

**Bedeutung des Monitorings audiologischer, kind- sowie umweltbezogener  
Einflussfaktoren für die Entwicklung von Kindern nach Versorgung mit  
Cochlea-Implantat**

Inauguraldissertation zur Erlangung des  
Doktorgrades der Humanwissenschaftlichen Fakultät  
der Universität zu Köln nach der  
Promotionsordnung vom 18.12.2018

vorgelegt von

Yvonne Seebens aus Flensburg

September 2024

Diese Dissertation wurde von der Humanwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln im Januar 2025 angenommen.

Erstgutachterin: Prof.' Dr.' Karolin Schäfer

Zweitgutachter: Prof.' Dr.' Susanne van Minnen

Datum der Einreichung: September 2024

Datum der mündlichen Prüfung: 15. Januar 2025

## Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung .....	4
Abkürzungsverzeichnis .....	5
1. Einleitung .....	6
1.1 Monitoring der frühen Hör- und Sprachentwicklung CI-versorgter Kinder .....	7
anhand standardisierter Verfahren .....	7
1.2 Monitoring der CI-Anpassung bei Kindern .....	9
1.3 Monitoring umweltbezogener Einflussfaktoren auf die Hör- und .....	11
Sprachentwicklung CI-versorgter Kinder .....	11
2. Gegenstand und Zielsetzung der Arbeit.....	13
3. Kurzübersicht der Publikationen .....	14
3.1 Multizentrische Studie .....	14
3.2 Matched-Pairs Studie.....	16
3.3 Pilot- und Fallstudie .....	18
4. Schlussfolgerungen und Ausblick.....	20
5. Erklärung zu den Publikationen .....	23
6. Publikationsverzeichnis .....	24
7. Literaturverzeichnis.....	25

## Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere eidesstattlich, dass ich die von mir vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unzulässige Hilfe angefertigt, die benutzten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben und die Stellen der Arbeit einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen, die anderen Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, in jedem Einzelfall als Entlehnung kenntlich gemacht habe sowie dass diese Dissertation noch keinem anderen Fachbereich zur Prüfung vorgelegen hat. Die Promotionsordnung ist mir bekannt. Die von mir vorgelegte Dissertation wurde von Fr. Prof. Dr. Karolin Schäfer betreut.

## Abkürzungsverzeichnis

AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
bzw.	beziehungsweise
CAD	Kinder mit Cochlea Implantat und zusätzliche schwere Behinderungen
CAP	Categories of Auditory Performance
CnonAD	Kinder mit Cochlea Implantat ohne zusätzliche schwere Behinderungen
CI	Cochlea Implantat
eCAP	Elektrisch evoziertes Summenaktionspotential
EKIE	Eltern-Kind-Interaktions Einschätzskala
EKIE-hör	EKIE ergänzt um 7 Items, die bedeutsam sind für die Sprachentwicklung von Kindern mit Hörschädigung
ELFRA	Elternfragebögen für die Früherkennung von Risikokindern
FRAKIS	Fragebögen zur frühkindlichen Sprachentwicklung
HA	Höralter
ICF-CY	Die Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit bei Kindern und Jugendlichen
KGS	Kindgerichtete Sprache
LA	Lebensalter
LEAQ	LittLEARS® Hörfragebogen
LEESPQ	LittLEARS® Early Speech Production Questionnaire
LENA™	Language ENvironment Analysis
M	Mittelwert (statistischer Kennwert)
MAIS	Meaningful Auditory Integration Scale
Max	Maximum (statistischer Kennwert)
MC	most comfortable
Med	Median (statistischer Kennwert)
MEP	Münsteraner Elternprogramm
Min	Minimum (statistischer Kennwert)
MUSS	Meaningful Use of Speech Scale
MW	Mittelwert (statistischer Kennwert)
n	Anzahl (statistischer Kennwert)
NHA	Natürlicher Hörgerichteter Ansatz
p	Signifikanzwert (statistischer Kennwert)
r	Korrelationskoeffizient (statistischer Kennwert)
SBE-2-KT	Fragebogen zur Früherkennung von Sprachentwicklungsstörungen
SETK 3-5	Sprachentwicklungstest für drei- bis fünfjährige Kinder
SD	Standardabweichung (statistischer Kennwert)
SIR	Speech Intelligibility Rating
T	threshold
z.B.	zum Beispiel

## 1. Einleitung

Bereits 1988 wurde in Deutschland das erste Kind mit einem Cochlea Implantat (CI) versorgt; inzwischen gilt die operative Versorgung mit der Neuroprothese zur Standardversorgung bei gehörlosen Kindern. Zur Qualitätssicherung in der CI-Versorgung gibt es aktuell medizinische [4,5,17], audiologische [8] sowie therapeutische [6] Leitlinien. Darüber hinaus soll die Einführung eines deutschen CI-Registers seit Januar 2022 die Transparenz sowie die Qualität des Versorgungsprozesses zusätzlich sichern [45]. Integraler Bestandteil der kindlichen CI-Versorgung ist eine multidisziplinäre familienzentrierte Intervention im Rahmen einer CI-Folgetherapie [5]. Die Ziele dieser postoperativen Maßnahme sind die vollumfängliche Nutzung der CI-Systeme vor dem Hintergrund der individuellen Entwicklungsmöglichkeiten des Kindes, eine erfolgreiche Kommunikationsfähigkeit sowie soziale Teilhabe am Leben. Dabei sollen sich die kommunikativen Fähigkeiten so weit wie möglich denen gut hörender Kinder annähern [30]. Neben familienzentrierten hörgerichteten Konzepten arbeiten CI-Zentren im Rahmen der postoperativen CI-Folgetherapie auf Grundlage der *Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit bei Kindern und Jugendlichen (ICF-CY)* der Weltgesundheitsorganisation [52]. Diese kann einerseits eine vorliegende Behinderung beschreiben, dient aber auch als Grundlage zur Bedarfsermittlung von Therapie- und Förderplänen. Sie ist damit, neben Konsenspapieren und den Leitlinien der *Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF)* eine wichtige Grundlage für die Erstellung von Therapieplänen für Kinder mit Hörbehinderung, die nach operativer Versorgung mit CI zusammen mit ihren Angehörigen eine CI-Folgetherapie in Anspruch nehmen. Mittels des mehrdimensionalen bio-psychozialen Modells der ICF-CY werden explizit die Aktivitäten und Teilhabe des Kindes in den Fokus der Therapie gerückt und die vielfältigen systemischen Aspekte der Familie strukturiert. In Bezug auf die CI-Folgetherapie ergeben sich daraus folgende zu berücksichtigende Komponenten: Personenbezogene Faktoren, Umweltfaktoren, Körperfunktionen und -strukturen, Gesundheitsstörungen, Aktivitäten und Teilhabe (siehe Abb. 1).

Viele dieser Komponenten wurden in Bezug auf CI-versorgte Kinder bereits wissenschaftlich untersucht mit dem Ziel, Faktoren zu identifizieren, die den Erfolg einer CI-Versorgung maßgeblich beeinflussen. So haben Boons et al. drei prädiktive Hauptfaktoren für die Entwicklung von Kindern nach CI-Versorgung herausgearbeitet [9]. Dies sind erstens auditive Faktoren, wie z.B. Alter bei CI-Versorgung, die Anzahl aktiver Implantatelektroden in der

Hörschnecke oder die Funktion des neurologischen Systems. Zweitens spielen kindbezogene Faktoren eine Rolle, wie z.B. das Vorhandensein von zusätzlichen Behinderungen. Drittens haben umweltbezogene Faktoren wie vor allem die Quantität und Qualität des elterlichen Sprachinputs einen wesentlichen Einfluss auf die kindliche Hör- und Sprachentwicklung nach CI-Versorgung [2,13,15].

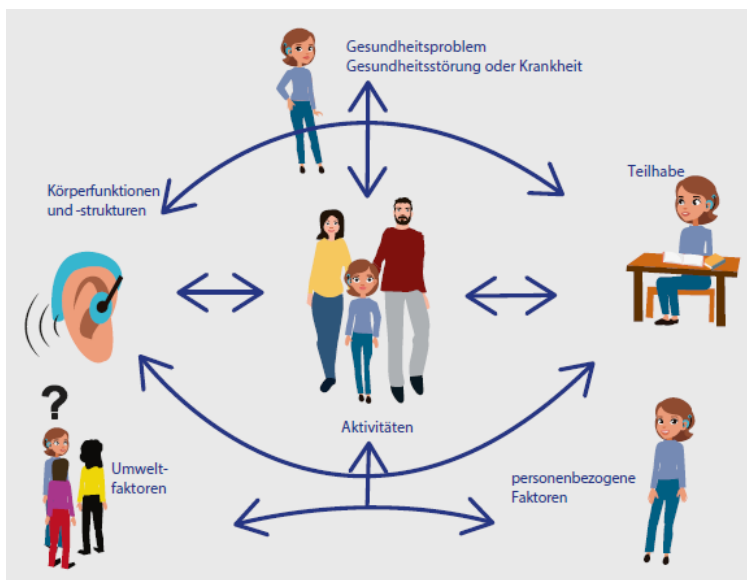


Abb. 1 ICF-Modell. (Nach WHO 2005) – Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit. Entnommen aus [25]: Hoffmann & Schäfer (2020): Kindliche Hörstörungen – Diagnostik, Versorgung, Therapie. Heidelberg, Springer (S. 130)

Während sich manche Faktoren wenig bis gar nicht beeinflussen lassen, gibt es andererseits Aspekte, die einen großen Effekt auf die kindliche Entwicklung haben können und sich gleichzeitig im Rahmen einer multiprofessionellen CI-Folgetherapie optimieren lassen. Voraussetzung ist, dass der CI-Versorgungsprozess einem prozessualen Monitoring unterzogen wird, um möglichst früh notwendige Interventionsbedarfe zu erkennen und einzuleiten.

### 1.1 Monitoring der frühen Hör- und Sprachentwicklung CI-versorgter Kinder anhand standardisierter Verfahren

Bereits 2013 stellten Moeller et al. ihr internationales Konsenspapier *Best Practices in Family-Centered Early Intervention for Children Who Are Deaf or Hard of Hearing* vor [31]. Auch in der aktuellen Überarbeitung wird als Basis einer jeden Intervention die frühe Diagnose auf Basis des Monitorings (universelles Neugeborenen-Hörscreening, in Deutschland 2009 flächendeckend eingeführt) sowie die zeitnahe optimale Versorgung mit Hörtechnik gesehen

[32]. Kinder zeigen nach Versorgung mit CI eine sehr große Varianz in der Hör- und Sprachentwicklung. Vor allem verlangsamte kindliche Entwicklungsverläufe sind als Risiko einzuschätzen und bedürfen der erhöhten Aufmerksamkeit und Kontrolle [36,37,54]. Dies betrifft Kinder, die sich nach Versorgung mit CI weder lebens- noch höraltersentsprechend entwickeln.

Für das Monitoring im präverbalen Entwicklungsstadium haben sich Elternfragebögen etabliert. Grimm et al. konstatieren, dass Eltern die Entwicklung ihrer Kinder zuverlässig einschätzen können und deren Urteile trotz der subjektiven Befangenheit hoch valide und damit diagnostisch wertvoll sind [24].

Für das Monitoring der frühen kindlichen Hörentwicklung nach CI-Versorgung wurden mehrere Überprüfungswerkzeuge entwickelt. Dazu gehören unter anderem die subjektiven Elternfragebögen *Categories of Auditory Performance* (CAP) [3] und die *Meaningful Auditory Integration Scale* (MAIS) [51]. Beide sind validiert, der MAIS liegt auch in deutscher Sprache vor. Mit den Fragebögen soll auf Grundlage einer subjektiven Einschätzung durch Bezugspersonen zuverlässige Angaben bezüglich der kindlichen Hörfähigkeiten gemacht werden. Der *LittIEARS® Hörfragebogen* (LEAQ) hingegen wurde zunächst anhand von gut hörenden Kindern normiert sowie validiert und als Screeninginstrument zugelassen, um niedrigschwellig hörauffällige Kinder zu detektieren [14]. Inzwischen wurde in mehreren Studien bestätigt, dass der LEAQ darüber hinaus auch ein valides Instrument zur Beurteilung der Entwicklung von Kindern nach einer CI-Versorgung ist [35,43]. Entsprechend kommt der Fragebogen heute aufgrund seiner hohen Gütekriterien [1] in den meisten CI-Zentren routinemäßig zum Einsatz [7].

Frühinterventionsprogramme von Kindern mit Hörschädigung berücksichtigen jedoch nicht ausschließlich die auditive, sondern umfassen auch die gesamt kommunikative Entwicklung der Kinder [39]. Für das Monitoring der frühen Sprachentwicklung wurden ebenfalls Elternfragebögen entwickelt. *Speech Intelligibility Rating* (SIR) ist ein valider Fragebogen, mittels dessen subjektiv die globale Sprachproduktion von Kindern in fünf hierarchische Kategorien eingeordnet wird. Der Fragebogen kann somit zur Überwachung des Fortschritts des Sprachverständnisses von CI-versorgten Kindern verwendet werden [53]. Auch die *Meaningful Use of Speech Scale* (MUSS) ist ein Fragebogen mit guter Reliabilität und Validität und kann zur Messung der Ergebnisse der Sprachentwicklung bei Kindern mit CI verwendet werden [55]. Die *Fragebögen zur frühkindlichen Sprachentwicklung* (FRAKIS) [16], der



*LittLEARS® Early Speech Production Questionnaire* (LEESPQ) [28] sowie der in mehreren Sprachen vorliegende *Fragebogen zur Früherkennung von Sprachentwicklungsstörungen* (SBE-2-KT) [47] sind ebenfalls valide Diagnostiktools. Am meisten haben sich aktuell aber die *Elternfragebögen für die Früherkennung von Risikokindern* (ELFRA) etabliert [24]. Der ELFRA 1 und der ELFRA 2 sind Screeninginstrumente, die es ermöglichen, im Alter von 12 und 24 Monaten Risikokinder für eine Sprachentwicklungsstörung zu identifizieren. Sie wurden an gut hörenden Kindern normiert, sind aber inzwischen routinemäßig in den meisten CI-Zentren etabliert und auch empfohlen [5]. Es konnte inzwischen gezeigt werden, dass sich die ELFRA eignen, um auffällige Entwicklungsverläufe CI-versorgter Kinder bereits früh zu detektieren. Hierfür wird eine Auswertung nach Lebensalter empfohlen [20]. Reichmuth et al. hingegen kommen zu dem Schluss, dass die ELFRA ohne Modifizierung nicht sensitiv genug sind, um Kinder mit erhöhtem Risiko für eine verlangsamte Entwicklung früh zu detektieren [37]. Im weiteren Verlauf der vorschulischen Entwicklung gewinnen dann diagnostische Verfahren an Bedeutung, die eine Mitarbeit der Kinder erfordern, wie z.B. der *Sprachentwicklungstest für zwei- bzw. für drei- bis fünfjährige Kinder* (SETK-2; SETK 3.5) [22,23].

## 1.2 Monitoring der CI-Anpassung bei Kindern

Zur Überwachung des CI-Anpassprozesses bei Kindern haben sich verschiedene Verfahren in der klinischen Routine etabliert. Subjektive Tests wie die Reaktionsaudiometrie gehören zu den Standardverfahren zur Evaluation der Hörentwicklung nach CI-Versorgung. Sichere und reproduzierbare Ergebnisse können hier nach erfolgreicher Konditionierung bereits bei Kindern im Alter von unter einem Jahr erzielt werden. Jedoch ist im Rahmen der Reaktionsaudiometrie bzw. Ablenkaudiometrie zu berücksichtigen, dass die kindlichen Reaktionen noch überschwellig erfolgen, also erst noch oberhalb der eigentlichen Hörschwelle zu beobachten sind [4]. Dies betrifft auch die kindlichen Reaktionen auf Einzelkanalstimulation während der CI-Anpassung. Kindbezogene Faktoren wie zum Beispiel das Vorliegen einer Zusatzbehinderung können sich zusätzlich auf die Reaktionsschwelle der Kinder auswirken und die Beurteilung erschweren [4,41]. Umso wichtiger ist es, die Messungen von erfahrenen Fachkräften durchführen zu lassen, um möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. Diese dienen dann als Grundlage für die Optimierung der CI-Anpassung. Schäfer weist an dieser Stelle darauf hin, dass ein Ausbleiben von Reaktionen nicht bedeutet, dass die Versorgung nicht erfolgreich ist [41]. Eine erfolgreiche subjektive Reaktionsaudiometrie setzt unter

anderem voraus, dass bereits über ein stabiles Ursache-Wirkungs-Verständnis verfügt wird und das Kind in der Lage ist, eine adäquate Hörreaktion umzusetzen. Schäfer weist in ihrer Arbeit ebenfalls darauf hin, dass die Leistung, den Kopf in Richtung Schallquelle zu bewegen, insbesondere für Kinder mit Zusatzbeeinträchtigung unter Umständen zu komplex ist, auch wenn das Kind bereits über eine gute Hörfähigkeit verfügt [40]. Es ist daher sinnvoll, auch die kindliche kognitive Entwicklung prozessual zu überprüfen. Zwar kann diese nicht beeinflusst werden, jedoch sind die Ergebnisse ausschlaggebend für die Interpretation der Messungen und für die Optimierung der individuellen Planung und Umsetzung der Frühintervention mit dem Ziel einer bestmöglichen gesellschaftlichen Teilhabe.

Zusätzlich erlaubt die heutige CI-Technik aller Herstellerfirmen unterschiedliche objektive Messverfahren, mit denen auch bei fehlender Mitarbeit der CI-versorgten Kinder eine Optimierung der Anpassung unterstützt werden kann. Bereits 2000 wiesen Kiese-Himmel und Kruse darauf hin, dass die Tragedauer und -akzeptanz bei Kindern mit Zusatzbehinderung deutlich herabgesetzt ist [29]. Dies führt häufig zu einer Verunsicherung der Eltern, ob die CI-Versorgung für ihr Kind sinnvoll ist [41]. Die Ursache für die reduzierte Tragedauer muss allerdings nicht zwangsläufig in der Zusatzbehinderung begründet liegen, sondern kann auch in der späteren Versorgung, einer nicht optimalen Anpassung oder einer inadäquaten Förderung begründet liegen [39]. Glaubitz et al. haben in ihrer Arbeit Data-Logging Daten ausgewertet und kamen zu dem Schluss, dass die CI-Tragedauer von Kindern mit Zusatzbehinderung im Vergleich zu Kindern ohne Zusatzbehinderung reduziert ist. Hier kam es deutlich häufiger zu Kontaktabbrüchen der Spule. Gleichzeitig konnten sie nachweisen, dass sich eine erhöhte Tragedauer positiv auf die Hör- und Sprachentwicklung der Kinder mit Zusatzbehinderung auswirkt [21]. Eine engmaschige Kontrolle der täglichen Tragedauer mittels Data-Logging ist daher insbesondere bei Kindern mit Zusatzbehinderung empfehlenswert. Berücksichtigt werden muss in diesem Zusammenhang auch, dass eine reduzierte Tragedauer nicht gleichzusetzen ist mit einer reduzierten Trageakzeptanz. Insbesondere, wenn Kinder ihre Umwelt noch nicht laufend erkunden können, bietet das Abnehmen der Sendespule vom Kopf eine der wenigen Möglichkeiten, um im Alltag Selbstwirksamkeit zu erfahren. Das motorisch anspruchsvollere Wiederanlegen der Spule gelingt vielen Kindern dann hingegen jedoch noch nicht.

Das ebenfalls objektiv messbare *electrically evoked compound action potential* (eCAP) ergibt sich aus dem synchronen Feuern der peripheren auditorischen Neuronen [42]. Dabei wird der

Hörnerv stimuliert und die evozierten Potentiale unmittelbar im Anschluss durch benachbarte intracochleäre Elektroden des einliegenden Implantats abgeleitet. Noch im Implantat werden die Potentiale verstärkt, kodiert und an die Messsoftware übertragen [18]. Diese können dann für die Optimierung der Einstellung von *threshold* (T) und *most comfortable* (MC) Level herangezogen werden. Wobei die Autoren zu unterschiedlichen Ergebnissen in Bezug auf den Zusammenhang zwischen den objektiv ermittelten eCAP-Schwellen und den subjektiv eingestellten Programmparametern T- und MC-Level kommen, auch in Abhängigkeit der Herstellerfirma [49]. Studien zu eCAP-Schwellen liegen vor allem für die *neural response telemetry thresholds* (tNRT) der Firma Cochlear® vor. Holstad et al. [26] weisen darauf hin, dass die Anwendung des tNRT-Profiles allein nicht ausreicht, um eine optimale Anpassung vorzunehmen. Vielmehr muss die Anpassung auch auf subjektiven Parametern beruhen, insbesondere bei Kindern [11]. In CI-Zentren arbeiten in der Regel speziell ausgebildete sowie erfahrene audiologische Fachkräfte in der CI-Anpassung, welche die CI-Anpassungen bei den Kindern mit (CAD) und ohne zusätzliche schwere Behinderungen (CnonAD) vornehmen. Dies geschieht standardmäßig unter Einbezug der Bezugspersonen, um bestmögliche Ergebnisse in der Anpassung sowie der Tragedauer und -akzeptanz zu erreichen.

### 1.3 Monitoring umweltbezogener Einflussfaktoren auf die Hör- und Sprachentwicklung CI-versorgter Kinder

In ihrer Metaanalyse zeigten Holzinger et al., dass die Qualität und Quantität des elterlichen Sprachinputs von Kindern mit Hörbehinderung einen großen Effekt auf die spätere expressive Sprachentwicklung des Kindes hat und bis zu über 31% der Varianz der kindlichen Sprachergebnisse aufklärt [27]. Es konnte allerdings ebenfalls gezeigt werden, dass sich die Diagnose einer Hörschädigung negativ auf Qualität sowie Quantität der elterlichen kindgerichteten Sprache (KGS) auswirkt [33]. Dies kann dazu führen, dass Kinder mit Hörverlust trotz optimaler medizinischer und technischer Versorgung ihr sprachliches Potenzial nicht vollständig entfalten können [48]. Daher empfiehlt die aktuelle S3 Leitlinie, vor allem das Elterncoaching zur Verbesserung der Quantität und Qualität des elterlichen Sprachangebots in den Fokus der Frühintervention zu rücken [6]. Und im Gegensatz zu anderen Faktoren, die ebenfalls Einfluss auf die kindliche Sprachentwicklung nehmen (wie z.B. der elterliche Bildungsgrad [27]), lässt sich ein elterliches sprachförderliches Verhalten beeinflussen. Inzwischen liegen evidenzbasierte elternzentrierte Konzepte vor, die auf der

Grundlage von Videoaufnahmen die elterlichen Kommunikationsstrategien nachweislich verbessern. Im deutschsprachigen Raum gehört dazu das auf dem *Natürlichen Hörgerichteten Ansatz* (NHA) [12] basierende *Münsteraner Elternprogramm* (MEP) [19]. Es entspricht zudem den Anforderungen an eine familienzentrierte und am *Empowermentmodell* orientierten Frühintervention [10,34].

Das System *Language ENvironment Analysis* (LENA™) ermöglicht hingegen eine quantitative automatisierte Messung zur Charakterisierung der alltäglichen Sprachumgebung eines Kindes [50]. Qualitative Aspekte wie beispielsweise sprachliche Erweiterungen, ein modellierendes korrekatives Feedback (Recasting) oder das responsive Reagieren auf den aktuellen Aufmerksamkeitsfokus des Kindes spielen aber für die kindliche Sprachentwicklung eine ebenso große Rolle [27] und sollten daher im Rahmen des Elterncoachings unbedingt berücksichtigt werden.

Voraussetzung für die Einschätzung der Quantität und Qualität des elterlichen Sprachinputs sind valide Analyseverfahren, welche sich technisch und vor allem auch zeitlich in den klinischen Alltag integrieren lassen. Methoden wie die *Tait Videoanalyse* [46] oder auch die *Marte Meo Videointeraktionsanalyse* [1] geben Aufschluss über die Qualität der KGS. Auch bieten sie eine gute Grundlage, um im Rahmen einer familienzentrierten Intervention die Qualität der KGS zu optimieren. Allerdings sind diese Interventionen nur bedingt validiert und aufgrund des hohen Zeitaufwands nicht in den therapeutischen Alltag integrierbar. Entsprechend wurden andere Ansätze entwickelt, die allerdings nicht primär im Hinblick auf die Einschätzung der Interaktion mit CI-versorgten Kindern konstruiert worden sind. Hierzu zählen zum Beispiel das Instrument *PICCOLO*™ [38], aber auch die *Eltern-Kind-Interaktions Einschätzskala* (EKIE). Die EKIE wurde auf der Grundlage von über 3000 Videoaufnahmen von Eltern-Kind-Interaktionen entwickelt und validiert [44]. Mittels einer makroanalytischen fünfstufigen Skala können die elterlichen kommunikativen Verhaltensweisen auf Basis fünfminütiger Videoaufnahmen valide und zeitökonomisch beurteilt werden.

Der NHA bildet in den meisten CI-Zentren das Basiskonzept für die hörgerichteten Arbeit mit den zu betreuenden Familien. Und obwohl dieser die Elternberatung aufgrund von Videoaufnahmen der Eltern-Kind-Interaktion dringend empfiehlt, werden im klinischen Alltag vergleichsweise wenig Videoanalysen durchgeführt. Vor allem aus Mangel an zeitökonomischen Überwachungsmethoden erhält das Monitoring der KGS hier vermutlich oft noch zu wenig Raum.

## 2. Gegenstand und Zielsetzung der Arbeit

Der Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist das Monitoring unterschiedlicher Faktoren, die erwiesenermaßen die Entwicklung von gehörlosen und CI-versorgten Kindern beeinflussen. Die Teilnahme an einem frühen Interventionsprogramm (CI-Folgetherapie oder auch CI-Rehabilitation) ist fester Bestandteil einer CI-Versorgung und beinhaltet Maßnahmen aus den Bereichen Medizin, Audiologie/Technik, Therapie/Pädagogik sowie der Selbsthilfe [5,6]. Ziel der Maßnahme ist die gesellschaftliche Teilhabe. Die fortlaufende Evaluation der CI-Versorgung ist dabei Voraussetzung für die optimale Nutzung der Implantate vor dem Hintergrund der individuellen Möglichkeiten und demnach zwingend notwendig für die Qualität der Intervention (siehe Kapitel 1).

Elternfragebögen zum Monitoring der frühen Hörentwicklung sind hoch valide, jedoch fehlen bislang größere Datensätze von Kindern nach CI-Versorgung, die eine adäquate Beurteilung der Hörentwicklung dieser Kohorte ermöglichen. Diese Beurteilung bildet jedoch die Grundlage, um Kinder mit einem erhöhten Risiko für eine nicht optimale Entwicklung zu detektieren sowie deren Interventionsprogramme individuell anzupassen.

Daten im Bereich des Monitorings der CI-Anpassung von Kindern mit schweren zusätzlichen Behinderungen sind insgesamt noch sehr wenig wissenschaftlich untersucht worden. Diese Daten sind aber zwingend notwendig, um auch CAD im Hinblick auf eine gelungene Hör- und Kommunikationsentwicklung technisch optimal zu versorgen.

Da die KGS einen hohen Einfluss auf die kindliche Hör- und Sprachentwicklung hat, kommt dem Monitoring des elterlichen Interventionsverhaltens ein hoher Stellenwert zu. Entsprechende Verfahren sind bereits verfügbar, welche für wissenschaftliche Zwecke gut geeignet sind. Vor allem aufgrund des hohen Zeitaufwands sind diese jedoch im klinischen Alltag nicht praktikabel.

Diese Lücken sollen im Rahmen dieser Arbeit bearbeitet werden. Konkret bestehen die Ziele der Studien darin,

- a) die Möglichkeit der frühen Detektion nicht optimaler Hörentwicklungsverläufe anhand eines standardisierten Diagnostikverfahrens einzuschätzen;
- b) mögliche Unterschiede in der technischen Versorgung von Kindern mit CI, mit und ohne zusätzliche schwere Behinderungen, zu detektieren als Grundlage für die Optimierung des CI-Anpassungsprozesses sowie

- c) ein valides Verfahren zur zeitökonomischen Einschätzung der Qualität der Eltern-Kind-Interaktion zur Verfügung stellen, welches als Grundlage für die Elternberatung zur Optimierung der KGS dient.

Die Ergebnisse dieser Studien sollen therapeutisch/pädagogischen sowie audiologischen Fachkräften mehr Sicherheit in der Versorgung der vulnerablen Gruppe sehr junger Kinder mit CI - mit und ohne zusätzliche schwere Behinderungen - geben und dadurch den CI-Versorgungsprozess optimieren. Des Weiteren können die Ergebnisse herangezogen werden, um die individuellen ICF-CY-basierten Interventionsprogramme zu evaluieren und bei Bedarf möglichst frühzeitig anzupassen.

### 3. Kurzübersicht der Publikationen

Insgesamt wurden vier Artikel in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht; drei davon in deutschsprachigen sowie eine in einem englischsprachigen Journal. Im Folgenden werden die Publikationen jeweils in einer Kurzfassung vorgestellt. Alle Daten wurden im Rahmen der postoperativen CI-Folgetherapie erhoben und mittels SPSS, Version 25 (SPSS Inc, Chicago, IL) ausgewertet.

Die ICF-CY-basierte Erstellung von Therapie- und Förderplänen setzt ein stetiges Monitoring des CI-Versorgungsprozesses voraus. Während die multizentrische Studie das Monitoring der frühen Hörentwicklung von CI-versorgten Kindern in den Fokus nimmt, untersucht die matched-pairs Studie das Monitoring der technischen CI-Versorgung anhand eines Gruppenvergleichs. Die Pilot- und Fallstudie beschäftigen sich beide mit dem Monitoring der Eltern-Kind-Interaktion und werden daher zusammen vorgestellt.

#### 3.1 Multizentrische Studie

##### Hintergrund

Für eine optimale Förderung der CI-versorgten Kinder ist es von großer Bedeutung, langsame Entwicklungsverläufe bereits möglichst früh zu entdecken, um entsprechende notwendige Interventionen einzuleiten (siehe Kapitel 1.2). Daher ist die Erfassung der frühen (präverbalen) Hörentwicklung in den ersten Monaten nach Versorgung mit CI umso wichtiger. Aufgrund der bis zur technischen Versorgung stattfindenden auditiven Deprivationsphase wird vor allem zu Beginn der Hörentwicklung im Rahmen der Diagnostik häufig das Höralter (HA) als

Referenzwert herangezogen; während die Diagnostik der späteren verbalen Entwicklung auch international am Lebensalter (LA) orientiert ausgewertet wird.

### Ziele

Ziel der multizentrischen Studie war es zu prüfen, ob

- der LEAQ in der vorliegenden Stichprobe eine interne Konsistenz aufweist, die mit der von normal hörenden Kindern vergleichbar ist;
- die Hörentwicklung CI-versorgter Kinder eine höhere Variabilität aufweist als die von normal hörenden Kindern;
- die Hörentwicklung umso besser ist, je früher Kinder mit einem CI versorgt werden;
- der LEAQ sensitiv genug ist, um frühzeitig verlangsamte Entwicklungsverläufe zu erfassen und ob
- eine gute präverbale Hörentwicklung ein Indikator für eine bessere Sprachentwicklung im Alter von 4; 0 - 5; 11 Jahren gemessen mit SETK 3-5 (Normierungsgruppe 4; 0-5; 11 Jahre) ist.

Die Ergebnisse können als Grundlage für therapeutische sowie pädagogische Fachkräfte dienen, um die frühe Hörentwicklung von Kindern nach CI-Versorgung besser beurteilen zu können. Dies ist wiederum bedeutsam für die weitere Therapie- und Förderplanung sowie für prognostische Aussagen bezüglich der individuellen Sprachentwicklung.

### Methoden

In die retrospektive Studie wurden Daten von insgesamt 553 Kindern aus sechs deutschen CI-Zentren eingeschlossen, für die jeweils mindestens ein LEAQ im Verlauf der CI-Folgetherapie ausgefüllt wurde. Eingeschlossen wurden Kinder, die bilateral simultan oder sequenziell mit CI versorgt wurden (erstes CI im Alter von  $\leq 48$  Monaten mit einem zeitlichen Abstand zwischen der Versorgung von  $\leq 12$  Monaten) ohne Zusatzbeeinträchtigung. Sofern ein SETK 3-5 [23] durchgeführt wurde, wurde dieser ebenfalls ausgewertet.

Es wurden die Mittelwerte (MW) und SD der Rohwerte bestimmt und mittels des Shapiro-Wilk-Tests auf Normalverteilung geprüft. Aufgrund überwiegend nicht-normalverteilter Daten wurden für die Interferenzstatistik non-parametrische Verfahren angewandt: Kruskal-Wallis-Test mit paarweisen Vergleichen und Bonferroni-Korrektur sowie Spearman-Rangkorrelationen. Für die Erstellung einer Trendlinienformel wurde eine polynomiale Regression zweiter Ordnung erstellt.

## Ergebnisse

Erwartungsgemäß ergaben sich hohe Korrelationen zwischen dem HA sowie dem LEAQ-Gesamtscore ( $r = 0,63$ ;  $p < 0,0001$ ); der Korrelationskoeffizient für das LA und LEAQ-Gesamtscore lag bei  $r = 0,27$ ;  $p < 0,0001$ . Die Reliabilität der LEAQ-Skala konnte für  $n = 293$  berechnet werden und ergab eine hohe interne Konsistenz in Bezug auf die Stichprobe CI-versorgter Kinder (Guttman-Lambda 0,96; Cronbach-Alpha 0,95 und Split-Half-Reliabilität 0,81). Nach LA ausgewertet verläuft die Entwicklung ungefähr parallel zu der Entwicklung normal hörender Kinder, allerdings auf niedrigerem Niveau (10-12 Rohpunkte weniger). Die Daten zeigen eine große Streuung der Messwerte über alle Altersklassen hinweg ( $LA > HA$ ), wobei die SD bei der Auswertung nach LA im Durchschnitt bei 7,7 und nach HA bei 6,54 lag. Früh implantierte Kinder ( $\leq 12$  Monate) erreichen dabei durchgehend ca. 7-8 Rohpunkte mehr. Erst die LEAQ-Ergebnisse der späteren Testzeitpunkte (ab einem Alter von 18 Monaten) korrelieren mit einigen Bereichen des SETK 3-5.

### *3.2 Matched-Pairs Studie*

#### Hintergrund

Die Zahl der Kinder mit zusätzlichen schweren Behinderungen und CI (CAD) hat in den letzten 20 Jahren stetig zugenommen. Analysen innerhalb dieser Kohorte zeigen, dass Kinder mit hochgradiger Schallempfindungsschwerhörigkeit und schweren zusätzlichen Behinderungen von einer CI-Versorgung profitieren - vor allem, wenn die Kinder frühzeitig und optimal versorgt werden (siehe Kapitel 2.3). Die optimale Hör-Versorgung ist aber insbesondere bei CAD mit vielen Herausforderungen verbunden.

#### Ziele

Ziel der matched-pairs Studie war es zu untersuchen,

- ob sich die subjektiv eingestellten Fitting-Daten von CAD im Vergleich zu CI-versorgten Kindern ohne zusätzliche schwere Behinderungen (CnonAD) unterscheiden;
- inwieweit sich die Hörschwellen zwischen den Gruppen unterscheiden;
- ob es Unterschiede zwischen den der objektiv erfassten elektrisch evozierten Summenaktionspotential-(eCAP)-Schwellen, den Elektrodenimpedanzen sowie der durchschnittlichen täglichen Tragedauer gibt.

Die Ergebnisse können audiologischen Fachkräften Anhaltspunkte geben, worauf sie bei der Anpassung von CAD besonders achten sollten.



## Methoden

Bei dieser Studie handelt es sich um eine retrospektive Analyse der Daten von 47 CAD, die sich zwischen 2006 und 2022 in der CI-Folgetherapie befanden. Diese Kinder hatten insgesamt 76 CI-versorgte Ohren, die mit 76 CI-versorgten Ohren von insgesamt 51 CnonAD gepaart wurden. Der Kolmogorov-Smirnov-Test wurde verwendet, um die Daten auf Normalverteilung zu prüfen. Mittel- und Medianwerte sowie Standardabweichungen wurden für jede Variable berechnet. Gepaarte T-Tests wurden durchgeführt, um die Signifikanz der Unterschiede zwischen den Paaren der Stichprobe und der Kontrollgruppe zu testen. Bei Daten mit nicht vorhandener Normalverteilung wurde der Wilcoxon-Test verwendet, um Signifikanzen zu prüfen. Konnte eine Signifikanz nachgewiesen werden, wurde die Größe des Effekts mit Cohen's d für einen gepaarten T-Test angegeben. Die Daten wurden nach Herstellerfirma getrennt ausgewertet.

## Ergebnisse

Die T- und MC-Werte der Medel-Implantate waren in der Stichprobe signifikant niedriger als in der Kontrollgruppe (T-Level  $p = 0.010$ ; MC-Level  $p = 0.006$ ). Ein ähnlicher Trend war bei den Cochlear®-Implantaten zu beobachten. Die Gruppe der CAD zeigte eine positive Korrelation zwischen den eCAP-Schwellen und den T- und den MC-Leveln im Falle der Cochlear®-Implantate (T-Level  $r = 0.844$ ,  $p < 0.0001$ ; MC-Level  $r = 0.800$ ,  $p < 0.0001$ ). Die CAD-Gruppe wies zudem eine signifikant höhere Reaktionsschwelle in der Freifeldaudiometrie von im Mittel 11dB auf ( $p < 0.0001$ ; Cohen's d = 0.85). Je länger die Hörerfahrung der Kinder beider Gruppen mit CI, desto geringer fielen die Reaktionsschwellen aus (CAD  $r = -0.371$ ,  $p = 0.001$ ; CnonAD  $r = -0.680$ ,  $p < 0.0001$ ).

Im Gegensatz zu den CnonAD (0%) zeigten bei den CAD insgesamt 18% eine reduzierte durchschnittliche tägliche Tragezeit der CI. Wenn diese nicht berücksichtigt wurden, waren die eCAP-Schwellen in der CAD-Gruppe signifikant höher (Cochlear®:  $p = 0.031$ ; Cohen's d = 0.49 und Medel:  $p = 0.008$ ; Cohen's d = 0.65). Außerdem zeigte sich ein Trend zu höheren eCAP-Schwellen, wenn das kontralaterale Ohr nicht ebenfalls mit einem CI versorgt war. Unterschiede in den Elektrodenimpedanzen zwischen den zwei Gruppen konnten nicht festgestellt werden (Cochlear®:  $p = 0.705$ ; Medel  $p = 0.260$ ).

### 3.3 Pilot- und Fallstudie

#### Hintergrund

Kinder entwickeln sich nach Versorgung mit CI trotz vergleichbarer medizinischer, technischer sowie im Rahmen der frühen Interventionen angebotenen therapeutisch-pädagogischen Maßnahmen weiterhin sehr unterschiedlich. Während kindbezogene Faktoren eine Rolle spielen, konnte auch der Einfluss der Interaktionsqualität der Bezugspersonen mit ihrem Kind als einflussreicher Umweltfaktor identifiziert werden (siehe Kapitel 1.1). Allerdings fehlen valide Verfahren, um die Qualität der Eltern-Kind-Interaktion im Kontext von kindlicher Hörschädigung im Rahmen der Therapie zeitökonomisch zu beurteilen. Als Grundlage haben sich Videoaufnahmen von Alltagssituationen bewährt. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde daher die valide EKIE als videogestütztes, zeitökonomisches Ratinginstrument für Kinder im Alter von 7-26 Monaten (siehe Kapitel 1.1) herangezogen und um 7 Items zur EKIE-hör erweitert, um die besonderen Bedürfnisse von CI-versorgten Kindern zu berücksichtigen: Sprechweise (z.B. angemessene Prosodie und Sprechpausen); kongruentes Kommunikationsverhalten (Informationen der Körpersprache decken sich mit Inhalten der gesprochenen Sprache); (Spiel-) Situation wird sprachlich begleitet; auf (non)verbale Äußerungen des Kindes wird verbal reagiert und/oder erweitert; korrekatives Feedback wird eingesetzt; Kind wird zum Sprechen angeregt mittels sprachförderlicher Verhaltensweisen (z.B. durch Stellen von offenen Fragen) sowie Dekontextualisieren von Gesprächsinhalten.

#### Ziele Pilotstudie

Ziel der Studien war

- die Evaluation der vorgenommenen Erweiterung der EKIE zur EKIE-hör für die Zielgruppe der CI-versorgten Kinder sowie die Überprüfung, ob mittels der EKIE-hör
- eine Beurteilung der Eltern-Kind-Interaktion auch dann möglich ist, wenn die Interaktion in einer anderen Sprache als Deutsch stattfindet;
- eine Beurteilung der Eltern-Kind-Interaktion auch dann möglich ist, wenn weitere Herausforderungen wie eine Zusatzbeeinträchtigung vorliegen;
- elterliche Stärken sowie Entwicklungsbereiche und daraufhin Beratungsschwerpunkt ermittelt werden können und
- Beratungseffekte sichtbar gemacht werden können.

Die Ergebnisse können bei der Implementierung einer validen und zeitökonomischen Methode der Videointeraktionsanalyse in den klinischen und therapeutischen Alltag helfen sowie Aufschluss über weitere Einsatzmöglichkeiten der EKIE-hör geben.

### Methoden

Die prospektive Studie war auf insgesamt vier Jahre ausgelegt. Einschlusskriterien der Pilotstudie waren Kinder mit monolingual deutschsprechenden hörenden Bezugspersonen sowie ein Alter des Kindes von < 6 Jahren. Die Kinder waren bilateral mit CI versorgt und es lagen keine weiteren Behinderungen vor. Insgesamt wurden sechs 5-minütige Videoaufnahmen von neun vorab geschulten Ratern anhand der EKIE-hör ausgewertet. Anschließend wurde die Rater-Übereinstimmung mittels Intraklassenkorrelation überprüft. Cronbachs Alpha wurde zur Bestimmung der Effektgröße berechnet. Korrelationskoeffizienten und 95% Konfidenzintervalle wurden basierend auf den durchschnittlichen Maßen in einem zweifach gemischten Konsistenzmodell bestimmt. Zur Ermittlung der Zeitökonomie der EKIE-hör wurden darüber hinaus insgesamt acht Kurzfragebögen ausgefüllt, nachdem die Rater mehrmonatige Erfahrungen mit der EKIE-hör sammeln konnten.

Für die Fallstudie wurden Daten von insgesamt drei Familien ausgewertet, von denen jeweils Daten zur Interaktion sowie standardisierte entwicklungsentsprechende Sprachstandserhebungen (z.B. ELFRA, *Aktiver Wortschatztest für 3- bis 5-jährige Kinder* (AWST-R), *Sprachstandserhebungstest für Kinder im Alter zwischen 5 und 10 Jahren* (SET 5-10)) über einen Zeitraum von > 18 Monaten vorlagen. Einschlusskriterien waren ein Alter des Kindes von < 6 Jahren sowie deren bilaterale CI-Versorgung. Zur Überprüfung der Fragestellungen wurden folgende Voraussetzungen für jeweils eine der drei Familien erfüllt: Monolingual Deutsch sprechende Familie; monolingual nicht Deutsch sprechende Familie und Vorhandensein einer zusätzlichen Behinderung beim Kind. Die Ermittlung der Daten erfolgte im Abstand von jeweils sechs Monaten mit jeweils sechs Testzeitpunkten. Anhand jeder Videoaufnahme wurde mittels der EKIE-hör die Qualität der Interaktion durch die jeweils betreuende Fachkraft beurteilt (insgesamt 19 Videos). Durch eine wissenschaftliche Mitarbeiterin wurden die Videos ein zweites Mal geratet. Aus diesen zwei Ratings wurde anschließend jeweils der Mittelwert für jedes Item gebildet. Elterliche Ressourcen, aber auch der jeweils aktuelle Beratungsschwerpunkt wurden im zeitlichen Verlauf notiert.

## Ergebnisse

Im Durchschnitt lag für die meisten Items der Pilotstudie der Wert für die Rater-Übereinstimmung mit neun Ratern in einem „guten“ bis „exzellenten“ Bereich, (Cronbachs Alpha = min .832; max .956). Auch die neu hinzugefügten Items wiesen in den meisten Fällen eine „gute“ Rater-Übereinstimmung auf (Cronbachs Alpha = min .623; max .923). Der Zeitaufwand für die Durchführung der EKIE-hör wurde von den Ratern im Median mit Med = 5-10 Minuten angegeben (min 5 – max 20).

In allen drei Fallbeispielen konnten mittels der EKIE-hör die elterlichen sprachförderlichen Ressourcen sowie Entwicklungspotentiale und damit die individuellen Beratungsschwerpunkte benannt und im Verlauf evaluiert sowie sichtbar gemacht werden. Die mittels der EKIE-hör ermittelte Qualität der Interaktion sowie der Verlauf der kindlichen Sprachentwicklung zeigten Tendenzen für einen möglichen Zusammenhang. Als besonders kritisch für Eltern CI-versorgter Kinder hat sich die Passung des Sprachinputs an die Entwicklung des Kindes herausgestellt.

## 4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Rahmen einer hör- und sprachförderlichen Therapiemaßnahme von CI-versorgten Kindern müssen die teilhabeorientierten Ziele fortlaufend auf ihre Aktualität hin überprüft und bei Bedarf erneut angepasst werden. Grundlage hierfür bildet die Hör- und Sprach-Verlaufsdagnostik sowie die Evaluation der technischen Versorgung vor dem Hintergrund einer systemischen sowie ressourcenorientierten Haltung des interdisziplinären Teams unter Einbezug der Bezugspersonen auf Augenhöhe. Mögliche Beeinträchtigungen und Risikofaktoren müssen dabei ebenso fortlaufend Berücksichtigung finden.

Es konnte gezeigt werden, dass der LEAQ zur Beurteilung der präverbalen Entwicklung früh bilateral CI-versorgter Kinder sehr gut geeignet ist (siehe Kapitel 3.1). Dabei sollte bei sehr früher CI-Versorgung ( $\leq 12$  Monate) das LA als Bezugsmaß in der Diagnostik herangezogen werden, um den individuellen Leistungsstand genauer zu erfassen und Ergebnisverzerrungen zu vermeiden. Zudem ist die Bestimmung des HA schwierig und daher die Angabe der Dauer der Hörerfahrung mit CI vorzuziehen. Dadurch können nicht optimale Hörentwicklungsverläufe möglichst frühzeitig detektiert werden. Als allgemeingültige Referenzwerte für CI-versorgte Kinder sind die ermittelten LEAQ-Werte nur bedingt geeignet.

Trotz der aktuellen Möglichkeiten der objektiven Messmethoden wie die Erfassung der eCAP oder des Data-Loggings weisen CAD immer noch Unterschiede in der technischen Versorgung im Vergleich zu CnonAD auf (siehe Kapitel 3.2). Dies hat auf der einen Seite gesundheitsbezogene Gründe wie zum Beispiel der individuelle Gesundheitszustand der innercochleären neuronalen Strukturen. Auf der anderen Seite ist es von hoher Bedeutung, die tägliche CI-Tragedauer der CAD zu optimieren, um auch die T- und MC-Level als Basis für eine erfolgreiche Hör- und Kommunikationsentwicklung individuell bestmöglich einzustellen. Sowohl objektive als auch subjektive Verfahren haben in dem CI-Anpassprozess ihre Berechtigung und sollten standardmäßig zum Einsatz kommen. Grundsätzlich ist vor allem die CI-Anpassung bei CAD ein äußerst komplexer Prozess, der anscheinend auch bei erfahrenen audiologischen Fachkräften mehr Zeit benötigt. Reaktionsschwellen in der Audiometrie müssen dabei zwingend vor dem Hintergrund der medizinischen Diagnose und der Dauer der CI-Versorgung interpretiert werden. Beobachtungen der Bezugspersonen aus dem Alltag können hier zusätzliche hilfreiche Informationen geben.

Es konnte gezeigt werden, dass eine Einschätzung der elterlichen KGS mittels der an die Bedürfnisse CI-versorgter Kinder adaptierten EKIE-hör möglich ist und als Grundlage für eine Elternberatung zur Optimierung der Eltern-Kind-Interaktion dienen kann (siehe Kapitel 3.3). Dies scheint auch für Kinder mit nicht-deutscher Familiensprache sowie für Kinder mit Zusatzbeeinträchtigungen der Fall zu sein. Aufgrund der Zeitökonomie lässt sich das Verfahren gut in den klinischen Alltag integrieren. Insbesondere die Passung des Sprachinputs an die Entwicklung des Kindes hat sich als kritisch für Eltern CI-versorgter Kinder herausgestellt und sollte daher besondere Beachtung finden. Das fortlaufende Monitoring der elterlichen KGS ist somit ein wichtiger Bestandteil zur Optimierung der Umweltfaktoren bei Kindern mit CI.

Insbesondere im Hinblick auf eine individuell bestmögliche Chance auf gelingende Teilhabe ist das frühe Monitoring von diversen Einflussfaktoren sinnvoll und anhand diverser Methoden auch umsetzbar. Zukünftige Studien sind anzustreben, die

- Referenzwerte der frühen Hör- und Sprachentwicklung für CI-versorgte Kinder generieren und die Zusammenhänge zwischen der frühen präverbalen Entwicklung und der späteren Sprachentwicklung weiter aufklären und
- untersuchen, wie die CI-Tragezeit von Kindern mit schweren zusätzlichen Beeinträchtigungen verbessert werden kann, und ob die Kinder möglicherweise von

- anderen Erregungsmustern der Cochlea Implantate oder technischen Neuentwicklungen zusätzlich profitieren können. Zudem sollten zukünftige Studien
- mehr Evidenz liefern im Bereich der videogestützten Optimierung des elterlichen Sprachinputs bei Kindern nach CI-Versorgung, um Konzepte für Frühinterventionsprogramme qualitativ aufzuwerten und dadurch mehr zu implementieren.

Um eine optimale Entwicklung und damit Aktivität und Teilhabe von Kindern mit CI entsprechend ihrer individuellen Fähigkeiten zu gewährleisten, sollte ein multiprofessionelles, familienzentriertes Interventionsprogramm implementiert werden, idealerweise bereits ab dem Entscheidungsprozess für ein CI. Eine begleitende Evaluation als Basis für die fortlaufende Optimierung der Maßnahmen ist dabei unabdingbar.

## 5. Erklärung zu den Publikationen

Diese kumulative Dissertation umfasst vier gemeinschaftliche Publikationen, von denen zwei von mir in Erstautorenschaft und zwei weitere in Co-Autorenschaft verfasst wurden. Die Publikationen basieren auf Daten von CI-versorgten gehörlosen Kindern sowie deren Bezugspersonen, die im Cochlear Implant Center Rhein-Main der Hör- und Sprachförderung Rhein-Main gGmbH im Rahmen ihrer postoperativen CI-Folgetherapie betreut wurden.

Im Fall der mulizentrischen Studie wurde die Planung und Vorbereitung gemeinsam mit weiteren Co-Autoren vorgenommen. Vollständig selbst verantwortlich war ich für die Konzeption inklusive Einholung des Ethikvotums. An der Datenerhebung sowie der Datenanalyse war ich maßgeblich beteiligt. Die Ergebnisinterpretation wurde von mir eigenständig durchgeführt ebenso wie der Manuskriptentwurf. Die Überarbeitung sowie die Revision des Manuskripts erfolgten durch mich in Absprache mit den Co-Autoren.

Im Fall der matched-pairs Studie war ich vollständig selbst verantwortlich für die Konzeption, Planung und Vorbereitung inklusive des Ethikvotums, die Datenerhebung, des Manuskriptentwurfs sowie die Ergebnisinterpretation. An der Datenanalyse war ich maßgeblich beteiligt; die Überarbeitung sowie die Revision des Manuskripts erfolgten durch mich in Absprache mit den Co-Autoren.

Im Fall der Pilot- und Fallstudie war ich vollständig selbst verantwortlich für die Konzeption, Planung und Vorbereitung inklusive des Ethikvotums. An der Teilnehmerakquise, der Datenerhebung, der Datenanalyse sowie der Ergebnisinterpretation war ich maßgeblich beteiligt, ebenso an der Überarbeitung sowie der Revision des Manuskripts.

## 6. Publikationsverzeichnis

Hinweis. Aus vertragsrechtlichen Gründen sind die Originalartikel in der vorliegenden Veröffentlichung nicht enthalten.

Publikation 1: Seebens Y, Metzeld D, Streicher B, Glaubitz C, Kronesser D, Kreibohm-Strauß K, Helbig S, Schäfer K, Kröger S, Beck R, Aschendorff A (2024)

Der LittIEARS® Hörfragebogen. Auswertung multizentrischer Daten von Kindern nach früher bilateraler Cochlea-Implantatversorgung

HNO, DOI 10.1007/s00106-024-01509-9

Publikation 2: Seebens Y, Metzeld D, Helbig S., Schäfer K (2024)

Fitting parameters in children with cochlear implants and severe additional Disabilities

Eur Arch Otorhinolaryngol, <https://doi.org/10.1007/s00405-024-08890-9>

Publikation 3: Martsch A, Metzeld D, Helbig S, Seebens Y (2023)

Evaluierung der Eltern-Kind-Interaktions Einschätzskala (EKIE) – adaptiert für Eltern-Kind-Dyaden nach kindlicher Cochlea Implantat-Versorgung – eine Pilotstudie

Sprache · Stimme · Gehör, DOI 10.1055/a-1737-2035

Publikation 4: Martsch A, Metzeld D, Helbig S, Seebens Y, Schäfer K (2024)

Videogestützte Elternberatung und Beurteilung der Entwicklung des elterlichen Kommunikationsverhaltens mit ihren Cochlea Implantat-versorgten Kindern – Fallstudie

Sprache · Stimme · Gehör, DOI 10.1055/a-2222-1170



## 7. Literaturverzeichnis

1. Aarts M (2009) *Marte Meo*. Ein Handbuch. Aarts Productions, Eindhoven.
2. Ambrose SE, Walker EA, Unflat-Berry LM et al. (2015) Quantity and Quality of Caregivers' Linguistic Input to 18-Month and 3-Year-Old Children Who Are Hard of Hearing. *Ear and hearing* 36 Suppl 1:48S-59S. <https://doi.org/10.1097/AUD.000000000000209>.
3. Archbold S, Lutman ME, Nikolopoulos T (1998) Categories of auditory performance: inter-user reliability. *British Journal of Audiology* 32:7–12. <https://doi.org/10.3109/03005364000000045>.
4. AWMF (2013) S2k-Leitlinie Periphere Hörstörungen im Kindesalter. DGPP. [https://dgpp.de/cms/media/download\\_gallery/Hoerstoerungen%20Kinder%20kurz.pdf](https://dgpp.de/cms/media/download_gallery/Hoerstoerungen%20Kinder%20kurz.pdf).
5. AWMF (2020) S2k-Leitlinie Cochlea-Implantat Versorgung. DGHNO-KHC. [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/017-071l\\_S2k\\_Cochlea-Implantat-Versorgung-zentral-auditorische-Implantate\\_2020-12.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/017-071l_S2k_Cochlea-Implantat-Versorgung-zentral-auditorische-Implantate_2020-12.pdf).
6. AWMF (2022) S3-Leitlinie Therapie von Sprachentwicklungsstörungen. 2022. Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP). <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/049-015>.
7. Bagatto MP, Moodie ST, Seewald RC et al. (2011) A critical review of audiological outcome measures for infants and children. *Trends in amplification* 15:23–33. <https://doi.org/10.1177/1084713811412056>.
8. Baumann U (2022) CI-versorgende Einrichtung (DGHNO) und Audiologisches Zentrum (DGA). *Zeitschrift für Audiologie* 61 (1):37.
9. Boons T, Brokx JPL, Dhooge I et al. (2012) Predictors of spoken language development following pediatric cochlear implantation. *Ear and hearing* 33:617–639. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3182503e47>.
10. Brandes S, Stark W (2021) Empowerment/Befähigung. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA).
11. Chao X, Wang R, Luo J et al. (2023) Relationship between electrically evoked compound action potential thresholds and behavioral T-levels in implanted children with cochlear nerve deficiency. *Scientific Reports (Online Journal)* 13:4309. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31411-3>.
12. Clark M (2009) Interaktion mit hörgeschädigten Kindern. *Der natürliche hörgerichtete Ansatz in der Praxis*. Reinhardt, München.
13. Collinson S (2017) Early years language and development in deaf children – a best evidence scoping review Synthesis of key findings. National Sensory Impairment Partnership.
14. Coninx F, Weichbold V, Tsiakpini L et al. (2009) Validation of the LittIEARS® Auditory Questionnaire in children with normal hearing. *International journal of pediatric otorhinolaryngology* 73:1761–1768. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2009.09.036>.
15. Curtin M, Dirks E, Cruice M et al. (2021) Assessing Parent Behaviours in Parent-Child Interactions with Deaf and Hard of Hearing Infants Aged 0-3 Years: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine* 10. <https://doi.org/10.3390/jcm10153345>.
16. Deimann P, Kastner-Koller U, Esser G et al. (2010) FRAKIS Fragebogen zur frühkindlichen Sprachentwicklung : FRAKIS (Standardform) und FRAKIS-K (Kurzform). UR - <https://www.semanticscholar.org/paper/FRAKIS-Fragebogen-zur-fr%C3%BChkindlichen-%3A-FRAKIS-und-Deimann-Kastner-Koller/9dc918af33b2e2edc5b7e2fba1e9da2db1650b1d>.
17. DGHNO-KHC (2021) *Weißbuch Cochlea-Implantat(CI)-Versorgung*. Empfehlungen zur Struktur, Organisation, Ausstattung, Qualifikation und Qualitätssicherung in der Versorgung von Patienten mit einem Cochlea-Implantat in der Bundesrepublik Deutschland.

- <https://cdn.hno.org/media/2021/ci-weissbuch-20-inkl-anlagen-datenblöcke-und-zeitpunkte-datenerhebung-mit-logo-05-05-21.pdf>.
18. Dziemba OC (2018) Referenzwerte elektrisch evozierter Potentiale zur objektiven Diagnostik des peripheren auditorischen Systems nach Cochlea-Implantat-Versorgung. Monographie, Leipzig.
  19. Glanemann R, Reichmuth K, Matulat P et al. (2013) Muenster Parental Programme empowers parents in communicating with their infant with hearing loss. *International journal of pediatric otorhinolaryngology* 77:2023–2029. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2013.10.001>.
  20. Glaubitz C, Beck R, Liebscher T et al. (2024) Frühe Sprachleistungen im Fragebogen ELFRA : Auswertung multizentrischer Daten von Kindern nach bilateraler Cochlea-Implantatversorgung. *HNO*:1–10. <https://doi.org/10.1007/s00106-024-01489-w>.
  21. Glaubitz C, Liebscher T, Hoppe U (2022) Children with cochlear implant and additional disabilities benefit from consistent device use. *International journal of pediatric otorhinolaryngology* 162:111301. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2022.111301>.
  22. Grimm H (2000) SETK-2: Sprachentwicklungstest für zweijährige Kinder; Diagnose rezeptiver und produktiver Sprachverarbeitungsfähigkeiten; Manual. Hogrefe Verlag.
  23. Grimm H (2015, 3. Auflage) SETK 3-5 Sprachentwicklungstest für drei- bis fünfjährige Kinder (3;11-5;11). Hogrefe, Göttingen.
  24. Grimm H, Doil H, Aktaş M et al. (2019) ELFRA-Elternfragebögen für die Früherkennung von Risikokindern. Manual. Hogrefe, Göttingen.
  25. Hoffmann V, Schäfer K (2020) Kindliche Hörstörungen. Diagnostik, Versorgung, Therapie. Springer Berlin Heidelberg.
  26. Holstad BA, Sonneveldt VG, Fears BT et al. (2009) Relation of electrically evoked compound action potential thresholds to behavioral T- and C-levels in children with cochlear implants. *Ear and hearing* 30:115–127. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181906c0f>.
  27. Holzinger D, Dall M, Sanduvete-Chaves S et al. (2020) The Impact of Family Environment on Language Development of Children With Cochlear Implants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ear Hear*:1077–1091.
  28. Keilmann A, Friese B, Lässig A et al. (2018) Validation of the second version of the LittleEARS® Early Speech Production Questionnaire (LEESPO) in German-speaking children with normal hearing. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 275:883–888. <https://doi.org/10.1007/s00405-018-4889-4>.
  29. Kiese-Himmel C, Kruse E (2000) Zur Hörgeräte-Trageakzeptanz bei Kindern. *Phoniatrie und Pädaudiologie* 48 (4):309–313.
  30. Medizinischer Dienst des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen e.V. (MDS) (2020) Begutachtungsanleitung Richtlinie des GKV-Spitzenverbandes nach §282 SGB V - Apparative Versorgung bei Schwerhörigkeit:1–107. [https://md-bund.de/fileadmin/dokumente/Publicationen/GKV/Begutachtungsgrundlagen\\_GKV/BGA\\_Apparative\\_Versorgung\\_Schwerhoerigkeit\\_201210.pdf](https://md-bund.de/fileadmin/dokumente/Publicationen/GKV/Begutachtungsgrundlagen_GKV/BGA_Apparative_Versorgung_Schwerhoerigkeit_201210.pdf).
  31. Moeller MP, Carr G, Seaver L et al. (2013) Best Practices in Family-Centered Early Intervention for Children Who Are Deaf or Hard of Hearing: An International Consensus Statement. *J Deaf Stud Deaf Educ*.
  32. Moeller MP, Gale E, Szarkowski A et al. (2024) Family-Centered Early Intervention Deaf/Hard of Hearing (FCEI-DHH): Introduction. *Journal of deaf studies and deaf education* 29:S13-S17. <https://doi.org/10.1093/deafed/enad035>.
  33. Moeller MP, Tomblin JB (2015) An Introduction to the Outcomes of Children with Hearing Loss Study. *Ear and hearing* 36 Suppl 1:4S-13S. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000210>.

34. Nicastri M, Giallini I, Ruoppolo G et al. (2020) Parent Training and Communication Empowerment of Children With Cochlear Implant. *Journal of Early Intervention*, 105381512092290. <https://doi.org/10.1177/1053815120922908>.
35. Obrycka A, Pankowska A, Lorens A et al. (2010) Translation of the LittleEARS Questionnaire into Polish. *Cochlear implants international* 11 Suppl 1:340–345. <https://doi.org/10.1179/146701010X12671177989796>.
36. Reichmuth K (2017) Spracherwerb prälingual ertaubarer Kinder mit Cochlea Implantat. Aktueller Forschungsstand und Implikationen für die Sprachtherapie. *Sprachtherapie aktuell: Forschung - Wissen - Transfer*:1–15.
37. Reichmuth K, Nickisch A, Matulat P et al. (2010) Abweichende Sprachentwicklung nach Cochleaimplantation? Zur Anwendbarkeit des Elternfragebogens ELFRA-2. *HNO* 58:1208–1216. <https://doi.org/10.1007/s00106-010-2142-6>.
38. Roggman LA, Cook GA, Innocenti MS et al. (2022) *Piccolo™-Manual*. Einschätzung von Eltern-Kind-Interaktionen. Ernst Reinhardt Verlag, München.
39. Schäfer K (2018) Früherkennung und Möglichkeiten der frühen Hör- und Kommunikationsförderung bei mehrfachbehinderten Kindern mit einer Hörbeeinträchtigung. In: Gebhard B, Möller-Dreischer S, Seidel A, Sohns A (Hrsg) *Frühförderung wirkt - von Anfang an. Früherkennung und Möglichkeiten der frühen Hör- und Kommunikationsförderung bei mehrfachbehinderten Kindern mit einer Hörbeeinträchtigung*. Kohlhammer Verlag, S 299–307.
40. Schäfer K (2019) Hördiagnostik bei hörgeschädigten Kindern mit komplexen Zusatzbeeinträchtigungen. Bedeutung und Grenzen der objektiven Audiometrie. <https://www.dga-ev.com/fileadmin/dga2019/site/data/final/0129.pdf>.
41. Schäfer K (2019) Hören als Basis für Sprachentwicklung und Lernen von hörgeschädigten Kindern mit (komplexen) zusätzlichen Beeinträchtigungen. *Zeitschrift für Audiologie* 22:34–37.
42. Scheperle RA (2017) Suprathreshold compound action potential amplitude as a measure of auditory function in cochlear implant users. *Journal of otology* 12:18–28. <https://doi.org/10.1016/j.joto.2017.01.001>.
43. Sohn M, Kim J, Park H (2015) Auditory Development Assessment with LittleEARS® Auditory Questionnaire in Children with and without Hearing Loss. *Audiol Speech Res* 11:45–62. <https://doi.org/10.21848/audiol.2015.11.1.45>.
44. Sommer A, Mann D (2015) Qualität elterlichen Interaktionsverhaltens. Erfassung von Interaktionen mithilfe der Eltern-Kind-Interaktions Einschätzskala im Nationalen Bildungspanel (NEPS Working Paper No. 56). [https://www.neps-data.de/Portals/0/Working%20Papers/WP\\_LVI.pdf](https://www.neps-data.de/Portals/0/Working%20Papers/WP_LVI.pdf).
45. Stöver T, Plontke SK, Guntinas-Lichius O et al. (2023) Struktur und Einrichtung des Deutschen Cochlea-Implantat-Registers (DCIR). *HNO* 71:767–778. <https://doi.org/10.1007/s00106-023-01309-7>.
46. Tait ME, Nikolopoulos TP, Wells P et al. (2007) The use and reliability of Tait video analysis in assessing preverbal language skills in profoundly deaf and normally hearing children under 12 months of age. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 71:1377–1382. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2007.05.011>.
47. Ullrich K, Suchodoletz W von (2011) Früherkennung von Sprachentwicklungsstörungen bei der U7. *Monatsschr Kinderheilkd* 159:461–467. <https://doi.org/10.1007/s00112-010-2374-2>.
48. Vaccari C, Marschark M (1997) Communication between Parents and Deaf Children: Implications for Social-emotional Development. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 38:793–801. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1997.tb01597.x>.

49. Vos JJ de, Biesheuvel JD, Briaire JJ et al. (2018) Use of Electrically Evoked Compound Action Potentials for Cochlear Implant Fitting: A Systematic Review. *Ear and hearing* 39:401–411. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000495>.
50. Wang Y, Williams R, Dilley L et al. (2020) A meta-analysis of the predictability of LENA™ automated measures for child language development. *Developmental Review* 57:100921. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2020.100921>.
51. Weichbold V, Anderson I, D’Haese P (2004) Validation of three adaptations of the Meaningful Auditory Integration Scale (MAIS) to German, English and Polish. *International journal of audiology* 43:156–161. <https://doi.org/10.1080/14992020400050021>.
52. WHO (Hrsg) (2020) ICF-CY. Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit bei Kindern und Jugendlichen. Hogrefe, Bern.
53. Wilkinson AS, Brinton JC (2003) Speech intelligibility rating of cochlear implanted children: inter-rater reliability. *Cochlear Implants Int.* 4:22–30. <https://doi.org/10.1002/cii.62>.
54. 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. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 31:1268–1274. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e3181f1ce07>.
55. Zhong Y, Xu T, Dong R et al. (2017) The analysis of reliability and validity of the IT-MAIS, MAIS and MUSS. *International journal of pediatric otorhinolaryngology* 96:106–110. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2017.03.006>.