der Aufgabenstellung zurückzuführen ist.

Die von anderen Autoren beschriebenen Transfereffekte eines Zeitverarbeitungstrainings auf sprachliche Leistungen [9, 12, 15] konnten durch unsere Untersuchungen nicht bestätigt werden. Das Training von Ordnungsschwelle und Richtungshören hatte keinerlei Auswirkungen auf die Fähigkeit, Laute mit unterschiedlicher Stimmeinsatzzeit zu unterscheiden.

Auch hinsichtlich der phonologischen Bewusstheit und der Sprachkompetenz waren keine Therapieeffekte zu beobachten.

Dieses Ergebnis ist nicht ganz überraschend, wenn Befunde aus kontrollierten Untersuchungen zur Zeitverarbeitungsfähigkeit sprachentwicklungsgestörter Kinder berücksichtigt werden. In Studien, die einen Zusammenhang zwischen Defiziten bei der Analyse schnell aufeinander folgender Reize und Sprachstörungen nahe legten, fanden wesentliche Einflussvariablen keine ausreichende Beachtung. Wie bei einer Gruppe von 37 sprachentwicklungsgestörten Kindern gezeigt werden konnte, sind keine signifikanten Unterschiede zu einer Kontrollgruppe hinsichtlich der Fähigkeit, akustische Informationen sequenziell aufzulösen, nachweisbar, wenn Alter, Intelligenz und Geschlecht als Kovariaten in die Auswertung einbezogen werden [4]. Dass Zeitverarbeitungsdefizite den pathogenetischen Hintergrund von Sprachstörungen und damit einen Ansatzpunkt für eine Therapie bilden, kann somit nicht als empirisch belegt angesehen werden.

Die subjektive Einschätzung der Lehrer, die unter dem Training keine Verbesserung der Leistungen ihrer Schüler beobachten konnten, entsprach den negativen psychometrisch erhobenen Befunden. Ganz anders lautete das Urteil vieler Eltern und Kinder. Obgleich sich Auswirkungen des Trainings auf sprachliche Fertigkeiten nicht objektivieren ließen, schätzten diese das Training nicht selten recht positiv ein. Selbst wenn Eltern bei ihrem eigenen Kind keine Verbesserung in sprachlichen oder schulischen Leistungen bemerkten, sprachen sie sich für eine Fortsetzung des Trainings aus. Für Eltern sind demnach nicht nur spezifische Therapieeffekte für die Bewertung einer Behandlungsmethode von Bedeutung. Die Zeitverarbeitungsdefizithypothese liefert ihnen eine verständliche und nicht als diskriminierend empfundene Begründung für die Probleme ihres Kindes und gibt ihnen klare Handlungsanweisungen für deren Beseitigung. Dieser einfache Erklärungsansatz vermittelt Sicherheit im Umgang mit Lernstörungen und kommt damit den Bedürfnissen von Eltern und Therapeuten sehr entgegen. Auch dürfte das Bemühen, dem Kind

mit einer neuen, technisch aufwändigen Methode zu helfen, von vielen Eltern als positiv erlebt worden sein.

## Fazit

**Die Zeitverarbeitungsdefizithypothese als Erklärung für Lern- und Verhaltensprobleme findet gegenwärtig bei Fachleuten und Betroffenen große Akzeptanz, und ein Zeitverarbeitungstraining zur Behandlung ist weit verbreitet. Entgegen der Erwartung konnten wir in unserer Studie mit psychometrischen Verfahren keinen nennenswerten Einfluss eines derartigen Trainings auf die Sprachkompetenz von Kindern beobachten. Leistungsverbesserungen betrafen ausschließlich unmittelbar geübte Fertigkeiten, und Transfereffekte auf Lautdifferenzierungsfähigkeit oder Sprachkompetenz blieben aus. Im Gegensatz zu den Ergebnissen der psychometrischen Untersuchungen wurde das Training aber von vielen Eltern und Kindern als hilfreich beurteilt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bislang weder ein Zusammenhang zwischen auditiver Verarbeitungsgeschwindigkeit und Sprachleistungen noch die Wirksamkeit eines Zeitverarbeitungstrainings als belegt angesehen werden können. Ein Training der auditiven Verarbeitungsgeschwindigkeit verbessert nicht die Sprachwahrnehmung.**

## Korrespondierender Autor

**Dr. Dipl.-Psych. D. Berwanger**

Institut und Poliklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie, Ludwig-Maximilians-Universität  
Nussbaumstraße 7, 80336 München  
dagmar.berwanger@extern.lrz-muenchen.de

**Interessenkonflikt.** Die Herstellerfirma (MediTech) stellte für die Zeit der Studie die Trainingsgeräte (Brain-Boy Universal) zur Verfügung und gab eine Einweisung in deren korrekten Gebrauch. Die korrespondierende Autorin versichert, dass im Zusammenhang mit der Studie ansonsten keine weiteren Verbindungen zu Firmen bestanden oder finanzielle Zuwendungen erfolgten.

## Literatur

1. Ahmed ST, Lombardino LJ, Leonard CM (2001) Specific language impairment: definitions, causal mechanisms, and neurobiological factors. *J Med Speech Lang Pathol* 9: 1–15

2. Benasich AA, Tallal P (1996) Auditory temporal processing thresholds, habituation, and recognition memory over the first year. *Inf Behav Dev* 19: 339–357
3. Benasich AA, Tallal P (2002) Infant discrimination of rapid auditory cues predicts later language impairment. *Behav Brain Res* 136: 31–49
4. Berwanger D (2002) Untersuchung der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit bei Kindern mit einer Sprachentwicklungsstörung und/oder Lese-Rechtschreibstörung. Dr. Hut, München
5. Bishop DVM, Carlyon RP, Deeks JM et al. (1999) Auditory temporal processing impairment: neither necessary nor sufficient for causing language impairment in children. *J Speech Lang Hear Res* 42: 1295–1310
6. Grimm H, Schöler H (1991) Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET). Hogrefe, Göttingen
7. Kegel G (1990) Sprach- und Zeitverarbeitung bei sprachauffälligen und sprachunauffälligen Kindern. In: Kegel G, Arnhold T, Dahlmeier K et al. (Hrsg) *Sprechwissenschaft und Psycholinguistik 4*. Westdeutscher Verlag, Opladen, S 229–255
8. Landerl K, Linortner R, Wimmer H (1992) Phonologische Bewusstheit und Schriftspracherwerb im Deutschen. *Z Padiatr Psychol* 6: 17–33
9. Merzenich M, Jenkins W, Johnston P et al. (1996) Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science* 271: 77–81
10. Nickisch A (1999) Ordnungsschwellenwerte im Vor- und Grundschulalter. *Sprache Stimme Gehör* 23: 63–70
11. von Steinbüchel N, Wittmann M, de Langen E (1996) Zeitliche Informationsverarbeitung und Sprache – ein integraler Ansatz in der Aphasietherapie. *Verhaltensmod Verhaltensmed* 1: 331–351
12. von Steinbüchel N, Wittmann M, Landauer N (1997) Diagnose und Training der zeitlichen Verarbeitung von Hörreizen bei Grundschulern mit LRS. In: *Legasthenie-Bericht über den Fachkongress 1997*. Bundesverband Legasthenie, Greifswald, S 82–90
13. Suchodoletz W von, Höfler C (1996) Stellenwert des Heidelberger Sprachentwicklungstests (HSET) in der Diagnostik von Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen. *Z Kinder Jugendpsychiatr* 24: 4–11
14. Tallal P (2004) Improving language and literacy is a matter of time. *Nat Rev Neurosci* 5: 721–728
15. Tallal P, Merzenich M, Miller S et al. (1998) Language learning impairment: integrating research and remediation. *Scand J Psychol* 39: 197–199
16. Tallal P, Miller S, Fitch RH (1993) Neurobiological basis of speech: a case for the preeminence of temporal processing. *Ann NY Acad Sci* 682: 27–47
17. Tallal P, Miller SL, Bedi G et al. (1996) Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science* 271: 81–84
18. Tallal P, Piercy M (1974) Developmental aphasia: rate of auditory processing and selective impairment of consonant perception. *Neuropsychologia* 12: 83–93
19. Tewes U, Steffen S, Warnke F (2003) Automatisierungsstörungen als Ursache von Lernproblemen. *Forum Logopädie* 1: 24–30
20. Veale TK (1999) Targeting temporal processing deficits through Fast For Word: language therapy with a new twist. *Lang Speech Hear Serv Schools* 30: 353–362
21. Warnke F (1993) Ordnungsschwelle und Sprachtherapie. *Sprachheilarbeit* 38: 225–258
22. Weiß RH (1998) Grundintelligenztest Skala 2 CFT 20. Hogrefe, Göttingen