

HNO

<https://doi.org/10.1007/s00106-024-01509-9>

Angenommen: 27. Juni 2024

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2024



# Der LittLEARS® Hörfragebogen

## Auswertung multizentrischer Daten von Kindern nach früher bilateraler Cochleaimplantatversorgung

Yvonne Seebens<sup>1,7</sup> · Dennis Metzeld<sup>1</sup> · Barbara Streicher<sup>2</sup> · Cynthia Glaubitz<sup>3</sup> · Dominique Kronesser<sup>4</sup> · Kerstin Kreibohm-Strauß<sup>5</sup> · Silke Helbig<sup>6</sup> · Karolin Schäfer<sup>7</sup> · Stefanie Kröger<sup>8</sup> · Rainer Beck<sup>8</sup> · Antje Aschendorff<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Cochlear Implant Center (CIC) Rhein-Main Friedberg der HSF gGmbH, Friedberg, Deutschland; <sup>2</sup> HNO-Klinik, Cochlear Implant Centrum (CIK), Universitätsklinik Köln, Köln, Deutschland; <sup>3</sup> Hals-Nasen-Ohren-Klinik, Kopf- und Halschirurgie, CICERO Cochlear-Implant-Centrum, Uniklinikum Erlangen, FAU Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Deutschland; <sup>4</sup> Sächsisches Cochlear Implant Centrum (SCIC), Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland; <sup>5</sup> Cochlear Implant Centrum Wilhelm Hirte, Hannover, Deutschland; <sup>6</sup> Klinik für HNO-Heilkunde, Goethe-Universität Frankfurt am Main, Frankfurt am Main, Deutschland; <sup>7</sup> Humanwissenschaftliche Fakultät, Universität zu Köln, Köln, Deutschland; <sup>8</sup> Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Sektion Implant Centrum Freiburg (ICF), Universitätsklinikum Freiburg, Medizinische Fakultät, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, Deutschland

### Zusammenfassung

**Hintergrund:** Für eine optimale Förderung der mit einem Cochleaimplantat (CI) versorgten Kinder ist es von großer Bedeutung, langsame Entwicklungsverläufe bereits möglichst früh zu entdecken. Daten des LittLEARS® Hörfragebogens (LEAQ) von früh bilateral CI-versorgten Kindern werden in der vorliegenden Arbeit in Bezug auf das Lebensalter und Höralter evaluiert und dargestellt sowie mit später erfassten Sprachentwicklungsdaten verglichen.

**Material und Methoden:** In die vorliegende retrospektive Multizenterstudie wurden Daten von insgesamt 553 Kindern eingeschlossen, für die jeweils mindestens ein LEAQ im Verlauf der CI-Rehabilitation ausgefüllt wurde. Eingeschlossen wurden Kinder ohne Zusatzbeeinträchtigung, die bilateral simultan oder sequenziell mit CI versorgt wurden.

**Ergebnisse:** Erwartungsgemäß ergeben sich hohe Korrelationen zwischen dem Höralter (HA) und dem LEAQ-Gesamtscore. Nach Lebensalter (LA) ausgewertet verläuft die Entwicklung ungefähr parallel zu der Entwicklung normal hörender Kinder, allerdings auf niedrigerem Niveau. Bis zu einem Alter von ≤ 12 Monaten früh implantatversorgte Kinder erreichen dabei durchgehend etwa 7–8 Rohpunkte mehr. Erst die LEAQ-Ergebnisse der späteren Testzeitpunkte (ab einem Alter von 18 Monaten) korrelieren mit einigen Bereichen des Sprachentwicklungstests für Kinder (SETK) 3–5.

**Schlussfolgerung:** Die möglichst frühe Detektion kritischer Entwicklungsverläufe CI-versorgter Kinder ist von großer Bedeutung. Bei sehr früher CI-Versorgung sollte das LA als Bezugsmaß in der Diagnostik mit herangezogen werden. Die ermittelten LEAQ-Werte für die Gruppe der CI-versorgten Kinder eignen sich nur begrenzt als allgemeingültige Referenzwerte für früh bilateral CI-versorgte Kinder. Weitere Studien sind erforderlich, um die Zusammenhänge zwischen der frühen präverbalen Entwicklung mit der späteren Sprachentwicklung weiter herauszuarbeiten.

### Schlüsselwörter

Hörentwicklung · Lebensalter · Schwerhörigkeit · Referenzwerte · Sprachentwicklung



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

### Erfassung der präverbalen auditiven Entwicklung

Bis heute ist nicht geklärt, warum Kinder nach Versorgung mit Cochleaimplantaten (CI) eine sehr große Varianz in der Hör- und Sprachentwicklung zeigen. Es wird aber davon ausgegangen, dass es sich um ein multifaktorielles Geschehen handelt, welches sich aus auditiven, kindbezogenen sowie umweltbezogenen Faktoren zusammensetzt [3]. Für eine optimale Förderung der CI-versorgten Kinder ist es von großer Bedeutung, langsame Entwicklungsverläufe bereits möglichst früh zu erkennen. Nur so können notwendige Interventionsmaßnahmen erkannt und eingeleitet werden. Der LittLEARS® Hörfragebogen (LEAQ) ist inzwischen ein Routineinstrument zur Erfassung der frühen präverbalen auditiven Entwicklung – auch nach CI-Versorgung.

### Kinder mit Cochleaimplantat

#### Hörentwicklung

Eine frühe CI-Versorgung ist einer der Hauptfaktoren für einen erfolgreichen Hör- und Spracherwerb gehörloser Kinder [27]. Entsprechend wird auch das Ergebnis des in der Entwicklungsüberwachung verwendeten LEAQ durch das Implantationsalter beeinflusst [22].

Der LEAQ wurde an Stichproben von Kleinkindern mit Normakusis validiert [40]. Coninx et al. vermuteten bereits 2009, dass der LEAQ auch ein valides Instrument zur Beurteilung der Entwicklung von Kindern nach der Versorgung mit CI sein könnte [10]. In Studien wurde dies bereits mehrfach bestätigt [28, 38], sodass der Fragebogen heute aufgrund seiner hohen Gütekriterien [1] in den meisten CI-Zentren routinemäßig zum Einsatz kommt.

May-Mederake et al. haben mittels des LEAQ gezeigt, dass die Hörentwicklung von Kindern nach Versorgung mit CI von der Entwicklung von Kindern mit Normakusis abweicht. So zeigten CI-versorgte Kinder nach der Implantation häufiger eine beschleunigte Entwicklung [22]. Auch Liu et al. haben die LEAQ-Ergebnisse von Kindern mit Normakusis mit denen CI-versorgter Kinder im gleichen Höralter (HA) verglichen und festgestellt, dass die Hörentwicklung der CI-versorgten Kinder stei-

ler verläuft. Beide Studien führen diesen Effekt auf eine fortgeschrittenere kognitive Entwicklung der Kinder zurück [22]. Darüber hinaus erzielten früh implantatversorgte Kinder ( $\leq 12$  Monate) zwar zunächst niedrigere LEAQ-Scores, zeigten dann aber schnellere Fortschritte und erreichten in kürzerem Zeitraum die volle Punktzahl als später im Alter von 3–4 Jahren implantatversorgte Kinder [22, 38].

Die Hör- und Sprachentwicklung von Kindern mit Hörverlust zeigt eine hohe Variabilität und ist neben dem Alter der Kinder bei der CI-Versorgung u. a. noch abhängig von der täglichen Tragedauer der Hörsysteme sowie vom Bildungsstand der Eltern [11, 22–24, 27, 32]. Nicholas und Gers betonen in diesem Zusammenhang die Bedeutung des Wissens über die Entwicklungsunterschiede zu Kindern mit Normakusis für die Planung therapeutischer Interventionen [27, 29]. Auf den Bedarf an mehr Wissen über heterogene Entwicklungsverläufe und deren Interpretation bei CI-versorgten Kindern weisen auch Persson et al. hin [29]. Subjektiven (Eltern-)Fragebögen zur realistischen Einschätzung der kindlichen Entwicklung kommt in diesem Zusammenhang eine große Bedeutung zu [1, 9]. Im Fall des LEAQ wurde eine hinreichende Durchführungsobjektivität nachgewiesen [25]. Darüber hinaus konstatieren Grimm et al., dass Eltern die Entwicklung ihrer Kinder zuverlässig einschätzen können. Die Arbeitsgruppe folgert aus ihren Untersuchungen, dass die elterlichen Urteile trotz der subjektiven Befangenheit hoch valide und damit diagnostisch wertvoll sind [16].

Blamey et al. haben eine multizentrische retrospektive Studie durchgeführt und Daten von über 2000 CI-versorgten ausgewertet [2]. Zwar konnten mittels Analysen die Ursachen für einen Teil der Varianz in der Entwicklung aufgeklärt werden, der Großteil der Varianz blieb allerdings unaufgeklärt. Einfluss auf die Hörentwicklung und somit auf die LEAQ-Ergebnisse können demnach u. a. das präoperative Restgehör, das chirurgische Vorgehen, die verwendete CI-Technik sowie die Qualität der CI-Anpassung und des familienzentrierten Interventionsprogramms haben [2, 3, 31]. Hinzu kommt, dass etwa 30–40% der Kinder mit einer Hörschädigung zusätzliche Behinderun-

gen aufweisen, die nicht immer in den ersten Lebensmonaten erscheinen bzw. zu diesem Zeitpunkt bereits diagnostiziert werden können [3, 17, 31].

Da die auditorischen Fähigkeiten unabdingbare Voraussetzungen für die Lautsprachentwicklung darstellen, ist eine frühe Beurteilung der Hörentwicklung mit CI bedeutsam. Hier kann der LEAQ helfen, auditorische Auffälligkeiten und sich ableitende Bedürfnisse während der frühen Entwicklung rechtzeitig zu erkennen [23]. In **Tab. 1** wird eine Übersicht über die aktuell an Kindern mit Normakusis validierten LEAQ-Versionen gegeben.

#### Sprachentwicklung

Für den Bereich der Sprachentwicklung wurde bereits ebenfalls nachgewiesen, dass die Entwicklungsverläufe von CI-versorgten Kindern von denen mit Normakusis abweichen. So zeigen die Entwicklungsverläufe von Kindern mit CI eine deutlich höhere Varianz [5] und häufig einen schnelleren Lexikonzuwachs als ihre gut hörenden Peers [27]. Auch hier wird die Ursache in der fortgeschrittenen kognitiven Entwicklung vermutet und daraus geschlossen, dass das Sprachniveau nicht nur eine Funktion des Höralters ist, das dadurch bestimmt wird, wie lange ein Kind schon einen verbesserten Zugang zum auditiven Sprachsignal hat. Yoshinaga-Itano et al. konnten in diesem Zusammenhang 4 Kategorien der Sprachentwicklung bei CI-versorgten Kindern identifizieren: „gap closers“ (beschleunigte Entwicklung), „age equivalent“ (aufgeholte altersentsprechende Entwicklung), „below age equivalent“ (nicht altersentsprechende Entwicklung) und „gap openers“ (verlangsamte Entwicklung) [42].

Reichmuth et al. sehen dieses schnellere Lernen als spezifisches Merkmal des Spracherwerbs bei Kindern nach CI-Versorgung [36]. Es wird gefolgert, dass eine beschleunigte Entwicklung eine bessere Prognose bezüglich des zukünftigen Spracherwerbs vermuten lässt. Im Gegensatz dazu sollten Kinder, die eine verlangsamte Entwicklung zeigen, als Risikokinder betrachtet und ihre kognitive Entwicklung überprüft werden. Voraussetzung ist, dass eine verlangsamte Entwicklung so früh wie möglich erkannt wird [35, 36]. Ne-

**Tab. 1** Übersicht über die bisher validierten LEAQ-Versionen mit Angaben zur internen Konsistenz

LEAQ-Version	Größe der Stichprobe (Anzahl <i>n</i> )	Korrelation von Alter + Gesamtscore	Guttman-Lambda	Cronbach-Alpha	Split-Half-Reliabilität	Regressionsgleichung ( $y = a + b_1x - b_1x^2$ )
Arabisch	97	0,84	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Bulgarisch	101	0,82	0,87	0,96	0,9	$y = 5,560 + 1,604x - 0,018x^2$
Deutsch	218	0,91	0,93	0,96	0,88	$y = 2,0651 + 2,2175x - 0,0376x^2$
Englisch (USA)	144	0,85	0,88	0,98	0,92	$y = 9,084 + 1,779x - 0,026x^2$
Finnisch	364	0,91	0,93	0,96	0,95	$y = 4,586 + 1,947x - 0,029x^2$
Flämisch	142	0,93	0,93	0,96	0,96	$y = 3,673 + 1,666x - 0,016x^2$
Französisch (Kanada)	67	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Französisch	216	0,83	0,9	0,93	0,91	$y = 0,879 + 2,461x - 0,049x^2$
Griechisch	93	0,8	0,85	0,96	0,89	$y = 6,272 + 2,653x - 0,064x^2$
Hebräisch	70	0,91	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Hindi	59	0,63	n.a.	0,96	0,96	n.a.
Kiswahili	648	0,81	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Koreanisch	108	0,9	n.a.	0,96	0,93	n.a.
Lingala	723	0,77	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Maltesisch	398	0,9	0,92	0,92	0,95	$y = 5,07 + 2,02x - 0,03x^2$
Mandarin	157	0,84	0,88	0,95	0,91	$y = 1,21 + 2,23x - 0,038x^2$
Persisch	240	0,81	0,96	0,96	0,73	$y = 6,67 + 2,39x - 0,06x^2$
Polnisch	325	0,9	0,93	0,95	0,95	$y = 2,917 + 1,952x - 0,028x^2$
Rumänisch	88	0,8	0,85	0,96	0,89	$y = 2,538 + 1,919x - 0,031x^2$
Russisch	180	0,93	0,92	0,97	0,96	$y = 2,354 + 3,156x - 0,072x^2$
Schwedisch	299	0,9	n.a.	n.a.	n.a.	$y = 1,0026 + 2,1543x - 0,0298x^2$
Schweizerdeutsch	92	0,92	0,94	0,96	0,96	$y = 4,687 + 1,921x - 0,030x^2$
Serbisch	183	0,86	0,89	0,97	0,92	$y = 1,458 + 2,463x - 0,046x^2$
Slowakisch	592	0,92	0,89	0,96	0,95	$y = 4,143 + 2,147x - 0,033x^2$
Slowenisch	366	0,92	0,93	0,96	0,96	$y = 3,762 + 2,075x - 0,033x^2$
Spanisch (USA)	48	0,93	0,94	0,95	0,96	$y = 9,084 + 1,779x - 0,026x^2$
Yoruba	423	0,78	0,58	0,91	0,7	$y = 0,648 + 3,303x - 0,081x^2$
Gesamt-MW	239	0,73	0,89	0,96	0,94	$y = 3,883 + 2,192x - 0,039x^2$

LEAQ LittLEARS® Hörfragebogen, MW Mittelwert, n.a. Information nicht vorhanden [4, 10, 12, 19, 26, 29, 30, 38, 39, 43]

ben kognitionspsychologischen Faktoren beeinflussen zudem auch die tägliche CI-Nutzungsdauer und die Sprachexposition die frühe Sprachentwicklung CI-versorgter Kinder [14].

Insofern wurde bereits 2009 auf die Bedeutung eines Beurteilungsinstruments hingewiesen, das hilft, abweichende Entwicklungsverläufe frühzeitig zu erkennen [34]. Obwohl Schäfer et al. bereits gezeigt haben, dass der LEAQ prinzipiell sensitiv genug ist, um Kinder mit einer verzögerten Hörentwicklung zu identifizieren [37], ist die vorliegende Studie die erste, die deutschlandweit über LEAQ-Daten von CI-versorgten Kindern aus 6 CI-Zentren berichtet.

### Fragestellungen der Studie

Für die vorliegende Studie ergaben sich folgende Fragestellungen:

- Weist der LEAQ in der vorliegenden Stichprobe eine interne Konsistenz auf, die mit der von normal hörenden Kindern vergleichbar ist?
- Zeigt die Hörentwicklung CI-versorgter Kinder eine höhere Variabilität als die von Kindern mit Normakusis?
- Bestätigt sich die Annahme, dass die Hörentwicklung umso besser ist, je früher Kinder mit einem CI versorgt werden?
- Ist der LEAQ sensitiv genug, um frühzeitig verlangsamte Entwicklungsverläufe zu erfassen?
- Ist eine gute präverbale Hörentwicklung ein Indikator für eine bessere Sprachentwicklung im Alter von 4; 0–5;

11 Jahren, gemessen mit dem Sprachentwicklungstest für Kinder (SETK) 3–5 (Normierungsgruppe 4; 0–5; 11 Jahre) [15]?

### Material und Methoden

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine multizentrische retrospektive Studie der Arbeitsgemeinschaft CI-Rehabilitation (ACIR e.V.). Alle Daten der Kinder ( $n = 838$ ) wurden innerhalb der klinischen Routine mittels standardisierter Verfahren in den 6 teilnehmenden deutschen CI-Zentren im Zeitraum von 2001 bis 2021 erhoben [20].

### Stichprobe

In die retrospektive Studie wurden routinemäßig erhobene Daten aller beidseitig

**Tab. 2** CI-Versorgungs- und -Anpassungsdaten der bilateral versorgten CI-Kinder, von denen LEAQ-Daten vorhanden waren

Maßnahme	Anzahl <i>n</i>	Alter (Monate)			
		Min.	Max.	MW	SD
Implantation rechts	553	4,70	50,47	16,59	9,38
Implantation links	553	6,00	51,83	17,11	9,36
Differenz zwischen Implantation rechts und links	553	-11,97	11,97	-0,52	3,50
Erstanpassung rechts	553	5,77	51,73	17,83	9,34
Erstanpassung links	553	7,07	108,90	18,54	10,25

CI Cochleaimplantat, LEAQ LittLEARS® Hörfragebogen, *Min.* Minimum, *Max.* Maximum, *MW* Mittelwert, *SD* Standardabweichung

CI-versorgten Kinder eingeschlossen, die ab dem Jahr 2001 eine CI-Rehabilitation in einem der 6 teilnehmenden CI-Zentren erhielten. Einbezogen wurden kongenital bilateral gehörlose und an Taubheit grenzend schwerhörige Kinder [41], die ihr erstes CI im Alter von  $\leq 48$  Monaten erhalten haben und bilateral simultan oder sequenziell mit CI versorgt wurden. Der zeitliche Abstand zwischen der Versorgung mit erstem und zweitem Implantat musste dabei  $\leq 12$  Monate betragen (■ Tab. 2). Weitere Einschlusskriterien waren eine klinisch unauffällige nonverbale Entwicklung sowie für die Testungen ausreichende Kommunikationsfähigkeit der Eltern in deutscher Sprache. Ebenso wurde die auditive Diskriminationsfähigkeit zum Zeitpunkt der entwicklungsdiagnostischen Erhebung sichergestellt. Das Vorliegen einer entwicklungsrelevanten Zusatzbeeinträchtigung stellte ein Ausschlusskriterium dar, ebenso syndromale Erkrankungen, pathologische Veränderungen des Innenohrs, neuronale Anomalien sowie eine irreguläre Elektrodenlage.

Insgesamt konnten 553 Kinder in die Studie eingeschlossen werden, von denen jeweils mindestens ein ausgefüllter LEAQ nach erfolgter CI-Versorgung vorlag (291 [52,6%] männlich, 261 [47,2%] weiblich, 1 [0,2%] ohne Angabe).

Bei 68,9% der Kinder war die Ursache für die Hörschädigung unbekannt. Bei 22,3% der Kinder lag eine genetische und bei 8,8% der Kinder eine medizinische Ursache für die Hörschädigung vor.

Von den 553 teilnehmenden Familien gaben 301 (54%) als Erstsprache Deutsch und 161 (29%) eine andere Sprache an. Bei 91 Familien gab es keine Angabe bzgl. der verwendeten Erstsprache (17%). In 23%

der Fälle wurde angegeben, dass in der Familie eine zweite Sprache genutzt wird.

Insgesamt waren 12,8% der Kinder mit Implantaten der Fa. Advanced Bionics, Fellbach-Oeffingen, Deutschland, versorgt, 29,6% mit Implantaten der Fa. MED-EL, Innsbruck, Österreich, und 49,8% mit Implantaten der Fa. Cochlear, Sydney, Australien. Bei insgesamt 12,8% der Kinder lagen keine Angaben zur Art des Implantats vor. Im Verlauf mussten 5,2% der Kinder erneut implantatversorgt werden. Implantationsdaten der Stichprobe sind in ■ Tab. 2 vermerkt.

### LittLEARS® Auditory Questionnaire

Der LittLEARS® Hörfragebogen (LittLEARS® Auditory Questionnaire, LEAQ) wurde 2003 entwickelt [21] und liegt aktuell in etwa 50 Sprachen vor, davon sind mindestens 27 Sprachversionen validiert (■ Tab. 1). Zusätzlich zu den bereits validierten Sprachen gibt es den LEAQ aktuell noch auf Afrikaans, Äthiopisch, Bengalisch, Bosnisch, Dänisch, Farsi, Gujarati, Tamil, Indonesisch, Italienisch, Japanisch, Kroatisch, Malaysisch, Marathi, Norwegisch, Portugiesisch, Portugiesisch (Brasilien), Tagalog, Tschechisch, Türkisch, Ungarisch, Spanisch und Vietnamesisch.

Die Validierungsstudien, allen voran die Arbeit von Coninx et al., haben deutlich gemacht, dass es keine statistischen Unterschiede zwischen den Ergebnissen in den verschiedenen Sprachen und Kulturen gibt [10]. Persson et al. weisen jedoch darauf hin, dass aufgrund möglicher kultureller Unterschiede bei der Interpretation der Items eine Validierung in den einzelnen Sprachen notwendig sei [29]. Der LEAQ kann von den Bezugspersonen selbststän-

dig oder unter Anleitung von Fachpersonal innerhalb von 10 min ausgefüllt werden [40]. Die Gesamtskala des Fragebogens ist in 3 Subskalen gegliedert, die rezeptive, bedeutungserfassende und produktive Verhaltensweisen abfragen. Ermittelt wird jeweils der Gesamtscore, also die Anzahl der insgesamt maximal 35 mit „ja“ beantworteten Fragen. Dieser Gesamtscore wird dann mit Normdaten der Kinder mit Normakusis verglichen [10], wobei auch Fortschritte dokumentiert werden können.

Im Längsschnitt wurden in der vorliegenden Studie Daten von bis zu 10 Fragebögen pro Kind erfasst. In der Regel wurden die Fragebögen von den Bezugspersonen allein ausgefüllt. Nur in einem der 6 Zentren gab es routinemäßig Unterstützung beim Ausfüllen durch therapeutische Fachkräfte, in den anderen 5 Zentren ausschließlich bei Bedarf. Ausgefüllt wurde der LEAQ in der vorliegenden Untersuchung in den Sprachen Deutsch, Englisch, Arabisch, Türkisch und Russisch. Ausgewertet wurde der Fragebogen jeweils bezogen auf Lebens- und Höralter.

### Sprachentwicklungstest für Kinder 3–5

Der Sprachentwicklungstest für 3- bis 5-jährige Kinder (SETK 3–5) [15] erfasst die altersspezifischen sprachlichen Leistungen in den Bereichen Produktion und Rezeption sowie die auditiven Gedächtnisleistungen und ist für die jeweiligen Altersklassen normiert und standardisiert. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Ergebnisse (Rohwerte) der Untertests der Altersklasse 4; 0–5; 11 ausgewertet und mit den Ergebnissen des LEAQ in Beziehung gesetzt. Der Sprachentwicklungstest wurde in der vorliegenden Studie unabhängig von der Familiensprache in deutscher Sprache durchgeführt. Lag für ein Kind mindestens ein ausgefüllter LEAQ vor, so wurden für dieses Kind jeweils die Ergebnisse des SETK (4; 0–5; 11) mit in die Auswertung genommen. Lagen mehrere SETK-Ergebnisse dieser Altersklasse vor, so wurden jeweils nur die Rohwerte des frühesten Testzeitpunkts herangezogen. Somit ergaben sich folgende Stichprobengrößen für die jeweiligen Subskalen: Verstehen von Sätzen (VS)  $n=129$ ; Morphologische Regelbildung (MR)  $n=151$ ;

**Tab. 3** Verarbeitete Fälle nach Lebens- und Höraltersklassen. Die Ergebnisse stellen den jeweiligen LEAQ Gesamtscore dar

Klasse	Anzahl <i>n</i>	Anteil (%)	Min.	Max.	MW	SD
lak69	4	0,7	0	3	0,75	1,50
lak912	56	10,1	0	26	9,48	6,44
lak1215	155	28,0	0	30	13,45	7,13
lak1518	174	31,4	0	35	17,14	7,87
lak1821	183	33,0	0	35	20,63	8,33
lak2124	176	31,8	0	35	23,11	8,69
lak2427	152	27,4	0	35	23,41	8,97
lak2730	130	23,5	0	35	23,44	10,06
lak3033	116	20,9	2	35	25,34	8,79
lak3336	96	17,3	1	35	25,72	8,48
hak03	226	40,8	0	35	10,50	7,65
hak36	309	55,8	2	35	17,12	6,32
hak69	268	48,4	1	35	21,97	6,83
hak912	174	31,4	2	35	24,68	6,80
hak1215	176	31,8	8	35	26,84	6,12
hak1518	95	17,1	11	35	28,78	5,99
hak1821	94	17,0	0	35	28,79	6,85
hak2124	69	12,5	11	35	29,62	5,77
hak2427	74	13,4	8	35	29,97	5,65
hak2730	14	2,5	24	35	32,21	2,83
hak3033	14	2,5	13	35	30,86	6,59
hak3336	6	1,1	29	35	32,83	2,14

*hak* Höraltersklasse, *lak* Lebensaltersklasse, *Min.* Minimum, *Max.* Maximum, *MW* Mittelwert, *SD* Standardabweichung

Phonologisches Gedächtnis für Nichtwörter (PGN)  $n = 124$ ; Gedächtnisspanne für Wortfolgen (GW)  $n = 149$  und Satzgedächtnis (SG)  $n = 135$ .

### Datenauswertung

Alle statistischen Analysen und Grafiken wurden mit IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0 (Fa. IBM Corp., Armonk/NY, USA) sowie MS Excel (Fa. Microsoft, Redmond/WA, USA) durchgeführt.

In der deskriptiven Statistik wurden Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) der Rohwerte verwendet, für die Normalverteilungsprüfung der Shapiro-Wilk-Test. Aufgrund überwiegend nichtnormalverteilter Daten wurden für die Interferenzstatistik nonparametrische Verfahren angewandt: Kruskal-Wallis-Test mit paarweisen Vergleichen und Bonferroni-Korrektur sowie Spearman-Rangkorrelationen. Grafische Boxplots zeigen Median und Quartile (Boxen definieren das 1. bzw. 4. Quartil; Whiskers definieren entweder das Minimum (Min.)/Maximum (Max.) oder (falls

Ausreißer vorkommen) das 1,5-Fache des Interquartilsabstands). Die statistische Signifikanz wurde definiert als  $p \leq 0,05$ .

Für die Erstellung einer Trendlinienformel wurde eine Regressionsanalyse mit „Alter“ als unabhängige Variable und „Gesamtscore“ als abhängige Variable durchgeführt. Es wurde eine polynomiale Regression zweiter Ordnung erstellt, mit  $x = \text{Alter}$  und  $y = \text{Gesamtscore}$ . Einbezogen wurden diejenigen Alterskategorien, für die eine Stichprobe von  $n \geq 10$  vorlag.

### Ergebnisse

Die Ergebnisse werden nachfolgend für den LEAQ jeweils für die Bezugsmaße Lebensalter (LA) und Höralter (HA) dargestellt. Im Anschluss werden beide Gruppen nochmals unterteilt in früh ( $\leq 12$  Monate) und später ( $> 12$  Monate) implantatversorgte Kinder und die Korrelationsanalyse dargestellt.

Da die Messungen in den unterschiedlichen Zentren nicht zu festen Zeitpunkten erfolgten, handelt sich hierbei nicht

um einen echten Längsschnitt. Vielmehr wurden die Messwerte entsprechend ihrem Erhebungszeitraum in Lebens- und Höraltersklassen von jeweils 3 Monaten eingeteilt.

In die Altersklasse 15–18 gingen beispielsweise alle LEAQ-Messwerte ein, die bei CI-versorgten Kindern in einem Alter von  $> 15$  bis einschließlich 18 Monaten erhoben wurden. Bei der Aufteilung nach Höralter wurde dieses jeweils ab Erstanpassung berechnet. Die Stichproben sind in den unteren Lebensalters- und den oberen Höraltersklassen sehr klein. Daher wurden im Weiteren nur Werte dargestellt, die eine Stichprobengröße von  $n \geq 10$  aufweisen. Die **Tab. 3** gibt eine Übersicht über die verarbeiteten Fälle pro Klasse nach LA und HA, inklusive der ermittelten Werte für Min., Max., MW und SD auf Basis der Rohwerte LEAQ-Gesamtscore.

### Interne Konsistenz des LEAQ für die vorliegende Stichprobe

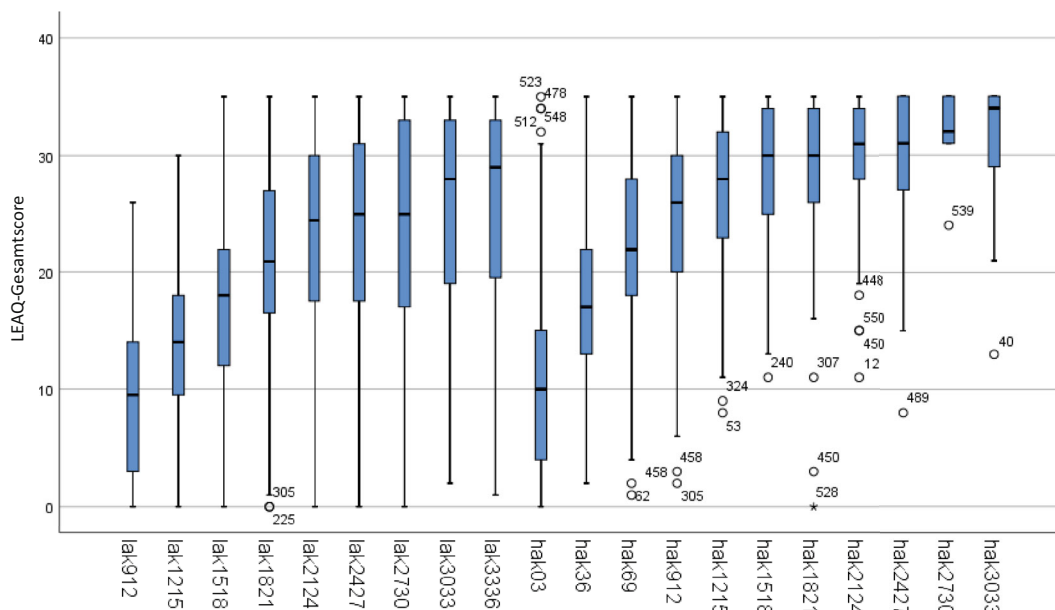
Die an Kindern mit Normakusis validierten Versionen des LEAQ zeigen durchweg hohe Korrelationen zwischen dem Alter und dem Gesamtscore von durchschnittlich  $r = 0,73$  (**Tab. 1**). Der Korrelationskoeffizient für die vorliegende Stichprobe CI-versorgter Kinder ( $n = 553$ ) liegt für das LA und den LEAQ-Gesamtscore bei  $r = 0,27$  ( $p < 0,0001$ ). In Bezug auf das HA liegt der Korrelationskoeffizient mit dem LEAQ-Gesamtscore bei  $r = 0,63$  ( $p < 0,0001$ ). Die Reliabilität der LEAQ-Skala konnte nur für die Stichprobe berechnet werden, für die Daten auf der Ebene der einzelnen Items vorlagen ( $n = 293$ ). Hier zeigte sich eine hohe interne Konsistenz des LEAQ in Bezug auf die Stichprobe CI-versorgter Kinder (**Tab. 4**).

### Varianz der Hörentwicklung

Sowohl in der Auswertung nach LA als auch nach HA zeigen sich eine große Streuung in den Daten, wobei die Ergebnisse nach LA im Vergleich eine noch höhere Streuung aufweisen (**Tab. 3** und **Abb. 1**).

In **Abb. 2** ist die Normkurve für eine normal hörende Population (MWnh), basierend auf einer deutschen Stichprobe, abgetragen [10]. Zusätzlich sind hier die Mittelwertkurven für die LEAQ-Mes-





**Abb. 1** ◀ LEAQ-Ergebnisse inklusive der Streuung aufgeteilt nach Lebensalters- und Höraltersklassen. LEAQ LittEARS® Hörfragebogen, *hak* Höraltersklasse, *lak* Lebensaltersklasse

sungen eingeteilt in Lebensalters- (MWLA) und Höraltersklassen (MWAHA) jeweils in 3-Monats-Zeiträumen abgetragen. Kinder mit einem HA von 0–3 Monaten schneiden zunächst besser ab als normal hörende Kinder der entsprechenden Altersgruppe; die Kurve flacht jedoch früher ab und liegt ab einem Höralter von > 15–18 Monaten unter den Werten normal hörender Kinder.

Werden die Ergebnisse nach Altersgruppen geordnet, so zeigt sich ein annähernd paralleler Verlauf zu den normal hörenden Kindern, allerdings auf niedrigerem Niveau. Der Abstand von etwa 10–12 Rohpunkten bleibt in etwa gleich (▣ **Abb. 2**).

### Hörentwicklung und Zeitpunkt der CI-Versorgung

Dieses Bild ändert sich, wenn die Gruppen nochmals unterteilt werden nach dem Zeitpunkt der frühesten Erstanpassung. Dazu wurden die Kinder gesondert angeschaut, bei denen die Erstanpassung der ersten CI-versorgten Seite bis zu einem Lebensalter von ≤ 12 Monaten stattgefunden hat. Die Ergebnisse sind in ▣ **Abb. 3** dargestellt. Während sich für die Auswertung nach Höralter kein signifikanter Unterschied zeigt, ergibt die Auswertung nach Lebensalter eine deutliche Differenz. So kommen die Kinder, die bis zu einem Alter von 12 Monaten implantatversorgt wurden, durchgehend

auf etwa 7–8 Rohpunkte mehr. Hierbei sind alle Unterschiede hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ).

### Zusammenhang zwischen früher Hörentwicklung und Sprachentwicklung

Die ▣ **Tab. 5** gibt Aufschluss über Anzahl und Ergebnisse der ausgewerteten Subskalen des SETK 3–5 im Alter von 4;0–5;11 Jahren (Altersgruppe 4; 0–5; 11).

Um Zusammenhänge zwischen den LEAQ-Ergebnissen (Gesamtscore für die jeweiligen Altersklassen) und den Ergebnissen des SETK 3–5 (Rohwerte) zu erkennen, wurde eine Korrelationsmatrix erstellt (▣ **Abb. 4 und 5**). In Bezug auf die Auswertung nach LA zeigt sich, dass erst die LEAQ-Ergebnisse der späteren Testzeitpunkte (ab einem Alter von 18 Monaten) mit einigen Bereichen des SETK 3–5 korrelieren. Je später die weiteren Testzeitpunkte liegen, desto höher sind die Korrelationen mit den Rohwerten des Sprachentwicklungstests. Etwas anders stellt sich die Situation dar, wenn der LEAQ nach HA ausgewertet wird: Dabei korrelieren einige Bereiche des SETK 3–5 bereits ab dem Alter von 3 Monaten. Und auch hier korrelieren die späteren LEAQ-Ergebnisse deutlich stärker mit den Werten des Sprachentwicklungstests.

## Diskussion

### Hörentwicklung früh CI-versorgter Kinder

Mittels des LEAQ ist es möglich, das Hörverhalten von Kindern – unabhängig von klinischen Testsituationen – zu ermitteln [1]. Die Hör- und Sprachentwicklung CI-versorgter Kinder unterscheidet sich von denen mit Normakusis u. a. dadurch, dass der entwicklungsrelevante auditive Input später einsetzt. Die vorliegende Analyse ergab, dass die interne Konsistenz für den LEAQ in Bezug auf CI-versorgte Kinder gegeben ist.

Darüber hinaus wurde gezeigt, dass früh (bis zu einem LA von ≤ 12 Monaten) CI-versorgte Kinder von Anfang an bessere Hörleistungen erzielen und diesen Vorsprung im Vergleich zu Kindern, die im Alter von > 12 Monaten versorgt wurden, über die Zeit halten. Dies deckt sich mit den Ergebnissen vorangegangener Studien, die ebenfalls einen hochsignifikanten Zusammenhang zwischen dem Implantationsalter und den Ergebnissen des LEAQ bestätigen [11]. Das Implantationsalter ist somit ein wichtiger Faktor in Bezug auf die Hörentwicklung. Eine bereits in anderen Studien [4, 11] beobachtete steilere Hörentwicklung von CI-versorgten Kindern im Vergleich zu Kindern mit Normakusis wurde auch mit den vorliegenden Daten für die Auswertung nach HA zu Beginn der

**Tab. 4** Interne Konsistenz des LEAQ der vorliegenden Kohorte im Vergleich zu den an normal hörenden Kindern validierten Versionen (■ Tab. 1)

LEAQ-Daten	Größe der Stichprobe (n)	Korrelation von Alter + Gesamtscore	Guttman-Lambda	Cronbach-Alpha	Split-Half-Reliabilität	Regressionsgleichung (y = a + b <sub>1</sub> x - b <sub>2</sub> x <sup>2</sup> )
Deutsch	218	0,91	0,93	0,96	0,88	y = 2,0651 + 2,2175x - 0,0376x <sup>2</sup>
Gesamtwerte validierter Versionen, MW	239	0,73	0,89	0,96	0,94	y = 3,883 + 2,192x - 0,039x <sup>2</sup>
CI-versorgt LA	293	0,27	0,96	0,95	0,81	y = 5,0003 + 4,9481x - 0,3015x <sup>2</sup>
CI-versorgt HA	293	0,63	0,96	0,95	0,81	y = 7,2035 + 5,295x - 0,2912x <sup>2</sup>

CI Cochleaimplantat, HA Höralter, LA Lebensalter, LEAQ LittlEARS® Hörfragebogen, MW Mittelwert

**Tab. 5** Übersicht Ergebnisse des SETK 3–5 (Altersgruppe 4; 0–5; 11) der CI-versorgten Kinder (Rohwerte)

Subskala SETK 3–5	Anzahl n	Minimum	Maximum	MW	SD
Verstehen von Sätzen	129	0	15	6,60	5,17
Morphologische Regelbildung	151	0	33	13,27	10,38
Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter	124	0	16	5,59	4,39
Gedächtnisspanne für Wörter	149	0	6	3,08	1,28
Satzgedächtnis	135	0,00	114,00	55,64	34,81

CI Cochleaimplantat, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, SETK 3–5 Sprachentwicklungstest für 3- bis 5-jährige Kinder

Entwicklung bestätigt. Bei der Auswertung nach LA konnte diese Aufholtendenz hingegen nicht beobachtet werden. Als Ursache wird hier der fehlende Vorteil durch eine fortgeschrittene kognitive Entwicklung der CI-versorgten gegenüber den normal hörenden Kindern gesehen.

### Variabilität der LEAQ-Ergebnisse CI-versorgter Kinder

Die Auswertungen im Rahmen der Normierung des LEAQ in den unterschiedlichen sprachlichen Versionen anhand von Kindern mit Normakusis zeigen durchweg eine sehr hohe Korrelation des LA mit den Gesamtwerten des LEAQ von durchschnittlich r = 0,73 (■ Tab. 1). Die Korrelation mit der vorliegenden Population CI-versorgter Kinder liegt bei der Auswertung nach LA im Vergleich mit r = 0,27 deutlich niedriger, bei der Auswertung nach HA jedoch nur relativ geringfügig niedriger (r = 0,63). Somit zeigt sich ein deutlich geringerer Zusammenhang zwischen dem Alter und der Hörentwicklung bereits im präverbalen Entwicklungsstadium im Vergleich zu den Kindern mit Normakusis. Hingegen hängt die Dauer der Hörerfahrung bei den CI-Kindern fast so stark mit ihrem LEAQ-Ergebnis zusammen wie bei Kindern mit Normakusis das Lebensalter. Wie im Bereich der Sprachentwicklung ist davon auszugehen,

dass bei den CI-versorgten Kindern neben den auditiven Faktoren zusätzlich kindbezogene sowie umweltbezogene Faktoren eine Rolle spielen [3].

Alle Daten der vorliegenden Studie wurden von Kindern erhoben, die nach der CI-Versorgung an einer CI-Rehabilitationsmaßnahme teilgenommen haben, welche an einem renommierten CI-Zentrum durchgeführt wurde. Daher ist anzunehmen, dass die Hörförderung im Rahmen der familienzentrierten Intervention in den 6 teilnehmenden Zentren vergleichbar war und nicht zu Unterschieden in der Hörentwicklung führte. Eine weitere Differenzierung wie z. B. nach möglichem präoperativem Restgehör oder nach chirurgischer und audiologischer Versorgung sowie familiärer Situation hat nicht stattgefunden, da diese Daten nicht miterhoben wurden.

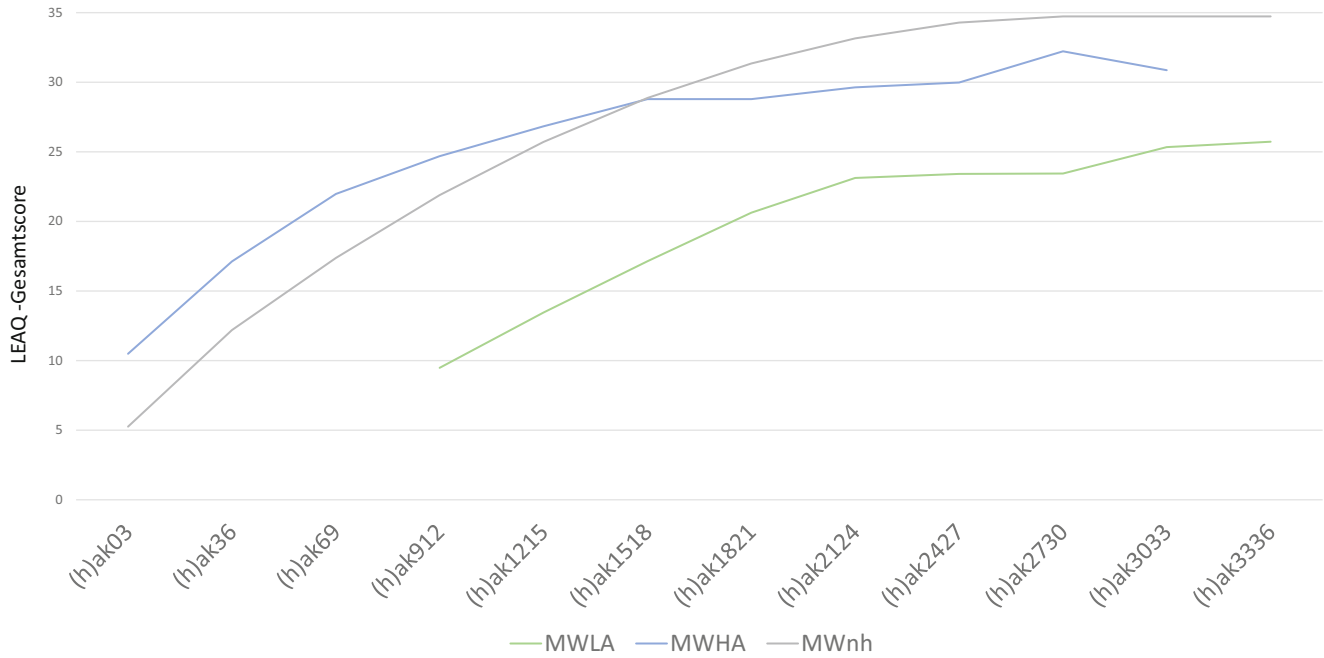
Die deutlich schlechtere Korrelation des Gesamtscores der CI-versorgten Kinder bei Auswertung nach LA im Vergleich zur Auswertung nach HA lässt sich am ehesten durch auditive Faktoren erklären; konkret durch den Mangel an Hörerfahrung, da die restlichen möglichen Einflussfaktoren aufgrund der Berechnung anhand derselben Kohorte ausgeschlossen werden können.

Die vorliegenden Daten zeigen eine große Streuung der Messwerte über alle Altersklassen hinweg, für die Auswertung

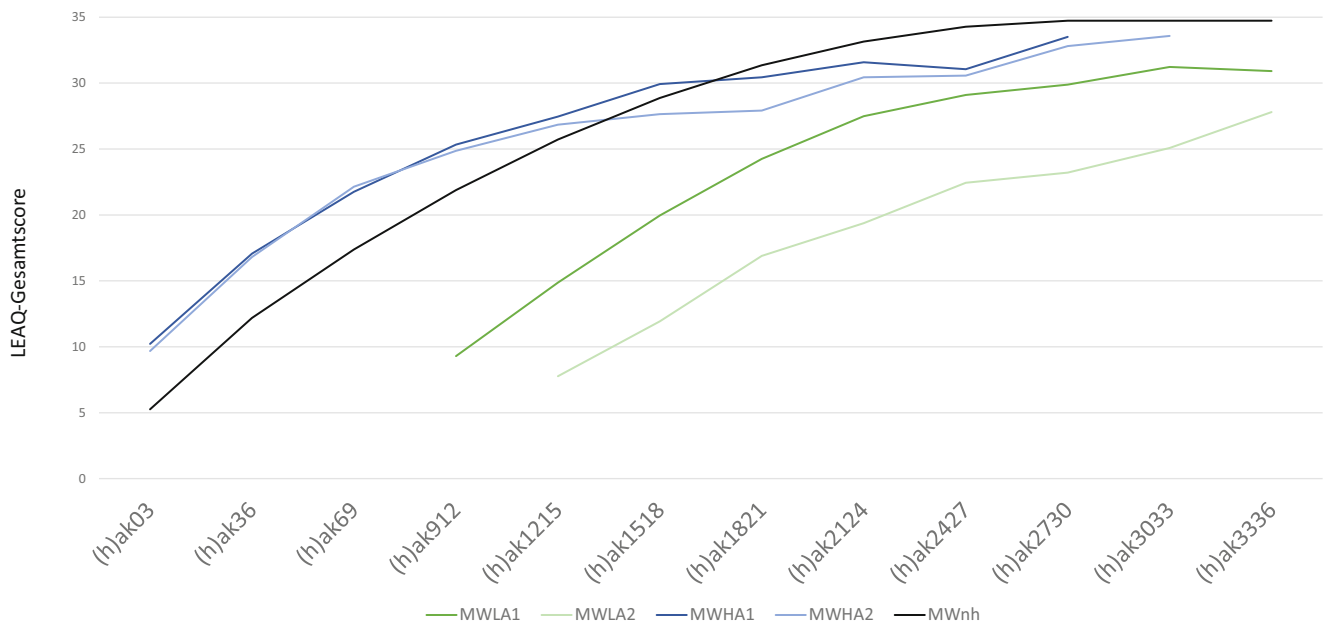
nach LA ist die Streuung dabei größer als nach HA (■ Tab. 3 und ■ Abb. 1). Prakash et al. berechneten für den LEAQ eine SD für Kinder mit Normakusis im Alter von 0–24 Monaten von durchschnittlich SD = 3,89 (n = 59) [30]. Bezogen auf die vorliegenden Daten von CI-versorgten Kindern ergibt sich für die Auswertung nach LA (≤ 24 Monate) im Durchschnitt eine SD von 7,7 sowie für die Auswertung nach HA (≤ 24 Monate) eine SD von 6,54. Somit bestätigt sich die höhere Variabilität der Hörentwicklung CI-versorgter gegenüber Kindern mit Normakusis bereits in der präverbalen Entwicklung.

Ching et al. haben festgestellt, dass die Sprachentwicklung der Kinder mit Hörschädigung mehr als eine SD unter der von Kindern mit Normakusis im gleichen LA liegt [8]. Auch die vorliegende Untersuchung zeigte, dass der Abstand in allen Altersklassen mit hinreichend großer Stichprobe mehr als eine SD beträgt. Als signifikant förderliche Faktoren für die Entwicklung von hörgeschädigten Kindern sehen Ching et al. neben der frühen Hörversorgung u. a. auch eine bessere Bildung der Eltern. Bezogen auf den LEAQ konnte bisher kein signifikanter Einfluss des elterlichen Bildungsniveaus auf die kindliche Hörentwicklung festgestellt werden, sodass der LEAQ als eine wertvolle Methode zur Beurteilung der frühen auditorischen Entwicklung bei sehr jungen Kindern eingeschätzt wird [33]. Um die rasante Hörentwicklung zu Beginn besser erfassen zu können, wird empfohlen, die Abstände zwischen den LEAQ-Testungen auf unter 6 Monate zu setzen [18].

Vorangegangene Studien ergaben, dass die Varianz der LEAQ-Ergebnisse u. a. auch auf Unterschiede in der täglichen CI-Tragedauer zurückzuführen sind [24]. Aufgrund des retrospektiven Charakters der vorliegenden Studie konnte die CI-Tragedauer nicht mitberücksichtigt wer-



**Abb. 2** ▲ Mittelwerte der LEAQ-Ergebnisse nach Hör- (MWhA) und Lebensaltersklassen (MWLA) im Vergleich zu normal hörenden Kindern (MWnh). (h)ak (Hör-)Altersklasse, LEAQ LittIEARS® Hörfragebogen, MWhA Mittelwert Höraltersklasse, MWLA Mittelwert Lebensaltersklasse, MWnh Mittelwert normal hörende Kinder



**Abb. 3** ▲ Mittelwerte der LEAQ-Ergebnisse nach Hör- (MWhA) und Lebensaltersklassen (MWLA) im Vergleich zu normal hörenden Kindern (MWnh). MWhA1 bzw. MWLA1: Erstanpassung ≤ 12 Monate; MWhA2 bzw. MWLA2: Erstanpassung > 12 Monate. (h)ak (Hör-)Altersklasse, LEAQ LittIEARS® Hörfragebogen, MWhA Mittelwert Höraltersklasse, MWLA Mittelwert Lebensaltersklasse, MWnh Mittelwert normal hörende Kinder

den. Ebenso wurde die Hörerfahrung vor der CI-Versorgung nicht miterfasst. Es ist aber anzunehmen, dass dieser Faktor v. a. zu Beginn der Hörentwicklung eine wichtige Rolle spielt [36]. Wenn das HA als Bezugsmaß herangezogen wird, sollte

dieses daher mit „Dauer der Hörerfahrung mit CI“ angegeben werden.

### Erfassung von Entwicklungsverläufen mittels des LEAQ

Es ist wichtig, langsame Entwicklungsverläufe zu einem möglichst frühen Zeitpunkt zu entdecken, um mögliche Interventio-



	lak912	lak1215	lak1518	lak1821	lak2124	lak2427	lak2730	lak3033	lak3336
VS (n)		n.s. (45)	n.s. (45)	n.s. (48)	n.s. (53)	n.s. (32)	,405 (33)	,408 (24)	,625 (21)
MR (n)	n.s. (12)	n.s. (53)	n.s. (58)	n.s. (64)	,332 (66)	,565 (46)	,306 (45)	,411 (32)	,469 (34)
PGN (n)		n.s. (43)	n.s. (47)	,449 (51)	,580 (53)	,677 (36)	,419 (38)	,671 (28)	,434 (31)
GW (n)	n.s. (12)	n.s. (50)	n.s. (57)	,409 (61)	n.s. (64)	n.s. (44)	n.s. (43)	,410 (31)	n.s. (33)
SG (n)	n.s. (11)	n.s. (51)	,352 (54)	,466 (59)	,392 (60)	,612 (41)	,341 (41)	,596 (29)	,596 (31)

  Stichprobe unter 10  
  nicht signifikant  
  signifikant ( $p \leq 0,05$ )  
  signifikant ( $p \leq 0,01$ )

**Abb. 4** ▲ Korrelationsmatrix LEAQ (LA) und SETK 3–5 (Altersgruppe 4; 0–5; 11) mit Spearman-Rangkorrelationen. *lak* Lebensaltersklasse, *LA* Lebensalter, *LEAQ* LittLEARS® Hörfragebogen, *n.s.* nicht signifikant, *SETK 3–5* Sprachentwicklungstest für 3-bis 5-jährige Kinder. (*n*) Anzahl *n*, *GW* Gedächtnisspanne für Wortfolgen, *MR* Morphologische Regelbildung, *PGN* Phonologisches Gedächtnis für Nichtwörter, *SG* Satzgedächtnis, *VS* Verstehen von Sätzen

	hak03	hak36	hak69	hak912	hak1215	hak1518	hak1821	hak2124	hak2427
VS (n)	n.s. (48)	n.s. (79)	,320 (67)	,468 (52)	,536 (49)	,483 (20)	n.s. (15)	n.s. (18)	,863 (16)
MR (n)	n.s. (50)	,258 (90)	,243 (83)	,369 (69)	,423 (69)	,452 (30)	,428 (31)	n.s. (25)	,678 (33)
PGN (n)	n.s. (38)	,263 (71)	,298 (68)	,543 (57)	,519 (60)	,787 (22)	,629 (28)	,723 (22)	,609 (29)
GW (n)	n.s. (50)	,234 (88)	n.s. (80)	,304 (68)	,361 (65)	,520 (28)	,409 (28)	n.s. (25)	,538 (31)
SG (n)	n.s. (46)	,237 (82)	,295 (74)	,560 (62)	,550 (60)	,748 (27)	,551 (28)	,511 (24)	,788 (29)

  Stichprobe unter 10  
  nicht signifikant  
  signifikant ( $p \leq 0,05$ )  
  signifikant ( $p \leq 0,01$ )

**Abb. 5** ▲ Korrelationsmatrix LEAQ (HA) SETK 3–5 (Altersgruppe 4; 0–5; 11) mit Spearman-Rangkorrelationen. *HA* Höralter, *LEAQ* LittLEARS® Hörfragebogen, *SETK 3–5* Sprachentwicklungstest für 3-bis 5-jährige Kinder. (*n*) Anzahl *n*, *GW* Gedächtnisspanne für Wortfolgen, *MR* Morphologische Regelbildung, *PGN* Phonologisches Gedächtnis für Nichtwörter, *SG* Satzgedächtnis, *VS* Verstehen von Sätzen

nen einzuleiten und zielführend umzusetzen. Die Auswertung des LEAQ nach HA scheint an dieser Stelle nicht sensitiv genug zu sein, um den Einfluss des Implantationsalters zu detektieren. Aufgrund des unterschiedlichen Verlaufs im Vergleich zu Kindern mit Normakusis erscheint die reine Betrachtung des HA als nicht sinnvoll. Auch im Bereich der Sprachentwicklung können langsame Verläufe übersehen werden, wenn nur das HA als Referenz herangezogen wird, dies wird daher eher kritisch betrachtet [13, 36].

Die Auswertung nach LA kann hier eine bessere Einschätzung der Hörentwicklung zur Folge haben, da der Einfluss weiter entwickelter kognitiver Funktionen ausgeschlossen wird. Zudem werden bei der Aus-

wertung nach LA mögliche Ceilingeffekte vermieden [29].

Insbesondere zu Beginn der CI-Versorgung kann aber nicht davon ausgegangen werden, dass die CI-versorgten Kinder eine vergleichbare Hörentwicklung zeigen wie Kinder mit Normakusis. In der vorliegenden Analyse zeigte die Stichprobe eine Entwicklung ungefähr parallel zu der Entwicklung der Kinder mit Normakusis, allerdings auf niedrigerem Niveau mit einem gleichbleibenden Abstand (Abb. 2).

Es scheint möglich, für CI-versorgte Kinder am LA Erwartungswerte zu ermitteln und diese als Referenzwerte zu nutzen, um den individuellen Leistungsstand im Vergleich zu anderen CI-versorgten Kindern besser einschätzen zu können. Auf

Grundlage der vorliegenden Datenanalyse wurde eine Regressionsgleichung erstellt (Tab. 4). Diese ist allerdings nur begrenzt vergleichbar mit den bisher veröffentlichten Daten von Kindern mit Normakusis. Bei Letzteren wurden durchgehend Querschnittsanalysen als Grundlage genutzt, während die vorliegende Studie längsschnittliche Daten zur Grundlage hatte (Tab. 3). Weitere Studien mit größeren Stichproben unter Berücksichtigung der größeren Variabilität dieser Gruppe in den einzelnen Altersklassen sind wünschenswert, um hier normierte Referenzwerte zu generieren.

## Zusammenhang der präverbalen Hörentwicklung mit der Sprachentwicklung

Die Sprachentwicklung im Alter von 4; 0–5; 11 Jahren ist viel mehr Einflussfaktoren ausgesetzt als die frühe präverbale Hörentwicklung. Beiden gemeinsam ist eine größere Varianz bei den CI-versorgten Kindern im Gegensatz zu der Entwicklung normal hörender Kinder.

Bei CI-versorgten Kindern wurden bereits spezifische Unterschiede in der Qualität der Sprachentwicklung beobachtet [35, 36]. Ching et al. haben nachgewiesen, dass es möglich ist, anhand eines Hörfragebogens, ausgefüllt im Alter  $\leq 2$  Jahren, eine Vorhersage bezüglich der Sprachentwicklung im Alter von 3–5 Jahren zu treffen [6, 7]. Hübinger et al. haben den LEAQ nach LA ausgewertet und festgestellt, dass die Messwerte deutlich weniger streuten als die Daten der später erfassten Sprachentwicklung, und nach ein paar Jahren zeigten die früh versorgten Kinder bessere Ergebnisse in der Sprachentwicklung [18]. Ähnliche Tendenzen zeigen sich in den vorliegenden Daten. Dabei zeigt sich ein steigender Zusammenhang mit der Sprachentwicklung, je näher die Testzeitpunkte LEAQ und SETK beieinander lagen. Der Zusammenhang zwischen der Sprachentwicklung im Alter von 4; 0–5; 11 Jahren und der frühen präverbalen Hörentwicklung ist eher gering. Je älter die Kinder werden, umso mehr können neben den auditiven Faktoren (wie beispielsweise der Zeitpunkt der CI-Versorgung) auch kind- und umweltbezogene Faktoren die kindliche Sprachentwicklung mit beeinflussen.

Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Zusammenhänge größer werden, je näher die Testzeitpunkte aneinander liegen. Insbesondere die Qualität des elterlichen Sprachinputs wurde als einflussreiche Variable für die Sprachentwicklung detektiert [35], aber nicht in die Studie mit einbezogen. Zudem wurden in der vorliegenden Studie auch mehrsprachig aufwachsende Kinder inkludiert. Um die hohe Varianz der Entwicklungsverläufe besser aufklären zu können, sind daher größere und homogenere Stichproben in den jeweiligen Altersklassen notwendig und sollten daher Ziel zukünftiger multizentrischer Untersuchungen sein.

### Ausblick

Die möglichst frühe Detektion kritischer Entwicklungsverläufe CI-versorgter Kinder ist von großer Bedeutung, um notwendige Interventionen möglichst frühzeitig einleiten zu können. Bei sehr früher CI-Versorgung sollte das LA als Bezugsmaß in der Diagnostik herangezogen werden, um den individuellen Leistungsstand genauer zu erfassen und Ergebnisverzerrungen zu vermeiden.

Als allgemeingültige Referenzwerte für die individuelle Leistungsbeurteilung von bilateral früh CI-versorgten Kindern sind die für die Kohorte der CI-versorgten Kinder ermittelten LEAQ-Werte nur bedingt geeignet. Die Bestimmung des HA ist bei diesen Kindern schwierig, daher ist die Angabe der Dauer der Hörerfahrung mit CI vorzuziehen.

Weitere Studien sind wünschenswert, um standardisierte Referenzwerte zu erhalten und die Zusammenhänge zwischen der frühen präverbalen Entwicklung und der späteren Sprachentwicklung weiter zu klären.

### Fazit für die Praxis

**Zur Beurteilung der präverbalen Entwicklung früh bilateral mit einem Cochleaimplantat (CI) versorgter Kinder**

- ist der LittLEARS® Hörfragebogen (LEAQ) sehr geeignet, v. a. im Verlauf;
- sollte zur Auswertung des LEAQ das Lebensalter (LA) mit herangezogen werden;
- muss berücksichtigt werden, dass die individuelle Streuung sehr hoch ist;

- eignen sich die berechneten LEAQ-Mittelwerte für diese Kohorte nur begrenzt als allgemeingültige Referenzwerte.

### Korrespondenzadresse

**Yvonne Seebens**

Cochlear Implant Center (CIC) Rhein-Main  
Friedberg der HSF gGmbH  
Friedberg, Deutschland  
yseebens@cic-rheinmain.de

**Datenverfügbarkeit.** Die erhobenen Datensätze sind in anonymisierter Form bei der korrespondierenden Autorin auf Anfrage verfügbar.

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** Y. Seebens, D. Metzeld, B. Streicher, C. Glaubitz, D. Kronesser, K. Kreibohm-Strauß, S. Helbig, K. Schäfer, S. Kröger, R. Beck und A. Aschen-dorff geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle beschriebenen Untersuchungen am Menschen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethik-Kommissionen, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen überarbeiteten Fassung) durchgeführt. Die Studie wurde von folgenden Ethikkommissionen positiv beschieden: Ethik-Kommission der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Nr. 21-1043; projektfassendes positives Ethikvotum), Ethik-Kommission der Technischen Universität Dresden (Nr. BO-EK-159032021), Ethik-Kommission der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen Nürnberg (Nr. 199\_17 Bc), Ethik-Kommission des Fachbereichs Medizin, Universitätsklinikum der Goethe-Universität Frankfurt am Main (Nr. 2021-135), Ethik-Kommission der Medizinischen Hochschule Hannover (Nr. 9719\_BO\_K\_2021), Ethik-Kommission der Universität zu Köln, Medizinische Fakultät (Nr. 21-1114).

### Literatur

1. Bagatto MP, Moodie ST, Seewald RC et al (2011) A critical review of audiological outcome measures for infants and children. *Trends Amplif* 15:23–33. <https://doi.org/10.1177/1084713811412056>
2. Blamey PJ, Maat B, Başkent D et al (2015) A Retrospective Multicenter Study Comparing Speech Perception Outcomes for Bilateral Implantation and Bimodal Rehabilitation. *Ear Hear* 36:408–416. <https://doi.org/10.1097/AUD.000000000000150>
3. Boons T, Broxk JPL, Dhooge I et al (2012) Predictors of spoken language development following pediatric cochlear implantation. *Ear Hear* 33:617–639. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3182503e47>
4. BYARUHANGA KI (2022) Audiology and community-based rehabilitation in the Democratic Republic of the Congo: development of the first hearing screening tools for infants and children. Dissertation, University of Cologne.
5. Castellanos I, Pisoni DB, Kronenberger WG et al (2016) Early Expressive Language Skills Predict Long-Term Neurocognitive Outcomes in Cochlear

Implant Users: Evidence from the MacArthur-Bates Communicative Development Inventories. *Am J Speech Lang Pathol* 25:381–392. [https://doi.org/10.1044/2016\\_AJSLP-15-0023](https://doi.org/10.1044/2016_AJSLP-15-0023)

6. Ching TYC (2015) Is Early Intervention Effective in Improving Spoken Language Outcomes of Children With Congenital Hearing Loss? *Am J Audiol* 24:345–348. [https://doi.org/10.1044/2015\\_AJA-15-0007](https://doi.org/10.1044/2015_AJA-15-0007)
7. Ching TYC, Dillon H, Marnane V et al (2013) Outcomes of early- and late-identified children at 3 years of age: findings from a prospective population-based study. *Ear Hear* 34:535–552. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3182857718>
8. Ching TYC, Day J, Seeto M et al (2013) Predicting 3-year outcomes of early-identified children with hearing impairment. *B-ENT Suppl* 21:99–106
9. Ching TYC, Dillon H, Leigh G et al (2018) Learning from the Longitudinal Outcomes of Children with Hearing Impairment (LOCHI) study: summary of 5-year findings and implications. *Int J Audiol* 57:105–S111. <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1385865>
10. Coninx F, Weichbold V, Tsiakpini L et al (2009) Validation of the LittLEARS® Auditory Questionnaire in children with normal hearing. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 73:1761–1768. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2009.09.036>
11. Ezzeldin H, Kaddah FE-ZA, Al Hameed AA (2018) The use of the LittLEARS Auditory Questionnaire in assessing children before and after cochlear implantation. *Egypt J Otolaryngol* 34:138–143. [https://doi.org/10.4103/ejo.ejo\\_23\\_17](https://doi.org/10.4103/ejo.ejo_23_17)
12. Geal-Dor M, Jbarah R, Meilijson S et al The Hebrew and the Arabic version of the LittLEARS® auditory questionnaire for the assessment of auditory development: results in normal hearing children and with cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*: 1327–1332
13. Geers AE, Nicholas J, Tobey E et al (2016) Persistent Language Delay Versus Late Language Emergence in Children With Early Cochlear Implantation. *J Speech Lang Hear Res* 59:155–170. [https://doi.org/10.1044/2015\\_JSLHR-H-14-0173](https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-H-14-0173)
14. Glaubitz C, Liebscher T, Hoppe U (2021) Bedeutung von CI-Nutzungsverhalten und CI-Anpassung für sprachproduktive Leistungen sehr früh cochleaimplantierte Kinder (Impact of CI use and CI fitting on speech production in very early cochlear-implanted infants). *HNO* 69:425–434. <https://doi.org/10.1007/s00106-020-00942-w>
15. Grimm, H. (2015). Sprachentwicklungstest für dreieis fünfjährige Kinder (3; 0-5; 11 Jahre)(SET-K3-5). Göttingen: Hogrefe.
16. Grimm H, Doil H (2006) ELFRA – Elternfragebögen zur Früherkennung von Risikokindern. Manual. Hogrefe, Göttingen
17. Harriott M, Mustard J (2010) Recognising Additional Disabilities in Children Implanted Under Two Years of Age. *Cochlear Implants Int* 11:125–129. <https://doi.org/10.1179/146701010X12726366068337>
18. Hübinger P, Coninx F, Wiesner T et al (2017) Studie zur Hör-Sprachentwicklung bei hörgeschädigten Kindern nach Neugeborenen-Hörscreening. *Sprachförderung und Sprachtherapie*, S 50–58
19. Kayode O, Adeyemo AA (2018) The Yoruba version of LittLEARS Auditory Questionnaire: Evaluation of auditory development in children with normal hearing. *J Otol* 13:92–96. <https://doi.org/10.1016/j.joto.2018.07.001>
20. Kröger S, Glaubitz C, Kronesser D et al (2023) Auditory and language development in children with bilateral cochlear implants (CI)—a multicentric,

- retrospective longitudinal analysis. In: Laryngo-Rhino-Otologie. Thieme, Laryngorhinootologie
21. Kühn-Inacker H, Weichbold V, Tsiakpini L et al (2003) LittlEars Hör-Fragebogen. Handanweisung, Innsbruck
  22. Liu H, Jin X, Li J et al (2015) Early auditory preverbal skills development in Mandarin speaking children with cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 79:71–75. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2014.11.010>
  23. May-Mederake B, Kuehn H, Vogel A et al (2010) Evaluation of auditory development in infants and toddlers who received cochlear implants under the age of 24 months with the LittlEARS Auditory Questionnaire. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 74:1149–1155. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2010.07.003>
  24. McCreery RW, Walker EA, Spratford M et al (2015) Speech Recognition and Parent Ratings From Auditory Development Questionnaires in Children Who Are Hard of Hearing. *Ear Hear* 36(1):605–755. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000213>
  25. MED-EL (2011) LittlEARS Elternfragebogen zur Erfassung des auditiven Verhaltens bei Kleinkindern. Handbuch. Innsbruck, Austria
  26. Miggiani P, Coninx F, Schaefer K (2022) Validation of the LittlEARS® Questionnaire in Hearing Maltese-Speaking Children. *Audiol Res* 12:191–201. <https://doi.org/10.3390/audiolres12020022>
  27. Nicholas JG, Geers AE (2018) Sensitivity of expressive linguistic domains to surgery age and audibility of speech in preschoolers with cochlear implants. *Cochlear Implants Int* 19:26–37. <https://doi.org/10.1080/14670100.2017.1380114>
  28. Obyrcka A, Lorens A, Padilla García J-L et al (2017) Validation of the LittlEARS Auditory Questionnaire in cochlear implanted infants and toddlers. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 93:107–116. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.12.024>
  29. Persson A, Miniscalco C, Lohmander A et al (2019) Validation of the Swedish version of the LittlEARS® Auditory Questionnaire in children with normal hearing—a longitudinal study. *Int J Audiol* 58:635–642. <https://doi.org/10.1080/14992027.2019.1621397>
  30. Prakash P, Lakshmi S, Sreedhar A et al (2023) Validation of LittleEARS questionnaire in Hindi language. *J Otol* 18:71–78. <https://doi.org/10.1016/j.joto.2022.12.003>
  31. Raghunandhan S, Ravikumar A, Kameswaran M et al (2014) A clinical study of electrophysiological correlates of behavioural comfort levels in cochlear implantees. *Cochlear Implants Int* 15:145–160. <https://doi.org/10.1179/1754762814Y.00000000064>
  32. Rahul KR, Jayachandran D, Rajeswaran R et al (2019) Auditory and Preverbal Skill Improvements between Early and Late Cochlear Implantees: Evidence from LittlEARS Questionnaire. *JCDR*. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2019/42222.13326>
  33. Rauhamäki T, Lonka E, Lipsanen J et al (2014) Assessment of early auditory development of very young Finnish children with LittlEARS® Auditory Questionnaire and McArthur Communicative Developmental. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2014.09.010>
  34. Reichmuth K, Nickisch A, Matulat P et al (Hrsg) (2009) Sensitivität der Elternfragebögen ELFRA-1 und -2 für eine abweichende Sprachentwicklung bei Kindern nach Cochlea Implantation. German Medical Science GMS Publishing House
  35. Reichmuth K (2017) Spracherwerb prälingual ertaubter Kinder mit Cochlea Implantat. Aktueller Forschungsstand und Implikation für die

## The LittlEARS® Auditory Questionnaire. An analysis of multicentre data of children after early bilateral cochlear implant placement

**Background:** In order to optimise the support of children with cochlear implants (CI), it is very important to detect slow developmental processes as early as possible. Data from the LittlEARS® Auditory Questionnaire (LEAQ) from children with early bilateral CI are evaluated and presented in relation to age and hearing age and compared with language development data recorded later.

**Materials and methods:** This retrospective multicentre study included data from a total of 554 children for whom at least one LEAQ was completed during the course of CI rehabilitation. Children without additional disabilities who received bilateral simultaneous or sequential CI treatment were included.

**Results:** As expected, there are high correlations between hearing age (HA) and the overall LEAQ total score. When analysed according to chronological age (CA), development runs roughly parallel to the development of children with normal hearing, albeit at a lower level. Children implanted early up to an age of  $\leq 12$  months consistently achieve approximately 7–8 raw points more. Only the LEAQ results of the later test times (from the age of 18 months) correlate with some areas of the speech development test for children (SETK; areas 3–5).

**Conclusion:** The earliest possible detection of critical developmental processes in children with CI is extremely important. In the case of very early CI fitting, the CA should be used as a reference measure in diagnostics. The LEAQ values determined for the group of children with CI are suitable to a limited extent as generally valid reference values for children with early bilateral CI. Further studies should continue to work out the correlations between early preverbal development and later speech development.

### Keywords

Hearing development · Chronological age · Hearing loss · Reference values · Language development

Sprachtherapie Bd. 4. <https://doi.org/10.14620/stadbs171104>

36. Reichmuth K, Nickisch A, Matulat P et al (2010) Abweichende Sprachentwicklung nach Cochlea-implantation? Zur Anwendbarkeit des Elternfragebogens ELFRA-2 (Deviant language development following cochlear implantation? Applicability of the parent questionnaire ELFRA-2). *HNO* 58:1208–1216. <https://doi.org/10.1007/s00106-010-2142-6>
37. Schaefer K, Coninx F, Fischbach T (2019) LittlEARS auditory questionnaire as an infant hearing screening in Germany after the newborn hearing screening. *Int J Audiol* 58:468–475. <https://doi.org/10.1080/14992027.2019.1597287>
38. Sohn M, Kim J, Park H (2015) Auditory/Development Assessment with LittlEARS Auditory Questionnaire in Children with and without Hearing Loss. *Korean Acad Audiol*: 45–62
39. Umashankar ABT, Prabhu P (2021) Translation and validation of the LittlEars auditory questionnaire in Kannada. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 142:110598. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110598>
40. Weichbold V, Tsiakpini L, Coninx F et al (2005) Development of a parent questionnaire for assessment of auditory behaviour of infants up to two years of age. *Laryngorhinootologie*. <https://doi.org/10.1055/s-2004-826232>
41. World Health Organization (2021) World report on hearing. World Health Organization, Geneva
42. Yoshinaga-Itano C, Baca RL, Sedey AL (2010) Describing the trajectory of language development in the presence of severe-to-profound hearing loss:

a closer look at children with cochlear implants versus hearing aids. *Otol Neurotol* 31:1268–1274. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e3181f1ce07>

43. Zarifian T, Movallali G, Fotuhi M et al (2019) Validation of the Persian version of the LittlEARS® auditory questionnaire for assessment of auditory development in children with normal hearing. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 123:79–83. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.04.016>

**Hinweis des Verlags.** Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.