

Zeitschrift für Audiologie

Audiological Acoustics

Hören und Lernen

**1. Interdisziplinäres Kolloquium
der KIND Hörstiftung
am 4. und 5. Februar 2019
in Berlin**

Schriftenreihe Band 22

Herausgeber
KIND Hörstiftung



Sonderheft Nr. 4/2019

4	Grußwort Anja Karliczek	25	Stand der Versorgung mit technischen Hörhilfen bei Senioren Inga Holube und Petra von Gablenz
	<i>Vorwort</i>	27	Hörgeräte-Technologie – quo vadis? Martin Kinkel
5	Vorwort zum ersten Interdisziplinären Kolloquium der KIND Hörstiftung Sebastian Hoth		<i>Hören und Zugang zu Bildung</i>
	<i>Stiftungspreis</i>	29	Was wir über Entwicklungsprozesse sehr junger hörgeschädigter Kinder wissen Manfred Hintermair
7	Verleihung des Stiftungspreises der KIND Hörstiftung	32	Sozial-kognitive Entwicklung bei Kindern mit Hörschädigung Vanessa Hoffmann
	<i>Hören und Kognition</i>	34	Hören als Basis für Sprachentwicklung und Lernen von hörgeschädigten Kindern mit (komplexen) zusätzlichen Beeinträchtigungen Karolin Schäfer
8	Wie beeinflussen Hirnzustände und Hirnmerkmale die zentrale Hörleistung? Jonas Obleser, Julia Erb, Jens Kreitewolf und Malte Wöstmann	38	Hindernis Hören?! Modelle einer inklusiveren Universität Mareike Grundmann und Martin Podszus
10	Does cochlear implantation in profoundly deaf elderly prevent dementia? Olivier Sterkers and Isabelle Mosnier		<i>Habilitation und Rehabilitation des Hörens</i>
	<i>Mechanismen von Schwerhörigkeit und ihre Diagnostik</i>	40	Sprachwahrnehmung und kognitive Funktionen im Alter Hartmut Meister
11	Diagnostic tools for assessing hearing impairment across all ages Birger Kollmeier	43	CI-Rehabilitation aus ärztlicher Sicht Dirk Mürbe
15	Hörrehabilitation mit Cochlea-Implantat und der Verlust kognitiver Fähigkeiten Angelika Illg, Julia Lukaschyk, Sebastian Roesch, Belinda Pletzer und Maria Huber	44	CI-(Re)Habilitation aus therapeutischer Sicht Dominique Kronesser
	<i>Die Bedeutung von Akustik und Audiotechnik</i>	46	Verzeichnis der Referentinnen/Referenten
19	Basics of room acoustics and optimization in rooms used for education Carsten Svensson	47	Impressum
22	Auswirkungen von Störlärm und Nachhall auf die Sprachwahrnehmung und kognitive Leistung bei Kindern Markus Meis		

Grußwort für das Interdisziplinäre Kolloquium der KIND Hörstiftung



*Anja Karliczek,
Bundesministerin für
Bildung und Forschung*

Gehörlos zu sein und trotzdem hören zu können, das ist möglich. Als 1984 in Hannover die ersten Cochlea-Implantate bei deutschen Patienten implantiert wurden, war das eine Revolution. Skeptiker hatten es damals für unmöglich gehalten, dass man mit elektrischen Impulsen Klänge und Sprache hörbar machen kann. Heute ermöglicht das vielen Kindern, am Unterricht teilzunehmen und einen Schulabschluss zu erreichen.

Gut hören zu können, hilft uns, Teil einer Gemeinschaft werden. Welche schwerwiegenden Folgen es haben kann, hörbeeinträchtigt zu sein – als Kind, als Erwachsener oder in höherem Alter – ist in den vergangenen Jahren intensiv erforscht worden. Ebenso gibt es inzwischen dank des wissenschaftlich-technologischen Fortschritts eine Vielzahl neuer Lösungsansätze, um Hördefizite frühzeitig und spezifisch zu diagnostizieren und individuell die richtigen therapeuti-

schen oder pädagogischen Maßnahmen zu ergreifen. Gerade viele kleine und mittelständische Unternehmen der Medizintechnikbranche erforschen hier erfolgversprechende neue Ansätze, die wir unterstützen. Technische Ansätze alleine sind jedoch ausreichend und müssen in der Versorgung begleitet werden, zum Beispiel wenn Patientinnen und Patienten das Hören wieder oder erstmals erlernen müssen.

Vor diesem Hintergrund ist der regelmäßige Expertenaustausch von großer Bedeutung. Das erste interdisziplinäre Kolloquium der KIND Hörstiftung setzt die seit 1976 fest etablierte Veranstaltungsreihe der GEERS-Stiftung fort. Unter dem Titel „Hören und Lernen“ treffen sich auch in diesem Jahr wieder verschiedene Fachdisziplinen, um Antworten auf wichtige Fragen zu finden: Wie können technische Hilfsmittel Einschränkungen des Hörens mildern und als Basis für gutes Lernen dienen? Wie verbessern neue Lösungen die Bildung und Erziehung in der Schule? Wie können sie das Lernen über die gesamte Lebensspanne hinweg erleichtern? Ich freue mich auf innovative Ideen und wünsche allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern einen intensiven fachlichen Austausch und fruchtbare Impulse für Ihre Arbeit.

Anja Karliczek
Mitglied des Deutschen Bundestages
Bundesministerin für Bildung und Forschung

Vorwort zum ersten Interdisziplinären Kolloquium der KIND Hörstiftung

Ohne Not oder zumindest einen überzeugenden Grund sollte ein funktionierendes System nicht geändert werden – allenfalls sein Name oder die Nummer. Das erste Interdisziplinäre Kolloquium der KIND Hörstiftung, welches am 4. und 5. Februar 2019 in Berlin stattfand, knüpfte beinahe nahtlos an die Tradition der 18 Multidisziplinären Kolloquien der GEERS-Stiftung an. „Beinahe nahtlos“ – weil der an anderer Stelle (Hörakustik Juni 2017, Zeitschrift für Audiologie 2/2018) näher beschriebene Übergang von der GEERS-Stiftung zur KIND Hörstiftung es mit sich brachte, dass seit dem letzten Kolloquium drei statt der üblichen zwei Jahre vergangen sind. Der Name des Kolloquiums wurde in einer kaum wahrnehmbaren Weise geändert, weil die Initiatoren der Ansicht waren, dass „Interdisziplinär“ besser als „Multidisziplinär“ das zum Ausdruck bringt, was hier gemeint ist: Es sollen nicht nur alle beteiligten Disziplinen vertreten sein, sondern es soll zwischen ihnen etwas passieren.

Die multidisziplinäre Natur der Veranstaltung spiegelte sich in der beachtlichen Zahl von 101 Teilnehmern unterschiedlicher fachlicher Provenienz wider, der interdisziplinäre Aspekt kam darin zum Ausdruck, dass diese Teilnehmer – Audiotherapeuten, Betroffene und deren Verbände, Biologen, Erzieher, Ingenieure, Logopäden, Mediziner, Pädagogen, Physiker, Physiologen, Psychologen und Therapeuten (alphabetisch sortiert) insgesamt 20 Stunden (Kaffee- und Mittagspausen abgezogen) einander zuhörten, voneinander lernten und miteinander diskutierten.

Das Kolloquium stand unter dem übergreifenden Titel „Hören und Lernen“. Mit dieser Kurzformel sollten zwei kausale Beziehungen zum Ausdruck gebracht werden: Erstens ist Hören eine der wichtigsten Voraussetzungen für Lernen, und zweitens muss Hören erst erlernt werden. Der erste Aspekt ist seit dem 16. Jahrhundert bekannt, als



Die Referenten des 1. Interdisziplinären Kolloquiums der KIND Hörstiftung

Fotos: KIND Hörstiftung – Jan Staiger

der spanische Benediktinermönch Pedro Ponce de León als erster den Versuch unternahm, die bis dahin als „bildungsunfähig“ angesehenen „Taubstummen“ mit einer eigens entwickelten Methode der Lautspracherziehung zu unterrichten. Der zweite Aspekt ist erst in den letzten Jahrzehnten ins Bewusstsein getreten, und zwar dadurch, dass erstmals technische Prothesen zur Verfügung standen, mit deren Hilfe aus tauben Menschen hörende Menschen gemacht werden konnten.

Lernen, d. h. der Erwerb von Wissen und Bildung, setzt Hören voraus, denn es beruht vornehmlich auf der lautsprachlichen Übermittlung von Information (das Lesen von Büchern ist nur zum Schein eine Alternative, denn die lautsprachliche Kompetenz ist Voraussetzung für die Nutzung der Schriftsprache). So banal die Bedeutung des Hörens für das Lernen ist, so schwierig ist es auf den ersten Blick zu verstehen, dass die Raumakustik in Klassenzimmern allgemein so wenig beachtet wird. Auf den zweiten (sinnvollerweise auf wissenschaftliche Erkenntnisse gerichteten) Blick wird zumindest einer der Gründe für diese Ignoranz ersichtlich: Das für normalhörende Erwachsene relativ mühelose Sprachverstehen im Störschall reift nur sehr langsam aus – bei Schuleintritt liegt die entsprechende Schwelle ca. 3,5 dB schlechter als im 15. Lebensjahr (Nelson et al. 2002, Technical Committee on Architectural Acoustics of the Acoustical Society of America). Von wenigen Forschungs- und Pilotprojekten abgesehen ist diese Erkenntnis noch nicht in die Gestaltung von Schulgebäuden eingeflossen.

In der Umkehrung muss nicht nur das zu Lernende gehört, sondern auch das Hören gelernt werden. Werden zu diesem Zweck die dafür vorgesehenen biographischen Zeitfenster der organischen und funktionellen Reifung genutzt, so verläuft dieser äußerst komplexe Lernvorgang scheinbar „ganz von alleine“ – hingegen sind Aufwand und Mühe bei denen groß, die wegen einer auditorischen Deprivation in den sensiblen Phasen auf die Förderung durch Pädagogen und Therapeuten angewiesen sind. Die Notwendigkeit, das Hören zu erlernen,

hat mit dem Aufkommen des Cochlea-Implantats erheblich an Bedeutung gewonnen. Der erste umfassende Ansatz eines systematischen Hörtrainings wurde in den 1980-er Jahren von der klinischen Linguistin Brigitte Eisenwort ausgearbeitet (Burian, Eisenwort und Pfeiffer 1986). Es existiert jedoch bis heute kein einheitliches oder gar standardisiertes Konzept des Förderprogramms bei der Habilitation oder Rehabilitation des Hörens. Die in jüngster Zeit u. a. von Michael Dorman, Andrej Kral, Nina Kraus und Anu Sharma erzielten Erkenntnisse der neurophysiologischen Forschung geben Anlass zu der berechtigten Erwartung, dass in Kürze objektive „Biomarker“ zur Verfügung stehen werden, mit denen die plastische kortikale Reorganisation im Einzelfall abgebildet werden kann. Elektrophysiologische Messgrößen wie die Latenz der akustisch evozierten Potentiale mittlerer Latenz oder die Amplitude der späten kognitiven Reizantworten sind wahrscheinlich in der Lage, die Auswirkung der Therapie in differenzierter Weise zu erfassen und damit erstens den Erfolg der Bemühungen abzubilden und zweitens den weiteren Trainings- und Förderbedarf in spezifischer Weise zu steuern. Die Realisierung dieser Vision setzt voraus, dass Neurophysiologen, Audiologen, Mediziner und Therapeuten sich über ihre jeweils eigenen Bedarfe und Möglichkeiten intensiv miteinander austauschen.

Zu den mit diesen einleitenden Bemerkungen angerissenen Themen sind in diesem Sonderheft viele aktuelle Darstellungen aus der Feder der derzeitigen Protagonisten ihres Faches wiedergegeben. An die Referenten, die sich die Mühe gemacht haben, ihren Beitrag in schriftliche Form zu bringen, sei an dieser Stelle ein aufrichtiger und ganz herzlicher Dank gerichtet! Zusätzlich zu diesem Sonderheft wird über das Kolloquium in „Zeitschrift für Audiologie“ 3-2019 berichtet. Videoaufzeichnungen der Vorträge sind unter <https://www.kind-hoerstiftung.de/veranstaltungen/kolloquium-2019/> zu finden.

Sebastian Hoth
Vorsitzender des Wissenschaftlichen
Vorstandes der KIND Hörstiftung

Verleihung des Stiftungspreises der KIND Hörstiftung

Anlässlich des 1. Interdisziplinären Kolloquiums der KIND Hörstiftung wurde auch der Stiftungspreis vergeben. Der Preis war für eine hervorragende Arbeit aus den Bereichen Ursachenforschung, Früherkennung zur Therapie von Hörschäden oder Anpassung und Versorgung mit Hörgeräten ausgeschrieben und er fand erfreulich positives Echo in Form hochkarätiger Bewerbungen.

Der Stiftungspreis wurde an Frau Dr. Angelika Illg (Hannover) für ihre umfangreichen Arbeiten im Bereich der Hörrehabilitation von Cochlea-Implantat-Trägern vergeben, insbesondere für ihre Habilitationschrift mit dem Titel „Strategien zur Optimierung der Hörrehabilitation und Steigerung der Bildungschancen bei Patienten mit Cochlea-Implantat“.

In ihren Arbeiten hat Frau Dr. Illg den Einfluss einer Reihe von Faktoren auf die Ergebnisse einer CI-Versorgung untersucht, vor allem aber auf die Bildungschancen und -wege von CI-versorgten Kindern. So zeigte sie Daten für verschiedene zeitliche Abstände bei sequentieller bilateraler CI-Versorgung und konnte den Vorteil eines kürzeren Abstandes für die Ergebnisse des zweiten Ohres zeigen, besonders bei Abständen von mehr als 4 Jahre sanken die Ergebnisse deutlich ab. Bezüglich der Elektrodenlänge bzw. Insertionstiefe zeigte sich ein Vorteil bei größerer Länge bzw. tieferer Insertion. Eine Ausnahme bildeten Patienten mit bimodaler (elektroakustischer) Versorgung, bei denen das apikale Ende der Schnecke ja akustisch genutzt werden kann.

Bei der Versorgung von Patienten mit einseitiger Taubheit scheint ein wesentlicher Schlüssel in der Fähigkeit zu liegen, die doch sehr unterschiedlichen Sinneseindrücke des CI-versorgten und des normalhörenden Ohres zu fusionieren. Hier erwähnte sie auch erste Ansätze für ein gezieltes Hörtraining für diese Fähigkeit.

Bei der Schlüsselfrage nach den Bildungsabschlüssen der CI-versorgten Kinder zeigt sich, dass zwar ein erfreulich hoher Anteil tatsächlich das Abitur absolviert. Der Anteil ist dennoch nur etwa halb so hoch wie der Anteil in der allgemeinen Bevölkerung, aber deutlich höher als bei den nicht mit einem CI versorgten Gehörlosen. Aus besseren Bildungswegen ergeben sich neben den individuellen Vorteilen nicht zuletzt auch volkswirtschaftliche Vorteile. Wichtig ist aus ihrer Sicht, dass der Zeitraum der kortikalen Reifung optimal genutzt wird und eine maximale Förderung sowohl der Lautsprachkompetenz als auch der Lese- und Schreibfähigkeit erfolgt. Als Fazit zog Frau Dr. Illg, dass beide Gehörseiten seitendifferent, aber auch in der binauralen Wahrnehmung betrachtet und beurteilt werden müssen. Nur so kann eine Optimierung des Hörens umfassend gelingen und die Bildungschancen der hörgeschädigten Kinder mit CI gesteigert werden.

Prof. Hoth, der Vorsitzende des Wissenschaftlichen Vorstandes, gratulierte Frau Dr. Illg auch im Namen der KIND Hörstiftung und überreichte der Preisträgerin die Urkunde.

Martin Kinkel



Wie beeinflussen Hirnzustände und Hirnmerkmale die zentrale Hörleistung?

Jonas Obleser, Julia Erb, Jens Kreitewolf & Malte Wöstmann

Institut für Psychologie, Universität zu Lübeck

Audiologinnen, Psychologen, und Hirnforscherinnen fragen: Was macht eigentlich das Zuhören aus? Zunächst ist das Zuhören ohne Aufmerksamkeit nicht denkbar (Fiedler, Wöstmann, Herbst & Obleser 2019; Strauß, Wöstmann & Obleser 2014). Mit Aufmerksamkeit meinen wir jene Sammlung von psychischen und neurobiologischen Prozessen, die uns helfen, ein bestimmtes Signal (z. B. die Stimme unseres Gegenübers; Kreitewolf, Mathias, Trapeau, Obleser & Schönwiesner 2018) hervorzuheben und vorrangig zu verarbeiten und gleichzeitig andere, uns jetzt nicht wichtige oder störende Reize zu unterdrücken.

Absichten und Ziele des Hörers prägen die neurobiologischen Prozesse

An dieser kleinen Definition sehen wir aber bereits, wie sehr das Zuhören auf oberster Ebene von den Absichten und Zielen unserer Hörerin abhängt: Was möchte sie eigentlich in einer bestimmten Situation erreichen? Was sind ihre Ziele und Absichten? Diese psychologischen Randbedingungen prägen und bedingen ohne Zweifel die hiermit verbundenen audiologischen und neurobiologischen Prinzipien des Zuhörens. Auf einer zweiten Ebene identifizieren wir also die in einer Situation erforderlichen Prozesse (z. B. „Aufmerksamkeit“) – und erst dann können wir, gleichsam auf einer dritten Ebene, fragen, wie solche Prinzipien eigentlich neurobiologisch umgesetzt werden (Marr, Ullman & Poggio 2010).

Im Mittelpunkt vieler derzeitiger Studien zum erfolgreichen Zuhören steht naheliegenderweise die Verarbeitung gesprochener Sprache, insbesondere wenn mehrere Schallquellen oder Sprecher gleichzeitig präsent sind. Fortschritte in der Signalanalyse erlauben uns heute zu quantifizieren, mit welchem zeitlichen Versatz das Gehirn, insbesondere Regionen der Hörrinde, aber auch bereits des Hirnstamms (Forte, Etard & Reichenbach 2017; Maddox & Lee 2017), beachtete und nicht beachtete akustische Signale *trackt*, d. h., mit einer stereotypen Hirnantwort reagiert (sog. zeitliche Response-Funktionen, TRFs; für eine Übersicht siehe z. B. Crosse, Di Liberto, Bednar & Lalor 2016; Wöstmann, Fiedler & Obleser 2016).

Zustände („States“) versus Merkmale („Traits“)

In unseren Studien am hörenden, individuellen, und oft alternden Gehirn legen wir Wert auf die Unterscheidung sogenannter „States“ (Zustände) versus sogenannter „Traits“ (überdauernde Merkmale) unserer Hörer und Hörerinnen. Warum? Vor allem, weil der oft vermutete Zusammenhang zwischen steigendem biologischem Alter und zunehmenden Problemen auf der sogenannten „Cocktail-Party“ gar nicht so einfach nachzuweisen ist, wie man vielleicht erwarten würde (Füllgrabe & Moore 2018; Peelle & Wingfield 2016; Pichora-Fuller & Singh 2006). Wo es unser Ziel ist, „Varianz“ aufzuklären – also zu verstehen, woher Unterschiede in der Hörleistung oder der Hörzufriedenheit kommen –, dort hat es sich als nützlich erwiesen, solche psychologischen wie neurobiologischen Zustände der Hörerin

(„States“) genauso wie ihre überdauernden psychologischen wie neurobiologischen Merkmale („Traits“) stärker in Betracht zu ziehen.

Dass sich Individuen hinsichtlich vielfältiger, auch hirnstruktureller Merkmale unterscheiden sollten, ist natürlich kein neuer Gedanke. So konnten auch in der letzten Dekade hirnstrukturelle Merkmale wie die Dichte der sog. Grauen Substanz in verschiedenen Hirnbecken, z. B. im Thalamus (Erb, Henry, Eisner & Obleser 2012) oder in der primären Hörrinde (Harris, Dubno, Keren, Ahlstrom & Eckert 2009; Peelle, Troiani, Grossman & Wingfield 2011) mit Hör-Charakteristiken wie der Reintonschwelle oder auch der Unterscheidung von Amplituden-Modulationsraten (siehe zu letzterem im CI auch Erb, Ludwig, Kunke, Fuchs & Obleser 2019) in linearen Bezug gesetzt werden.

Ein beispielhafter, naheliegender „State“, der die Hörwahrnehmung beeinflusst, ist unsere momentane Wachheit oder Vigilanz. Psychologen sprechen hier vom „Arousal“ oder dem Erregungszustand. Im Labor lässt sich dieser durch die relative Pupillenweite der Probanden quantifizieren (für eine Übersicht siehe z. B. Naylor, Koelewijn, Zekveld & Kramer 2018).

In unseren derzeitigen Arbeiten zeigt sich vor allem aber, dass neben solchen etablierten „States“ auch die Spontanaktivität in der Hörrinde selbst einen Einfluss auf unser Hörerleben hat (Wöstmann, Waschke & Obleser 2019), denn: Unser Gehirn steht niemals still. Auch in Situationen ohne erkennbare äußere Einwirkung feuern abertausende Neurone in allen Teilen des Gehirns, so auch in der Hörrinde.

Der momentane Grad der Unordnung oder, mathematisch gesprochen, die Entropie dieses „neuronalen Rauschens“ in der Hörrinde beeinflusst die Wahrnehmung unserer akustischen Umgebung. Die sensorische Antwort in der Hörrinde auf einen Reiz fällt über viele Durchgänge hinweg weniger variabel aus, wenn dieser Reiz in Zustände hoher Unordnung oder Entropie hinein präsentiert wird: Hohe Unordnung der Spontanaktivität stellt also einen guten oder nützlichen Zustand dar, um sodann folgende Reize möglichst präzise neural zu repräsentieren (Waschke, Wöstmann & Obleser 2017).

Die Hörrinde agiert aber nicht in Isolation – die Kommunikation zwischen Hirnarealen kann eher als Zusammenspiel unterschiedlicher Netzwerke aufgefasst werden. Mathematisch beschrieben ähneln diese Hirnnetzwerke den uns eher bekannten Formen von Netzwerken, wie beispielsweise denen von Flugverbindungen zwischen verschiedenen Flughäfen oder auch Verbindungen in unserem Freundeskreis. Solche Netzwerksysteme bestehen aus vielen Knotenpunkten – in unserem Fall den unterschiedlichen Hirnregionen – und den Verbindungen zwischen diesen Knotenpunkten. Eine weitere wichtige Eigenschaft von Netzwerken ist die Bündelung von Knotenpunkten und Verbindungen in kleinere Einheiten oder „Module“. Diese so genannte „Modularität“ eines Netzwerkes ist umso ausgeprägter, je stärker sich

das Gesamtnetzwerk in Gruppen von untereinander eng verknüpften Knotenpunkten einteilen lässt. Diese Strukturierung der Hirnnetzwerke erlaubt nun einen koordinierten und zielgerichteten Informationsfluss im Gehirn.

In einer Serie von funktionellen MRT-Untersuchungen (die solche Netzwerke anhand von Veränderungen des Sauerstoffverbrauchs in Gehirnregionen beschreiben) an Erwachsenen mittleren und höheren Lebensalters zeigte sich, dass die überwältigende Mehrheit der fast fünfzig Teilnehmenden eine erhöhte Modularität der Hirnnetzwerke aufwies, wenn auf das einfache Ruhen im MR-Scanner eine anstrengende Höraufgabe folgte. Zudem ging das individuelle Ausmaß dieser erhöhten Modularität mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit einher, die schwierige Höraufgabe auch erfolgreich und schnell zu lösen (Alavash, Tune & Obleser 2019).

Ausblick

Zusammenfassend steht unser Feld sicherlich vor großen Fortschritten in unserem Verständnis der individuellen Ursachen und Bedingungen von subjektivem Hörerleben und objektiven Hörschwierigkeiten. Dennoch bleiben, nicht zuletzt als Vorbedingung für individualisierte Interventionen auch im Sinne der oft beschworenen Präzisionsmedizin (zu einer Methodenkritik dieses Unterfangens siehe kürzlich Senn 2018), mindestens zwei große Aufgaben für die Psychologie und Neurowissenschaft des Hörens und des Hörverlustes: Erstens, besser zu verstehen, welche Aspekte unseres Hörverhaltens innerhalb eines Probanden oder Patienten eigentlich fluktuieren („States“), und zweitens, welche Prozesse stabile Merkmale einer Person darstellen und vornehmlich zwischen Probanden oder Patienten variieren („Traits“).

Literatur

- Alavash M, Tune S & Obleser J (2019) Modular reconfiguration of an auditory control brain network supports adaptive listening behavior. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 116(2), 660–669. <http://doi.org/10.1073/pnas.1815321116>
- Crosse MJ, Di Liberto GM, Bednar A & Lalor EC (2016) The Multivariate Temporal Response Function (mTRF) Toolbox: A MATLAB Toolbox for Relating Neural Signals to Continuous Stimuli. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 604. <http://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00604>
- Erb J, Henry MJ, Eisner F & Obleser J (2012) Auditory skills and brain morphology predict individual differences in adaptation to degraded speech. *Neuropsychologia*, 50(9), 2154–2164. <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.05.013>
- Erb J, Ludwig AA, Kunke D, Fuchs M & Obleser J (2019) Temporal Sensitivity Measured Shortly After Cochlear Implantation Predicts 6-Month Speech Recognition Outcome. *Ear and Hearing*, 40(1), 27–33. <http://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000588>
- Fiedler L, Wöstmann M, Herbst SK & Obleser J (2019) Late cortical tracking of ignored speech facilitates neural selectivity in acoustically challenging conditions. *NeuroImage*, 186, 33–42. <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.10.057>
- Forte AE, Etard O & Reichenbach T (2017) The human auditory brainstem response to running speech reveals a subcortical mechanism for selective attention. *eLife*, 6, 35. <http://doi.org/10.7554/eLife.27203>
- Füllgrabe C & Moore BCJ (2018) The Association Between the Processing of Binaural Temporal-Fine-Structure Information and Audiometric Threshold and Age: A Meta-Analysis. *Trends in Hearing*, 22(2), 2331216518797259. <http://doi.org/10.1177/2331216518797259>
- Harris KC, Dubno JR, Keren NI, Ahlstrom JB & Eckert MA (2009) Speech recognition in younger and older adults: a dependency on low-level auditory cortex. *J Neurosci*, 29 (19), 6078–6087. <http://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0412-09.2009>
- Kreitewolf J, Mathias SR, Trapeau R, Obleser J & Schönwiesner M (2018) Perceptual grouping in the cocktail party: Contributions of voice-feature continuity. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 144 (4), 2178–2188. <http://doi.org/10.1121/1.5058684>
- Maddox RK & Lee AKC (2017) Auditory brainstem responses to continuous natural speech in human listeners, 1–17. <http://doi.org/10.1101/192070>
- Marr D, Ullman S & Poggio TA (2010) *Vision*. MIT Press
- Naylor G, Koelewijn T, Zekveld AA & Kramer SE (2018) The Application of Pupilometry in Hearing Science to Assess Listening Effort. *Trends in Hearing*, 22, 2331216518799437. <http://doi.org/10.1177/2331216518799437>
- Peelle JE & Wingfield A (2016) The Neural Consequences of Age-Related Hearing Loss. *Trends in Neurosciences*, 39 (7), 486–497. <http://doi.org/10.1016/j.tins.2016.05.001>
- Peelle JE, Troiani V, Grossman M & Wingfield A (2011) Hearing loss in older adults affects neural systems supporting speech comprehension. *J Neurosci*, 31(35), 12638–12643. <http://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2559-11.2011>
- Pichora-Fuller MK & Singh G (2006) Effects of age on auditory and cognitive processing: implications for hearing aid fitting and audiologic rehabilitation. *Trends in Amplification*, 10 (1), 29–59.
- Senn S (2018, November) Statistical pitfalls of personalized medicine. *Nature*, pp. 619–621. Nature Publishing Group. <http://doi.org/10.1038/d41586-018-07535-2>
- Strauß A, Wöstmann M & Obleser J (2014) Cortical alpha oscillations as a tool for auditory selective inhibition, 1–7. <http://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00350/abstract>
- Waschke L, Wöstmann M & Obleser J (2017) States and traits of neural irregularity in the age-varying human brain. *Scientific Reports*, 1–12. <http://doi.org/10.1038/s41598-017-17766-4>
- Wöstmann M, Fiedler L & Obleser J (2016) Tracking the signal, cracking the code: speech and speech comprehension in non-invasive human electrophysiology. *Language, Cognition and Neuroscience*, 0 (0), 1–15. <http://doi.org/10.1080/23273798.2016.1262051>
- Wöstmann M, Waschke L & Obleser J (2019) Prestimulus neural alpha power predicts confidence in discriminating identical auditory stimuli. *European Journal of Neuroscience*, 49 (1), 94–105. <http://doi.org/10.1111/ejn.14226>

Does cochlear implantation in profoundly deaf elderly prevent dementia?

Olivier Sterkers, MD, PhD, and Isabelle Mosnier, MD

Neuro-Sensory Surgery Depart.; Otology, Auditory Implants, and Skull Base Surgery Unit, University Hospital Pitié-Salpêtrière, Sorbonne University, 75013 Paris, France

Dementia is a major concern for the health of elderly leading to severe disabilities, impaired quality of life, and increased mortality. It has dramatic consequences for families and healthcare systems all around the world. Indeed, hearing loss is considered to be the main modifiable factor for dementia and preservation of hearing in mid-life would reduce the onset of dementia later on by 9%. (1)

Predictive factors of cochlear implant outcomes in the elderly (2)

A prospective longitudinal study was performed in 10 tertiary referent centers in France and 94 post-lingual profoundly deaf elderly patients (65–85 years) were included from 2006 to 2009. Speech perception was evaluated using disyllabic word recognition in quiet and noise and lipreading using disyllabic words and sentences up to 1 year post-implantation. Cochlear implant performance in quiet and noise improved dramatically at 6 months and further improved in quiet after 1 year although it remained stable in noise. The effect of age was observed only in difficult noisy conditions (SNR 0dB). Lipreading ability was negatively correlated with speech perception in quiet and noise. Better speech recognition scores were observed in patients with shorter hearing deprivation duration, persistence of low frequencies residual hearing, use of hearing aids before implantation, absence of cardio-vascular risk factors, implantation on the right side. The rate of general and surgical complications was very low. Vestibular symptoms were infrequent and remained stable over time, not different from pre-implantation.

Improvement of cognitive function after cochlear implantation in elderly patients (3)

In the same cohort cognitive function was assessed using a battery of 6 tests evaluating attention, memory, orientation, executive function, mental flexibility, and fluency before implantation and up to 1 year after. Quality of life (Nijmegen questionnaire) and depression were evaluated as well. Before implantation, 44% of patients had abnormal cognitive scores on 2 or 3 tests out of 6 which had normalized (no or 1 abnormal test) in 81% of them after 1 year. For patients with normal cognitive tests before implantation, 24% displayed a slight decline of cognitive performance by at most 1 abnormal test at 1 year. Only long-term memory scores were correlated to speech performance in noise at one 1 year (multivariate analysis). Quality of life was improved at 6 months and remained stable thereafter. No depression was observed in 76% of patients as well (versus 59% before implantation). Thus, rehabilitation of hearing by cochlear implantation in elderly resulted in speech perception and cognitive abilities which had positively influenced their social activities and quality of life.

Long-term cognitive prognosis of profoundly deaf older adults after hearing rehabilitation using cochlear implants (4)

Long-term cognitive status and function were analyzed 5 years at least in the same cohort (mean follow-up 6.8 years; range 5.5 to 8.5 years). Evaluation consisted of the 6 previous cognitive tests and patients were classified as normal, mildly cognitively impaired (MCI), or dement. Only 70 patients were evaluated, 14 being deceased. After 7 years, speech performance in quiet and noise as well as quality of life remained stable. Alteration of cognitive tests was observed for global cognitive tests and those related to executive functions and attention. A prolonged oral rehabilitation program had no influence on cognitive scores.

Among 31 patients (45%) with MCI before implantation, 2 developed dementia (6%), 19 remained stable (61%), and 10 returned to normal cognition (32%). None of the 38 patients with normal pre-implantation cognition developed dementia, 12 became MCI (32%) and 26 remained normal.

MCI is highly prevalent in profoundly deaf elderly with a very low rate of progression to dementia at least 5 years after cochlear implantation (6% versus 50% expected). Furthermore, 1 out of 3 MCI patients at baseline returned to normal.

These results highlight that cochlear implantation should be strongly considered for profoundly deaf elderly, even those with MCI who may have a specific and reversible subtype of cognitive impairment. For the elderly, cochlear implantation should be recommended when hearing aids become inefficient and communication quite impossible in noisy conditions.

1 Livingston et al, *Lancet* 2017; 390:2673-2734

2 Mosnier et al, *Audiol Neurotol* 2014;19(suppl1):15-20

3 Mosnier et al, *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*;2015;141 :442-450

4 Mosnier et al, *J Am Geriatr*;2018(Aug 14);http://doi.wiley.com/10.1111/jgs.15445

Diagnostic tools for assessing hearing impairment across all ages

Birger Kollmeier

Medizinische Physik and Cluster of Excellence Hearing4all, University of Oldenburg, HörTech gGmbH and Fraunhofer IDMT/HSA Oldenburg, Germany

Instead of reviewing all currently available tools for assessing hearing impairment, this contribution takes a step back and considers how we gain information about what is wrong where in the auditory system and how we can apply modern methods of machine learning in performing this task.

Figure 1 presents a sketch how the different states of the auditory pathway can be assessed by different audiological diagnostic methods (taken from Kollmeier 2018). While the analysis and the knowledge of the auditory system is very sophisticated at the acoustic stage, far less is known about neurosensory processing and its malfunctioning, thus yielding the diagnostic information less determined and providing little room for interventions. Even more pronounced is our limited knowledge in the cognitive processing domain covering the very central parts of the auditory system. Nevertheless, all symptoms and complaints of the individual hearing-impaired listener need to be classified within such a system (termed as diagnostic process) in order to perform the most appropriate therapeutic decision.

	Part of the ear	Function	Dysfunction	Audiological diagnostics
Acoustics	Outer ear	Directional filtering	Malformation of pinna	Medical examination
	Middle ear	Impedance transformation Air → Water	Conductive hearing loss (e.g., hydrotympanon, otitis media)	Otoscopy Impedance audiometry
Sensory processing	Inner ear	Transformation water borne sound → neural excitation, frequency-place transformation	Cochlear hearing loss (e.g., noise-induced, age-related, ...)	Tuning fork tests Tone audiogram Otoacoustic emissions
	Auditory nerve/ brainstem	Coding of acoustical information, evaluation of interaural differences, modulation processing	Retrocochlear (neural) hearing loss, deterioration of localization	Suprathreshold tests Brain stem audiometry
Cognitive processing	Cortex	Speech perception, complex perception	Central hearing disorders (e.g. aphasia)	Speech audiometry Medical imaging Central speech tests

Figure 1: Functional organization and possible pathologies of the ear & diagnostic measures in audiology (adopted from Kollmeier 2018)

One particular important complaint by hearing-impaired listeners is their reduced “Cocktail Party Effect”, i.e. their inability to understand speech in a noisy environment. There has been a paradigm shift in audiology within the last years: The primary concern is no longer the loss of audibility, but rather the loss in clarity of the perceived acoustic signals by the listeners (which prevails for listeners with a mild to moderate hearing loss) whereas with increasing severity of the hearing loss a loss in detail becomes more prominent (see figure 2).

One way of assessing this “supra threshold hearing loss” (sometimes also termed “hidden hearing loss” or supra threshold distortion) is speech audiometry in noise, in particular the multilingual matrix test



Figure 2: Visualization of the suprathreshold hearing problems encountered with increasing degree of hearing loss by the person taking notes in the pictures: The loss in perceived clarity of the auditory scene perceived by patients with a mild to moderate hearing loss turns into a perceived loss of auditory details with increasing hearing loss.

(Kollmeier et al. 2015). This closed-set-sentence test has the advantage that only a limited vocabulary is tested which facilitates the use of machine learning methods in interpreting the results (auditory models based on automatic speech recognition, see below). Another advantage is that the scoring of the speech recognition tests can be performed automatically, i.e. instead of the human observer scoring the number of words correctly repeated, the computer can automatically score the correctness of the response using an automatic speech recognition approach (ASR, see Ooster et al. 2018). Hence, modern IT-technology may be useful both for the automatization in diagnostic audiology and for interpreting the results.

Of particular interest is the way how a diagnosis and treatment recommendation is derived from certain audiological diagnostic outcome parameters (such as the speech recognition threshold obtained with the matrix test) using modern methods of machine learning and statistical analysis. The “classical” approach is that for each patient diagnostic data is obtained and stored in the audiological database proprietary to the respective audiological center (or clinic, respectively). Within this center, a suitable education and knowledge of the individual audiologist is required to derive an individualized knowledge-based diagnosis and to make an empirically optimized, knowledge-based treatment recommendation. However, this decentralized diagnostic and treatment model has the disadvantage that it is eminence- rather than evidence-based, that there is no common understanding of diagnostic data, and that no common strategy exists for diagnosis and treatment recommendation in comparison to other audiological centers. The plan and scenario for the future interaction across audiological centers to derive an optimized, knowledge-based treatment for each individual patient may rather look like provided in figure 3: The common audiological data base should be derived across a number of different audiological centers where a much

broader and machine learning-accessible data structure can be generated that enables an analysis of the underlying statistics and the underlying causes. Since all the different audiological centers perform different tests and store their data in different formats, such a common data base requires a common data format and some way of dealing with missing data (see below). Under the assumption that this is available, a prediction of the missing data for each individual case and a valid diagnostic interpretation of the individual case on the basis of accumulated data become possible, leading to an individualized, knowledge-based diagnosis. Furthermore, a prediction of the most appropriate treatment and the expected success rate of this treatment becomes possible which should lead to an optimized, knowledge-based treatment.

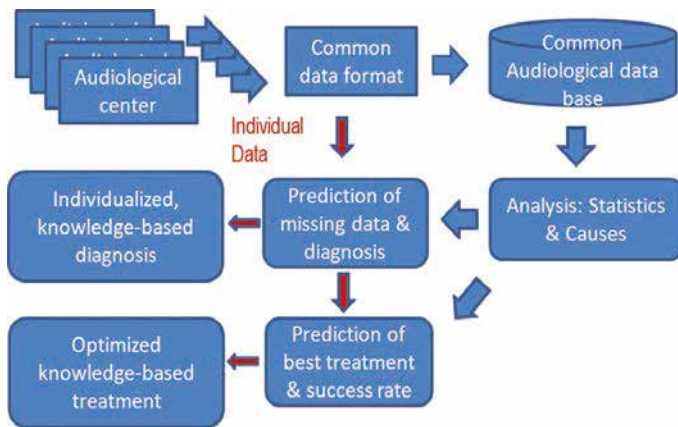


Figure 3: Auditory diagnostic & treatment in the future: The individual data (red arrows) for each patient is available (via a common data format robust against missing data) in a Common Audiological data base that enables an analysis, a knowledge-based diagnosis, and – via the prediction of the most appropriate treatment and outcome success rate – an optimized knowledge-based treatment for the individual patient.

In the following, some basic ideas about a common data format for audiological data is reviewed, i.e. the so-called “common audiological functional parameters (CAFPAs)” concept (Buhl et al. 2019) which has been designed to achieve a compact, but sufficiently complete and still interpretable representation of the audiological data available for each patient (figure 4): Consider a number of audiological test results for each individual patient (left column with some typical examples)

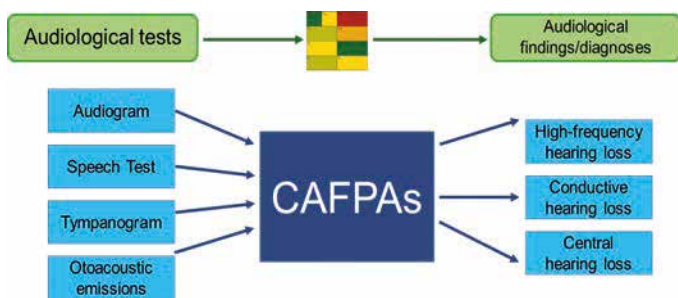


Figure 4: Common audiological functional parameters (CAFPAs) as abstract & compact representation of audiological data, to be used, e.g. as “bottleneck features” to derive the audiological diagnosis from the audiological test data in a missing-data-robust way.

that has to be converted into audiological findings or diagnostic evidence and treatment recommendations in an automatic way while resembling the “typical diagnostic expert action” usually performed by an experienced clinician. The idea is now not to perform a direct mapping from the audiological test results to audiological findings/ treatment recommendations with a fully connected neural net, but rather to use an intermediate “bottleneck” feature set, i.e. a small set of features that include the relevant and sufficient audiological information in a more or less coarse manner, thus leaving out many details for the sake of providing only the most relevant information.

A first set of these “common audiological functional parameters” (CAFPAs), derived from experts participating in the cluster of excellence Hearing4all, is given in figure 5: In this preliminary representation, four CAFPA values give the approximate shape of the audiogram (C_{A1} to C_{A4}) while suprathreshold deficits for low frequencies (C_{U1}) and high frequencies (C_{U2}) form the second row, supplemented by one specific binaural component (C_B), one specific neural component (indicating the presence of retrocochlear or synaptopathic changes), primarily in the high-frequency region (denoted as C_N). Moreover, one single cognitive and one single socioeconomic parameter (C_C and C_E) have to be included since empirical studies show a high loading of such parameters on the predicted success, e.g. of a cochlear implantation (Haumann et al. 2012). Even though such a first guess of the most appropriate CAFPA has to be very incomplete and coarse, it still offers the potential to derive the network depicted in figure 3 in two directions (especially if the structure of a Bayes net is used, Forster & Lücke 2017):

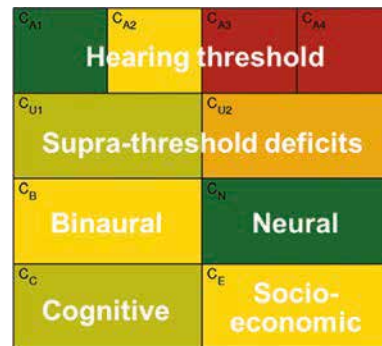
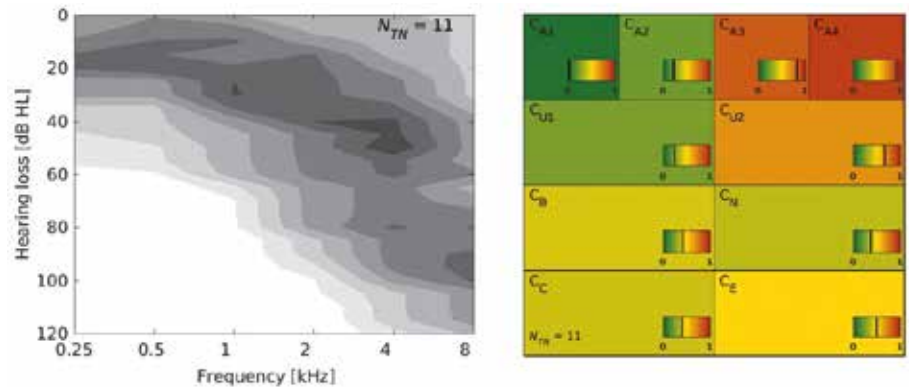


Figure 5: First set of Common Audiological Functional Parameters (CAFPAs)

Forward direction: The diagnostic pathway approximated by the trained net allows an automatization of the diagnostic process as a kind of diagnostic support system which assists the audiologist in taking therapeutical decisions (because the statistics of the whole audiological data base should – in the ideal case – be included in the trained network).

Backward direction: For a given diagnostic case or a given treatment recommendation (e.g. indication for certain hearing device), a “typical” constellation of diagnostic parameters can be derived both with mean values and confidence intervals. This gives the advantage of assessing the utility of each diagnostic parameter for casting a certain therapeutical decision. It also provides not only the mean value but the whole distribution of diagnostic parameters associated with a certain disease or leading to a certain therapy. Such a representation may be highly relevant for educational purposes (Buhl et al. 2019).

Figure 6: Connection between CAFPA's and statistics of real data: Exemplary results of the first CAFPA survey with 11 experts (from Buhl et al. 2019): The left panel shows the statistical representation of the audiogram associated with a high-frequency hearing loss characterized by the experts whereas the right panel indicates the CAFPA representation of a "typical" case. The inserts in the respective CAFPA field indicate its value between 0 (no pathology) and 1 (pathologic) by a black vertical bar whereas the colour of this field represents its value on a colour map.



As an example, figure 6 shows the distribution of the audiogram connected to a high frequency hearing loss. This representation of the opinion of 11 audiological experts for a given classification of an audiological diagnostic case provides a realistic distribution of values that appears to be more realistic than to give just the expected shape of the audiogram without some indication of the width of the distribution. Similarly, the right panel provides the CAFPA's selected by the experts to best fit the respective diagnostic case. Here, the colour encodes the value of the respective CAFPA (between 0 (green) and 1 (red)) where the achieved value is always given by the small inlays within each subfield. Again, this seems to be an applicable compact representation of the most relevant audiological finding (see Buhl et al. 2019).

Auditory modeling for diagnostic purposes

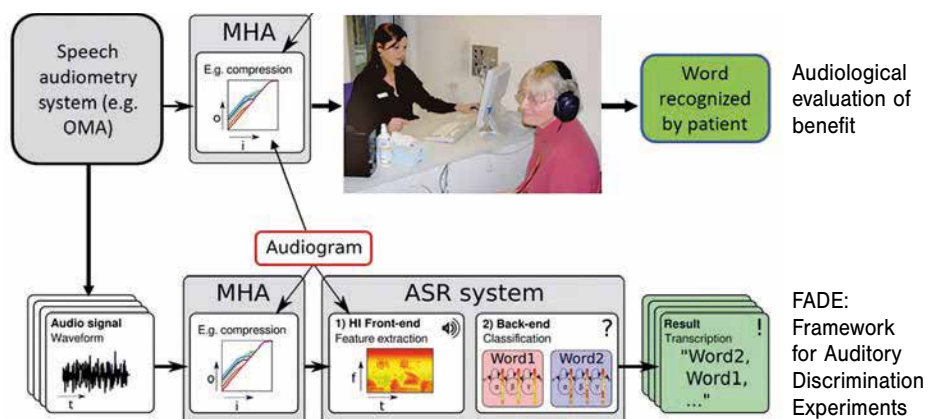
Figure 7 sketches the principle setup employed to support the audiological diagnostic and prediction of the success of a certain hearing device.

A diagnostic test (e.g. a sentence recognition test like the matrix test) is performed with the patient under (simulated) aided conditions: Instead of the patient's own aid, the master hearing aid is included in the signal processing path as a generic, controllable benchmark hearing device before the signal is being presented to the patient (Grimm et al. 2006, Herzke et al. 2017). This is a valid alternative to using the patient's own hearing aid which unfortunately is a closed, "black" box for signal processing – even though in principle such a setting can be dealt with as well (Hülsmeier et al. 2019). Hence, the audiological test can be performed both unaided or in a (simulated) aided way to assess the respective benefit of each hearing device

setting in a highly reproducible way. In parallel, a simulation of the same experiment is performed (lower branch) by processing the respective signals with the same setting of the master hearing aid and presenting the processed signal to the FADE model (Schädler et al. 2016), which includes a feature extraction of the acoustic features available to the patient (including the individual audiogram and possibly the supra-threshold distortion component which can be expressed as a level uncertainty at the stage of the internal representation). An automatic speech recognition (ASR) algorithm recognizes the presented item (word or sentence or other signal included in psychoacoustic tests) and presents a recognized item (such as a recognized word or sentence) in a similar manner as the patient response when performing the same task. Hence, the patient performance can be modeled online simultaneously with the actual audiological evaluation of the individual patient in order to check if the test result fits to the previous data from the patient (i.e. consistency check with the audiogram and a priori estimate of the supra-threshold distortion component) or if any extra factors have to be taken into account. This setup also enables to compare the performance of different hearing aid settings even without the patient (prediction of aided performance) in order to optimize the respective hearing aid processing and fitting.

The feasibility and validity of this approach, however, is critically dependent on the assumption that the underlying model and prediction method is valid. Hence, substantial research efforts have been invested in developing appropriate (single-ended) models for predicting the individual's performance with and without a hearing device (see Kollmeier and Kießling 2018, for a review). A currently very promising approach has been developed by Schädler et al. (2016, 2018, Kollmeier et al. 2016) with the FADE model.

Figure 7: Towards "precision audiology" with a Master Hearing Aid (openMHA) to evaluate the individual patient's performance with a simulated hearing device (assessment of potential benefit from the device, upper branch) in comparison with its objective prediction using the automatic-speech-recognition (ASR)-based FADE approach to objectively predict the aided performance and the benefit from the simulated hearing device using individual patient parameters (such as the audiogram).



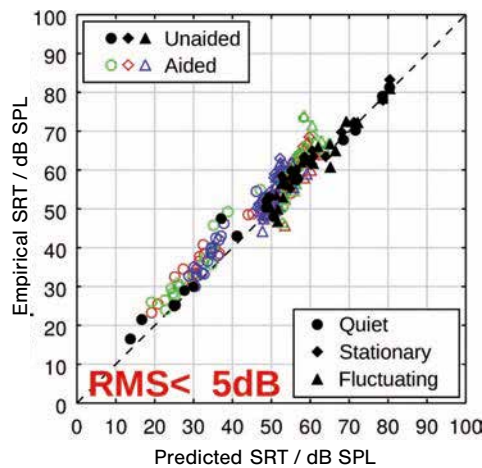


Figure 8: Precision prediction of unaided and aided SRT (from Schädler et al., in preparation): The individual outcome prediction (x-Axis) for normal and hearing-impaired listeners is plotted against the respective empirical SRT (y-axis) for a large variety of conditions, i.e. quiet, stationary and fluctuating noise both for the unaided and aided case. The RMS prediction error (i.e. average deviation from the diagonal plotted as dashed line) is below 5 dB.

As an example, figure 8 presents the relation between empirical speech recognition thresholds (SRT, y-axis) and predicted SRT (x-axis) with a number of 2 normal and 16 hearing-impaired listeners measured both in quiet and in stationary and fluctuating noise in the unaided and aided conditions (Schädler et al., in preparation). Note that an RMS error of less than 5 dB between prediction and empirical data can be observed which is quite remarkable since the conditions included fluctuating noises and different hearing devices where previous modeling approaches exhibited substantial deviations between predictions and actual performance. Note, however, that this high accuracy can only be achieved if the audiogram is measured with a higher precision than usually performed during clinical diagnostics by utilizing smaller step sizes and a time effort somewhat higher than usually required in the clinics for an audiogram. For the current data, an automated adaptive threshold estimation procedure has been used. Also, the supra-threshold distortion component of each individual listener has been estimated by an independent psychoacoustic experiment (i.e. a tone-in noise detection experiment). Nevertheless, this approach shows the feasibility and achievable accuracy of predictive, model-based audiological diagnostics which might already be named as “precision audiology”, especially if it is combined with a precise prediction of the outcome achievable with a certain hearing device.

Conclusions

The general framework of diagnostic tools for assessing hearing impairment across all ages has been briefly reviewed, with the following conclusions and consequences:

- For audiology being internationally comparable and for developing internationally accepted, high standards, a compatibility of speech-diagnostic tools across all languages is required as well as an automatization of these procedures to minimize the influence of the respective observer. Here, the matrix test (and other closed-set speech tests like the digits triple test, Zokoll et al. 2012) should be adopted as the emerging international standard.

- In the future, audiological diagnostics and treatment recommendations should be supported by statistics and machine learning, requiring exchangeable data formats and robustness against missing data. Here, the common audiological functional parameters (CAFPAs) appear to be a valid prerequisite for “big data” analysis in audiology.
- On the way to “precision audiology” with model- and prediction-based approaches for diagnostics and treatment recommendations, the ASR-based FADE approach appears to be promising: It can predict closed-set speech tests and psychoacoustics as well as the effect of hearing impairment and of (bilaterally) aided benefit from hearing aids. This model is available as open-source solution and might become the “working horse” for aiding the audiological clinician and hearing aid audiologist in the future.

In essence, it is safe to conclude that machine learning will enable predictive precision audiology in the future.

Acknowledgement

Work supported by DFG (Cluster of Excellence Hearing4All 2077). Thanks to the members of the medical physics group for their support and especially Mareike Buhl, David Hülsmeier, Stephan Ewert, Anna Warzybok, and Marc-René Schädler for their cooperation and for providing me with the data.

References

- Buhl M, Warzybok A, Schädler MR, Lenarz T, Majdani O & Kollmeier B (2019) Common Audiological Functional Parameters (CAFPAs): statistical and compact representation of rehabilitative audiological classification based on expert knowledge. *International journal of audiology*, 58 (4), 231–245
- Forster D, Lücke J (2017) Truncated variational EM for semi-supervised neural simpletrons. In: *International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, p 3769–3776
- Grimm G, Herzke T, Berg D & Hohmann V (2006) The master hearing aid: A PC-based platform for algorithm development and evaluation. *Acta acustica united with Acustica*, 92 (4), 618–628
- Haumann S, Hohmann V, Meis M, Herzke T, Lenarz T & Büchner A (2012) Indication criteria for cochlear implants and hearing aids: impact of audiological and non-audiological findings. *Audiology research*, 2 (1)
- Herzke T, Kayser H, Loshaj F, Grimm G & Hohmann V (2017) Open signal processing software platform for hearing aid research (openMHA). In *Proceedings of the Linux Audio Conference* (pp. 35–42)
- Hülsmeier D, Warzybok A, Kollmeier B, Schädler MR (2019) Towards Predictions of Individual Benefits with Real Hearing Aids. In: *Fortschritte der Akustik – DAGA 2019*, Rostock: Dt. Gesellschaft für Akustik
- Kollmeier B, Warzybok A, Hochmuth S, Zokoll MA, Usilar V, Brand T & Wagener KC (2015) The multilingual matrix test: Principles, applications, and comparison across languages: A review. *International Journal of Audiology*, 54 (sup2), 3–16
- Kollmeier B, Schädler MR, Warzybok A, Meyer BT & Brand T (2016) Sentence recognition prediction for hearing-impaired listeners in stationary and fluctuation noise with FADE: Empowering the Attenuation and Distortion concept by Plomp with a quantitative processing model. *Trends in hearing*, 20, 2331216516655795
- Kollmeier B & Kiessling J (2018) Functionality of hearing aids: State-of-the-art and future model-based solutions. *International journal of audiology*, 57 (sup3), 3–28
- Kollmeier B (2018) Grundlagen. In: Kießling J, Kollmeier B & Baumann U. *Versorgung mit Hörgeräten und Hörimplantaten*. Georg Thieme Verlag
- Ooster J, Huber R, Kollmeier B & Meyer BT (2018) Evaluation of an automated speech-controlled listening test with spontaneous and read responses. *Speech Communication*, 98, 85–94
- Schädler MR, Warzybok A, Ewert SD & Kollmeier B (2016) A simulation framework for auditory discrimination experiments: Revealing the importance of across-frequency processing in speech perception. *The journal of the acoustical society of America*, 139 (5), 2708–2722
- Schädler MR, Warzybok A & Kollmeier B (2018) Objective Prediction of Hearing Aid Benefit Across Listener Groups Using Machine Learning: Speech Recognition Performance With Binaural Noise-Reduction Algorithms. *Trends in hearing*, 22, 2331216518768954
- Zokoll MA, Wagener KC, Brand T, Buschermöhle M & Kollmeier B (2012) Internationally comparable screening tests for listening in noise in several European languages: The German digit triplet test as an optimization prototype. *International Journal of Audiology*, 51 (9), 697–707

Hörrehabilitation mit Cochlea-Implantat und der Verlust kognitiver Fähigkeiten

Hearing rehabilitation with cochlear implant and cognitive decline

Angelika Illg¹, Julia Lukaschyk¹, Sebastian Roesch², Belinda Pletzer², Maria Huber

¹ HNO-Klinik der Medizinische Hochschule Hannover · Direktor: Prof. Prof. h.c. Dr. med. Th. Lenarz

² Universitätsklinikum für Hals- Nasen-Ohren-Krankheiten der PMU, Salzburg · Direktor: Univ. Prof. Dr. med. G. Rasp

Dieses Forschungsprojekt wurde von Fa. Cochlear (Österreich) und der Internationalen Hörstiftung (Deutschland) gefördert.
This research was funded by Cochlear (Austria) and the International Hearing Foundation (Germany).

Stichwörter: Behinderung, Cochlea-Implantat, kognitive Fähigkeiten, Erwachsene

Keywords: impairment, cochlear-implant, cognitive decline, adults

Korrespondierender Autor:

Angelika Illg, PhD

Medical University Hannover, Dept. of Otorhinolaryngology, German Hearing Center

Karl-Wiechert-Allee 3

30625 Hannover

illg@hoerzentrum-hannover.de

Phone: ++49 511 532 6822

Fax: ++49 511 532 6833

Zusammenfassung

Ziel: Wie unterscheiden sich die kognitiven Fähigkeiten von älteren Hörgeschädigten im Vergleich zu Normalhörenden? Sind zusätzliche kognitive Trainings bei hörgeschädigten älteren Personen nötig?

Material und Methode: Die Studiengruppe dieser prospektiven Multicenterstudie besteht aus 30 älteren Hörgeschädigten mit einer Indikation zur Cochlea-Implantation. Eine nicht-klinische gematchte Vergleichsgruppe besteht aus 30 normalhörend Gleichaltrigen. Medizinische und audiologische Untersuchungen sowie neurokognitive Tests werden mit allen Personen durchgeführt.

Ergebnisse: Die Teilnehmer der Studie beider Gruppen zeigen keinen signifikanten Unterschied im Mini-Mental-Status-Test, wie es die Einschlusskriterien fordern. Auch im Figuren-Abzeichnen treten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Die hörgeschädigten älteren Personen schneiden im Uhrentest, im Wörtererinnern, Trail Making Test und Stroop-Test signifikant schlechter ab als die Personen der Vergleichsgruppe.

Schlussfolgerung: Ältere Hörgeschädigte zeigen in verbalen kognitiven Fähigkeiten Auffälligkeiten. Deshalb sollen im Hörtraining Übungen zur phonologischen Bewusstheit, dem Arbeitsgedächtnis, der Prozessgeschwindigkeit und des Rückabrufens von Wörtern geübt werden.

Summary

Objectives: To evaluate the cognitive performance of older adults with adult onset hearing loss in comparison to peers with age appro-

priate hearing. To evaluate if cognitive training is necessary for hearing impaired elderly.

Material and Method: The study group of this prospective cohort study consists of 30 older adults with adult onset hearing loss and a clear indication for cochlear implantation. A nonclinical, matched control group consisted of 30 peers with age appropriate hearing. Medical and audiometric examinations, as well as neurocognitive tests are performed.

Results: Participants with and without hearing impairment did not differ significantly in the Mini Mental State Examination as our inclusion criteria demanded, and in the figural memory tasks. However, hearing impaired older adults perform significantly worse in the Clock Drawing Test, verbal memory, Stroop-Test and Trail Making Test (TMT). In the TMT part B specific impairment in conditions involving cognitive flexibility is observed.

Conclusion: Older adults with adult onset of hearing loss show widespread impairments in cognitive performance, specifically when verbal stimulus material is considered. Tasks of phonological awareness, phonological working memory and recall tasks could train speech understanding and should be used as early as possible.

Einleitung

Die International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF 2005) ist eine Klassifikation der Weltgesundheitsorganisation (WHO), die eine Rahmenstruktur sowie einheitliche Formulierungen zur Beschreibung von funktionalen Gesundheitszuständen und von solchen, die mit der Gesundheit zusammenhängen, bietet. In diesem „bio-psycho-sozialen“ Ansatz werden medizinische und soziale Betrachtungsweisen integriert. Die Beschreibung der Situation eines Menschen erfolgt anhand der ICF somit immer im Zusammenhang mit den Teilhabemöglichkeiten an verschiedenen Lebenssituationen und den relevanten Kontextfaktoren. Es werden zwei große Teile unterschieden: a) die Funktionsfähigkeit und Behinderung sowie b) die Kontextfaktoren. Beide Bereiche werden wiederum in Teilklassifikationen unterteilt: „Körperfunktionen und Körperstrukturen“, „Aktivitäten und gesellschaftliche Teilhabe“ sowie „Umwelt- und auch personenbezogene Faktoren“.

Postlingual ertaubte, schwerhörige Patienten leiden nicht nur an schlechtem Sprachverstehen in unterschiedlichen Situationen, also an einem Funktionsmangel und einer Behinderung der Kommunikation, sie sind auch aufgrund struktureller Veränderungen im Gehirn gefährdet, Einschränkungen in kognitiven Fähigkeiten zu erfahren (Park & Reuter Lorenz 2009). Somit können die Aktivitäten und gesellschaftli-

che Teilhabe wie auch Umwelt- und personenbezogene Faktoren ebenfalls beeinträchtigt sein. Bisher werden in der Hörrehabilitation von postlingual ertaubten Patienten meist individuelle Hörübungen mit unterschiedlichen Lerninhalten und Zielen durchgeführt, z. B. Übungen zur Differenzierung von Geräuschen, Vokalen, Worten oder Sätzen. Ob zusätzliche kognitive Übungen zur langfristigen Besserung kognitiver Fähigkeiten und verbesserter Teilhabe führen, ist noch unklar und bedarf weiterer Forschungsergebnisse.

Einige Arbeitsgruppen haben bisher den Zusammenhang zwischen Hörschädigung und kognitiven Fähigkeiten untersucht (Besser et al. 2018; Deal et al. 2015; Deal et al. 2017; Dupuis et al. 2015; Hong et al. 2016; Illg et al. 2018; Jayakody et al. 2018a; Lin et al. 2013; Loughrey et al. 2018; Tay et al. 2006; Thomson et al. 2017). Die Ergebnisse sind jedoch nicht gut miteinander vergleichbar, da die untersuchten Patientengruppen sehr heterogen in Bezug auf die Probandenanzahl, die Schwerhörigkeitsausprägung und den Zeitpunkt des Schwerhörigkeitsbeginns sind.

Um kognitive Daten mit denen Normalhörender vergleichen zu können, wird in der Universität Salzburg und im Deutschen Hörzentrum (Leitung: Frau Dr. Maria Huber) eine gemeinsame Vergleichsstudie von kognitiven Fähigkeiten hörgeschädigter und normalhörender älterer Probanden durchgeführt. Die Ergebnisse werden Aufschluss über die kognitiven Fähigkeiten von schwerhörigen und normalhörenden Probanden bringen und Ableitungen zur zukünftigen Hörrehabilitation ermöglichen. Erste Ergebnisse werden hier dargestellt und im Hinblick auf die Therapiemaßnahmen diskutiert.

Material und Methode

Die Studiengruppe setzt sich aus 30 hörgeschädigten Patienten (12 weiblich, 18 männlich) mit einem mittleren Alter von 70,6 Jahren zusammen. Die Vergleichsgruppe setzt sich ebenfalls aus 30 älteren Probanden (12 weiblich, 18 männlich) mit einem mittleren Alter von 68,0 Jahren zusammen. Die Personen der Vergleichsgruppe wurden aus einem Pool von 61 Teilnehmern, die für die Vergleichsgruppe rekrutiert wurden, bezüglich Alter, Geschlecht und Bildungslevel gematcht.

Mithilfe der Software PASS14 ist für eine Nichtunterlegenheitstestung bei einem Bonferroni-korrigierten alpha-Fehler-Niveau von 0.008 %, einer Power von 90 % und einer Nichtunterlegenheitsschranke von einer Standardabweichung eine erforderliche Stichprobengröße von 30 Personen je Gruppe ermittelt worden. Das altersentsprechende Hören wird im Rahmen der Einschlusskriterien mittels Normhörkurven der International Organization for Standardization (ISO 7029:2000) abgeglichen.

Alle Probanden unterziehen sich medizinischen Untersuchungen, um die Anamnese zu erheben, mögliche Zusatzkrankungen zu erkennen und die Medikamenteneinnahme zu überprüfen, da im Rahmen dieser Studie Medikamente mit anticholinergem Wirkung nicht eingenommen werden dürfen.

Jeder Patient absolviert zusätzlich zur audiologischen eine kognitive Testung. Dazu werden folgende Tests angewandt:

- Mini Mental State Examination (MMSE) (Folstein et al. 1975)
- Uhrentest (CDT) (Thalman et al. 2002, Morris et al. 1988)
- CERAD (Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease) Testbatterie, Subtest Worterinnerung und Subtest Figurenzeichnen (Luck et al. 2009, Morris et al. 1988)

- Trail Making Test (TMT Teil A und B) (Luck et al. 2009, Morris et al. 1988)
- Stroop-Test (Stroop 1935).

Alle Daten wurden mit SPSS 22 und R 3.4.0 statistisch ausgewertet.

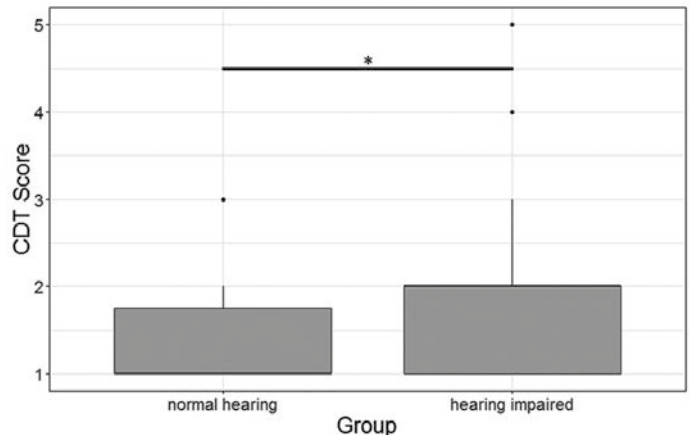


Abbildung 1: Ergebnisse des Uhrentests für Studiengruppe und Vergleichsgruppe

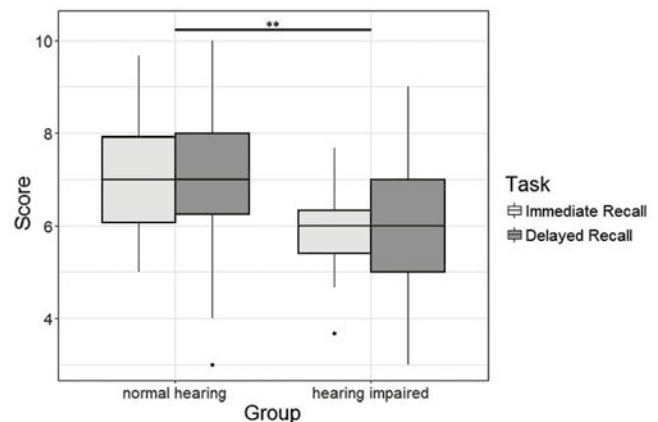


Abbildung 2: Ergebnisse der CERAD-Aufgabe „Wortliste - Lernen“ für Studiengruppe und Vergleichsgruppe

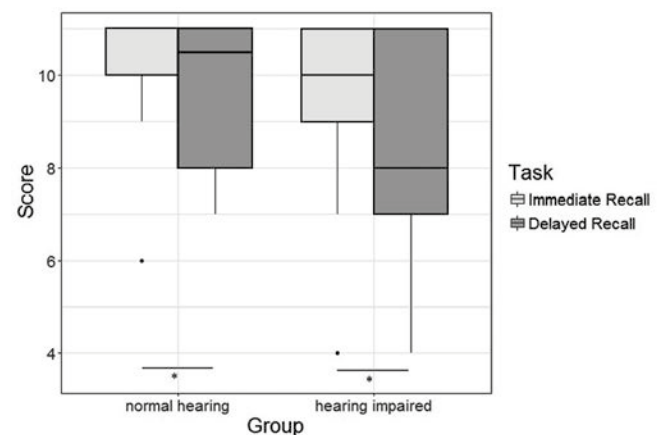


Abbildung 3: Ergebnisse der CERAD-Aufgabe „Figuren zeichnen“ für Studiengruppe und Vergleichsgruppe

Ergebnisse

Die Ergebnisse im MMSE zeigen keine signifikanten Unterschiede beider Gruppen ($F_{(1,56)} = 0.28$, $p = 0.59$, $\eta^2 = 0.005$). Alle Patienten erreichen mindestens 25 Punkte, wie es die Einschlusskriterien vorschreiben.

Im Uhrentest liegen die Ergebnisse der Vergleichsgruppe signifikant über den Werten der Studiengruppe ($F_{(1,54)} = 4.68$, $p = 0.04$, $\eta^2 = 0.08$) (siehe Abbildung 1).

Die Ergebnisse im Untertest „Worterinnern“ zeigen keinen signifikanten Aufgabeneffekt, was darauf hindeutet, dass die Anzahl der abgerufenen Wörter während der Lernphase und nach einer Verzögerung ähnlich war ($F_{(1,56)} = 0.54$, $p = 0.46$, $b = -0.15$, $SE_b = 0.15$). Es zeigt sich ein Gruppeneffekt ($F_{(1,56)} = 7.41$, $p = 0.009$, $b = 0.54$, $SE_b = 0.29$), jedoch kein Interaktionseffekt ($F_{(1,56)} = 0.45$, $p = 0.51$, $b = 0.15$, $SE_b = 0.22$). Dementsprechend schneidet die Studiengruppe in beiden Aufgaben schlechter ab als die Kontrollgruppe, ohne dass es zu einer verzögerten Leistungsabnahme im Vergleich zum sofortigen Abrufen kommt (siehe Abbildung 2).

Im Untertest „Figurenzeichnen“ ist kein Aufgabeneffekt nachweisbar ($F_{(1,32)} = 5.92$, $p = .02$, $b = 0.70$, $SE_b = 0.28$), kein Interaktionseffekt ($F_{(1,32)} = 0.99$, $p = 0.33$, $b = -0.40$, $SE_b = 0.40$) und kein Gruppeneffekt

($F_{(1,30)} = 2.34$, $p = 0.14$, $b = 0.64$, $SE_b = 0.38$), d. h. dass beide Gruppen die Aufgabe vergleichbar lösen (siehe Abbildung 3).

Im TMT ist ein signifikanter Aufgabeneffekt ($F_{(1,58)} = 202.92$, $p < .001$, $b = 1.61$, $SE_b = 0.14$), Gruppeneffekt ($F_{(1,56)} = 6.57$, $p = 0.01$, $b = -0.62$, $SE_b = 0.23$) und eine Gruppeninteraktion aufgetreten ($F_{(1,58)} = 5.62$, $p = 0.02$, $b = 0.46$, $SE_b = 0.19$). Die Zeit, die nötig ist, um die Aufgabe zu lösen, liegt im TMTB signifikant höher als im TMTA. Die Studiengruppe absolviert beide Aufgabenteile schlechter als die Kontrollgruppe. Zusätzlich zeigt sich in der Studiengruppe ein Leistungsabfall im TMTB im Vergleich zum TMTA (siehe Abbildung 4).

Im Stroop-Test hat der Proband die Aufgabe, die Farbe, in der Farbwörter geschrieben sind, zu benennen, aber nicht die Worte selbst zu lesen. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Aufgabeneffekt ($F_{(1,57)} = 121.81$, $p < 0.001$, $b = 1.54$, $SE_b = 0.17$) und Gruppeneffekt ($F_{(1,55)} = 5.81$, $p = 0.02$, $b = -0.54$, $SE_b = 0.25$), aber keine Interaktion ($F_{(1,55)} = 2.42$, $p = 0.13$, $b = 0.38$, $SE_b = 0.25$). Die Zeit, die zur Lösung der Aufgabe nötig ist, liegt in der Studiengruppe signifikant höher als in der Kontrollgruppe (siehe Abbildung 5).

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Messungen zeigen, dass sich die kognitiven Fähigkeiten von älteren hörgeschädigten und normalhörenden Personen in einigen Bereichen unterscheiden, in anderen wiederum nicht. Kognitive Fähigkeiten, bei denen Wortmaterial eine geringe Rolle spielt, wie z. B. das Abzeichnen von geometrischen Figuren (CERAD), zeigen unauffällige Ergebnisse in der Studien- sowie Vergleichsgruppe. Auch Ergebnisse des abstrakten Denkens von hörgeschädigten älteren Menschen und ihren altersentsprechend hörenden Gleichaltrigen zeigen in der Literatur keinen signifikanten Unterschied (Guerreiro et al. 2017) und bestätigen die Annahme, dass kognitive Auffälligkeiten bei Hörgeschädigten dort messbar werden, wo sprachliches Material Testgegenstand ist.

So werden signifikante Unterschiede in unserer Studie in der globalen Kognition (Uhrentest), im episodischen Gedächtnis (Worterinnern), in der Arbeitsgeschwindigkeit, der Aufmerksamkeit, der kognitiven Flexibilität und Interferenz von dominanten Eindrücken (TMT, Stroop) festgestellt. Probleme in der Worterinnerung werden auch in anderen Studien mit ähnlichen Testverfahren nachgewiesen (Deal et al. 2015; Voelter et al. 2017). Das Erinnern von Wörtern hängt vermutlich mit Schwierigkeiten im phonologischen Gedächtnis zusammen (Guerreiro et al. 2017; Voelter et al. 2017), welches der Interpretation von verbalen Stimuli dient (Moberly et al. 2016; Pichora-Fuller et al. 2016; Wingfield & Peelle 2015). Die Übertragung verbaler Informationen an das phonologische Wortgedächtnis erfordert einen phonologischen Rückruf, der möglicherweise durch den Hörverlust verändert sein kann. Diese Probleme treten in unserer Studiengruppe bereits während des unmittelbaren Abrufens (Grundbedingung) auf, während es beim verzögerten Abruf keinen zusätzlichen Leistungsabfall gibt.

Probleme bei der verbalen Verarbeitung können auch der Grund für langsamere TMTA-Ergebnisse in der Studiengruppe sein. Die Ziffern im Test werden numerisch dargestellt. Zur Lösung dieser Aufgabe ist jedoch eine verbale Verarbeitung erforderlich.

Es ergibt sich eine zusätzliche Abnahme in der TMTB Arbeitsgeschwindigkeit. Diese weist darauf hin, dass hörgeschädigte ältere Menschen die Felder nicht nur langsamer verbinden als ihre normal-

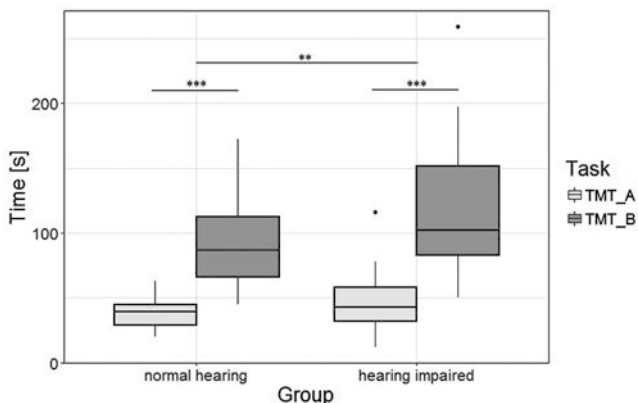


Abbildung 4: Ergebnisse des TMT Teil A und B für Studiengruppe und Vergleichsgruppe

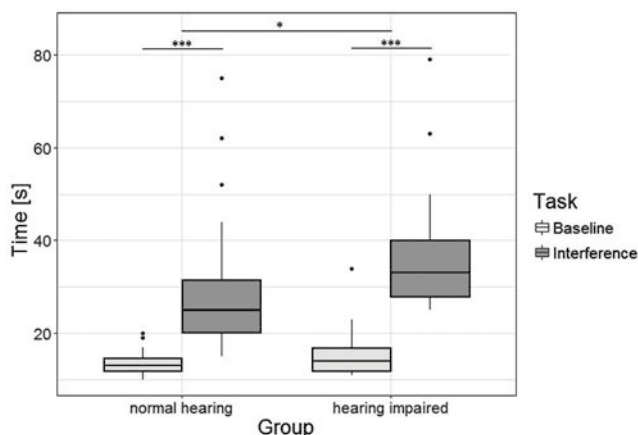


Abbildung 5: Ergebnisse im Stroop-Test für Studiengruppe und Vergleichsgruppe

hörenden Altersgenossen, sondern auch mehr Schwierigkeiten beim Umschalten zwischen numerischem System und Buchstaben oder bei der kognitiven Flexibilität haben. Im Gegensatz zu unseren Ergebnissen finden Völter et al. (2017) keinen signifikanten Unterschied in TMTA und B zwischen Personen mit und ohne Hörverlust.

Nicht nur Aufmerksamkeit und Verarbeitungsgeschwindigkeit, sondern auch grundlegende Sprachkenntnisse sind erforderlich, um die Farbennennungsaufgabe und die Interferenzaufgabe im Stroop-Test zu lösen. Aufmerksamkeit und Verarbeitungsgeschwindigkeit sind möglicherweise nicht betroffen, da der Stroop-Lesetest keinen signifikanten Unterschied zwischen der Studiengruppe und der Kontrollgruppe aufweist. Für den Lesetest sind Aufmerksamkeit, Verarbeitungsgeschwindigkeit und grundlegende Lesefähigkeiten erforderlich. Daher erwarten wir, dass grundlegende Probleme bei der Verbalisierung (Bild-Textverarbeitung) für die niedrigere Stroop-Leistung (Farbe und Interferenz) von hörgeschädigten älteren Erwachsenen verantwortlich sind. Für die Interferenzaufgabe werden grundlegende Fähigkeiten der Verbalisierung benötigt, um die Farbe, in der das zu lesende Farbwort geschrieben ist, zu benennen. Auch in dieser Aufgabe beobachten wir im Vergleich zu den Normalhörenden langsamere Zeiten für das Benennen der Farben bei den Patienten der Studiengruppe, jedoch in der schwierigen Konstellation keine weitere Zunahme der Zeitdauer.

Auch wenn die kognitiven Ergebnisse nach einer CI-Versorgung für die Studiengruppe noch ausstehen, kann aus diesen Erkenntnissen abgeleitet werden, dass Übungen der phonologischen Bewusstheit, der Benennungsgeschwindigkeit oder des verbalen Arbeitsgedächtnisses wichtige Interventionen gemeinsam mit dem allgemeinen Hörtraining sind, die bei älteren hörgeschädigten Patienten Anwendung finden sollten. Übungen zur Aufmerksamkeit, Konzentration oder Flexibilität unterstützen den Prozess des auditiv-kognitiven Trainings. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, welche kurzzeitigen und langfristigen Verbesserungen ein solches Training hervorbringen.

Literatur

- Besser J, Stropahl M, Urry E, Launer S (2018) Comorbidities of hearing loss and the implications of multimorbidity for audiological care. *Hearing Research* 369, 3–14
- Deal JA, Betz J, Yaffe K et al. (2017) Hearing impairment and incident dementia and cognitive decline in older adults: the Health ABC Study. *Journal of Gerontology Series A Biological Science and Medical Science* 72, 703–709
- Deal JA, Sharrett AR, Albert MS et al. (2015) Hearing impairment and cognitive decline: a pilot study conducted within the Atherosclerosis Risk in Communities neurocognitive study. *American Journal of Epidemiology* 181,680–690
- Dupuis K, Pichora-Fuller MK, Chasteen AL, Marchuk V, Singh G, Smith SL (2015) Effects of hearing and vision impairments on the Montreal Cognitive Assessment. *Neuropsychology, Development and Cognition Section B Aging Neuropsychology and Cognition* 22, 413–437
- Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR (1975) 'MiniMental State'. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research* 12, 189–198
- Guerreiro MJS, Van Gerven PWM (2017) Disregarding hearing loss leads to overestimation of age-related cognitive decline. *Neurobiology of Aging* 56, 180–189
- Hong T, Mitchell P, Burlutsky G, Liew G, Wang JJ (2016) Visual impairment, hearing loss and cognitive function in an older population: longitudinal findings from the Blue Mountains Eye Study. *PLoS One* 11, e0147646
- Illg A, Lesinski-Schiedat A, Bültmann E (2018) CI-Versorgung bei Senioren auch unter differenzialdiagnostischen Überlegungen [CI care in seniors under differential diagnostic considerations] *Sprache Stimme Gehör* 42, 24–29
- Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) (2005) World Health Organisation, Genf
- International Organization for Standardization: Acoustics- Statistical distribution of hearing thresholds as a function of age (ISO 7029:2000); German Version EN ISO 7029:2000-01
- Jayakody DMP, Friedland PL, Martins RN, Sohrabi HR (2018a) Impact of Aging on the Auditory System and Related Cognitive Functions: A Narrative Review. *Frontiers in Neuroscience* 5, 120–125
- Lin FR, Yaffe K, Xia J et al. (2013) Health ABC Study Group. Hearing loss and cognitive decline in older adults. *JAMA Internal Medicine* 173, 293–299
- Loughrey DG, Kelly ME, Kelley GA, Brennan S, Lawlor BA (2018) Association of Age-Related Hearing Loss With Cognitive Function, Cognitive Impairment, and Dementia: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Otolaryngology Head & Neck Surgery* 144, 115–126
- Luck L, Riedel-Heller SG, Wiese B et al. (2009) CERAD-NP-Testbatterie: Alters-, geschlechts- und bildungs-spezifische Normen ausgewählter Subtests [Age, gender and education-specific standards of selected subtests]. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 42, 372–384
- Moberly AC, Houston DM, Harris MS, Adunka OF, Castellanos I (2017) Verbal working memory and inhibition-concentration in adults with cochlear implants. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology* 2, 254–261
- Morris JC, Mohs RC, Rogers H, Fillenbaum G, Heyman A (1988) Consortium to establish a registry for Alzheimer's disease (CERAD) clinical and neuropsychological assessment of Alzheimer's disease. *Psychopharmacology Bulletin* 24, 641–652
- Park DC, Reuter-Lorenz P (2009) The Adaptive Brain: Aging and Neurocognitive Scaffolding. *Annual Review of Psychology* 60, 173–196
- Pichora-Fuller KM, Kramer SE, Eckert MA, Edwards B (2016) Hearing impairment and cognitive energy: the framework for understanding effortful listening (FUEL). *Ear & Hearing* 37, 5–27
- Stroop JR (1935) Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology* 18, 643–662
- Tay T, Wang JJ, Kifley A, Lindley R, Newall P, Mitchell P (2006) Sensory and cognitive association in older persons: findings from an older Australian population. *Gerontology* 52, 386–394
- Thalman B, Spiegel R, Staehelin HB et al. (2002) Dementia screening in general practice: Optimized scoring for the Clock Drawing Test. *Brain Aging* 2, 36–43
- Thomson RS, Aduong P, Miller AT, Gurgel RK (2017) Hearing loss as a risk factor for dementia: A systematic review. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology* 16, 69–79
- Voelter C, Gotze L, Falkenstein M, Dazert S, Thomas JP (2017) Application of a computer-based neurocognitive assessment battery in the elderly with and without hearing loss. *Clinical Interventions in Aging* 12, 1681–1690
- Wingfield A, Peelle JE (2015) The effects of hearing loss on neural processing and plasticity. *Frontiers in Systems Neuroscience* 6, 9–35

Basics of room acoustics and optimization in rooms used for education

Carsten Svensson

Saint-Gobain Ecophon

Before exploring room acoustics as such, it appears useful to consider a general question: What role do sound, noise and/or acoustics play in our society in the macro perspective?

- **Health:** Fatigue, stress, hearing damage etc.
- **Safety:** Warning signals (can you hear and understand what to do?) etc.
- **Communication:** Verbal communication (sometimes you want to hear), privacy (sometimes not)
- **Economy:** Working tasks (productivity), sick leave (due to noise related aspects) etc.
- **Social:** Social development, social interaction, isolation and life quality etc.
- **Intellectually:** Intellectual development, learning
- **Joy:** Irritation and frustration, unhappiness

Acoustics is highly important in all types of education contexts. A very large proportion of information transfer takes place via speech and the teaching process is vastly improved with better acoustics. Three fundamental benefits resulting from good school acoustics are:

- It keeps noise levels down.
- It makes it easy to hear what the teacher and the pupils are saying.
- It supports teachers so they don't have to strain their voices.

It is important to understand how sound affect students and teacher, thus understanding the importance of good classroom and school acoustics.

Effects of classroom noise on students¹

- Short and long term memory
- Reading ability
- Attention
- Letter, number, word recognition
- Behaviour
- Annoyance
- Younger and less able children are more affected
- Hearing impaired children require greater speech intelligibility

Effects of classroom noise on teachers²

- Voice problems
- Health/stress
- Behaviour
- Annoyance
- Interruption to teaching
- Alter teaching strategies

In a German study of classroom acoustics one could observe a relation between the activity noise levels and the heart rate of teachers, thus a work load stress indication. Moreover, in classrooms with better room acoustics, activity noise levels went down and they were stable the whole morning until lunchtime.³

In an English study four different room acoustic qualities in classrooms were created, from poor (acoustically untreated) to very good (broad frequency absorption). Each improvement was perceived positively by listeners. For each improvement activity noise levels were decreased. Teachers could go down in voice levels due to less activity noise from students.⁴

On its way from its source to the auditory canal, sound is affected by the room and its furnishings as well as by the shape of the head and

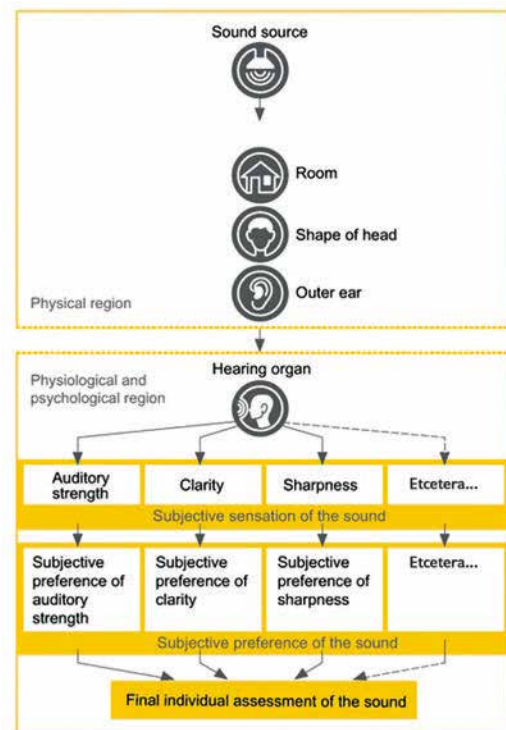


Figure 1: Three important regions to have knowledge about: the physical, physiological and the psychological. Modified version, original made by Prof. Masayuki Morimoto.

¹ Source: Shield B – Institute of Acoustics Symposium on School Acoustics, 7th December 2010

² Source: Shield B – Institute of Acoustics Symposium on School Acoustics, 7th December 2010

³ Oberdörster M & Tiesler G (2008). „Modern teaching“ needs modern conditions – communication behaviour of pupils and teachers in highly absorbent classrooms. J. Building Acoustics, 15 (4), 315–324.

⁴ Canning D and James A (2012). The Essex Study. Optimised classroom acoustics for all. Association of Noise Consultants, St Albans, UK.

the outer ear. These factors influence the way in which the sound will be perceived.

When the sound has entered the ear and been received by the auditory sense, physiological and psychological factors affect how we perceive it. Individual preferences modify our final assessment of the sound. The hearing experience is multi-dimensional, with several different components of the sound being significant for how it is perceived. Sound level, reverberance and clarity are a few examples. Even psychological factors such as attitude to sound and stress resilience play a part.

There are four general acoustics “concepts”; sound transmission (insulation), sound absorption, sound reflection and sound diffusion. A healthy balance between them, depending on the specific challenges, can assure good acoustics in buildings.

To create a good room acoustic environment, in ordinary rooms, one needs a set of qualities and parameters to characterize the acoustics.

- Sound strength – how much the room contributes to the sound level
- Speech clarity – how easy it is to understand what people are saying
- Sound propagation – how far sound travels in the space
- Reverberance – the amount of echo (reverberation) in a room.

Traditionally the reverberation time has been seen as the main factor for good room acoustics, but to get the full picture, reverberation time is not enough. A more holistic and complete approach to room acoustics is needed.

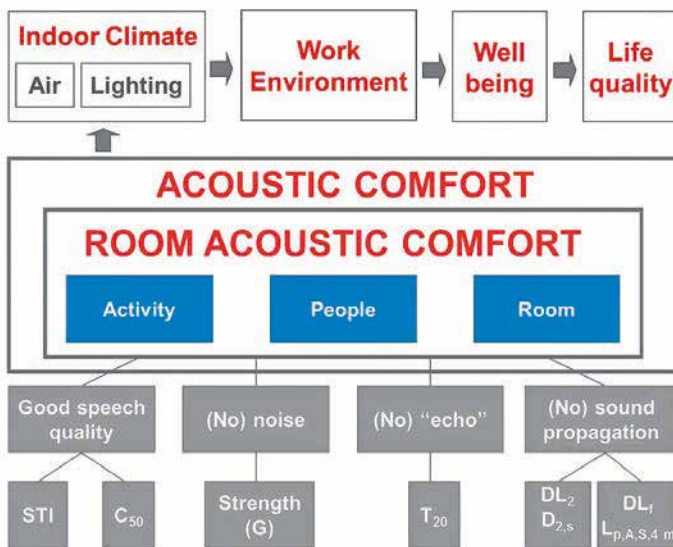


Figure 2: The “road” from technical room acoustic descriptors, for verification, to life quality.

Room acoustic descriptors

The **reverberation time** is defined as the time it takes for sound to decrease by 60 dB. To determine the length of this time, different parts of the reverberation curve are used. The descriptors T₂₀ and T₃₀ are usually called “late reverberation times” as they measure at the later part of the curve. EDT (Early Decay Time) is called “early rever-

beration” and is considered to better reflect how we perceive the reverberance in the room.

Speech clarity concerns the quality of speech transfer to the listeners. In a reverberant room with disturbing background noise, it can be difficult to pick up speech. The sound that reaches the listener first is called direct sound. This is followed by early reflections. The early reflections that reach the listener within 50 ms are integrated with the direct sound and thus have a positive effect on speech clarity. The reflections that come later may be perceived as disturbing. The Speech Clarity measurement (C₅₀) compares the sound energy in early sound reflexes with those that arrive later. It is expressed in dB. A high value is positive for speech clarity.

Another measure of speech transfer is the Speech Transmission Index (STI). When speech transmission is perfect, STI = 1. In a normal-sized classroom, STI should be greater than 0.75. In the case of poor speech transmission, variations in speech are perceived less well. Factors that impair speech transmission, thus contributing to a lower STI index are, for instance, background noise, long reverberation and echoes.

Auditory (sound) strength is the level at which we experience sound. A reverberant room gives a higher sound level than a room with added sound absorption. The measurement Strength (G) states the sound level in the real room in relation to the sound level in an anechoic room with the same sound source. The measurement demonstrates the room reflections’ effect on the sound level.

Sound propagation (open-plan spaces): The sound level decreases as the distance from the sound source increases. The design of the room (shape, furnishing, surface finish etc.) influences the extent to which the sound level decreases along with the distance. To characterise the propagation of the sound there is a parameter that describes the extent to which the sound decreases when the distance is doubled. This parameter is the rate of spatial decay of A-weighted sound pressure level of speech per distance doubling and is designated D_{2,S}. It is measured in dB and determines the slope of the sound propagation curve.

Another parameter is the A-weighted sound pressure level of speech at 4 meters L_{p,A,S,4m}, also measured in dB, which shows how high the speech level is at 4 meter distance from the sound source.

The target values for good acoustic conditions in an open plan office are, according to the ISO 3382-3, D_{2,S} ≥ 7 dB, L_{p,A,S,4 m} ≤ 48 dB. Articulation Class (AC) is a classification of suspended ceilings according to their ability to contribute to the acoustic privacy between work stations. This method provides measurements of the sound reflective characteristics of ceilings used together with screens. The higher the AC value of a ceiling, the more efficient it will be to reduce sound propagation.

What affects what then?

- Reverberation Time (RT) (non-diffuse conditions in rooms with ceilings)
 - Room volume and shape (RT increase with room volume, non-parallel wall etc.)
 - Placement + amount of absorbers (ceiling/walls panels)
 - Scattering and absorbing objects (furniture/people etc.)
- Speech Clarity (both diffuse and non-diffuse conditions)
 - Placement + amount of absorbers (ceilings/walls panels)
 - Room volume (increased volume = decreased clarity)

Perceived attribute	Objective descriptor	Designation	Unit	Explanation	Standard
Reverberance (echo)	Reverberation times	EDT, T ₂₀ , T ₃₀	Second (s)	Measures speed at which sound disappears in a room.	ISO 3382-1/2
Speech clarity	Speech clarity	C ₅₀	dB	Measures the ration between early and late reflections.	ISO 3382-1
Speech clarity	Speech Transmission Index	STI	Index (0-1)	Measures quality of speech transfer from speaker to listener.	IEC 60268-16
Auditory strength	Strength	G	dB	Measure of the room's contribution to the sound or noise level from a sound source.	ISO 3382-1
Spatial decay (Sound propagation)	Rate of spatial decay of sound pressure per distance doubling. Spatial decay rate of A-weighted SPL of speech, D _{2,S}	D _{2,S}	dB	Measures how much the sound of speech decreases with distance from sound source.	ISO 14257 3382-3
Spatial decay (Sound propagation)	A-weighted SPL of speech at 4 meters, L _{p,A,S,4m} Sound pressure level of speech at 4 m distance	L _{p,A,S,4m}	dB	Measure of room's contribution to the sound of speech at 4 meters distance from sound source.	ISO 14257 3382-3
Spatial decay (Sound propagation)	Articulation Class	AC	Index	Classification of ceilings in accordance with their ability to contribute to privacy in open-plan offices.	ASTM E 1110 (2001)

- Sound Strength (diffuse conditions)
 - Room volume (SPL decrease with volume)
 - Amount and efficiency of absorbers

What room acoustic measures can you take?

The acoustic ceiling is normally the main absorbing surface in a room. It raises acoustic comfort by:

- Reducing the sound strength (G)
- Shortening the reverberation time (T₂₀)
- Increasing speech clarity (C₅₀)

Low frequencies are hard to deal with and they mask sound. This can be dealt with by installing extra bass absorbers on top of the acoustic ceiling.

By adding vertical absorbers (wall panels), the horizontal sound waves are effectively reduced, which has positive effects on speech clarity and reverberation.

Sound propagation can be very disturbing, for example in an open-plan learning environment, a corridor, a sports hall or canteen, where grazing sound waves spread without being absorbed by the acoustic ceiling. By putting up absorbing screens and installing wall absorbers the situation is improved.

1. Wall-to-wall sound absorbing acoustic ceiling

Installing a fully covering sound absorbing ceiling is the first and most important step. This reduces the sound levels to a large extent, shortens the reverberation time, lowers the sound strength and improves speech clarity.

2. Low-frequency absorbers

Low-frequency absorbers can be placed on top of the acoustic ceiling to improve sound absorption (125 Hz). This shortens reverberation time in the low-frequency range, which improves speech clarity and listener comfort.

3. Wall absorbers

The next step is to add wall absorbers that will attenuate horizontal sound waves and eliminate late reflections. This increases speech clarity and further reduces reverberation time. This is especially important in sparsely furnished rooms. Preferable location is at the rear wall.

4. If needed, add a reflector for speaker support

Installing a reflector in the ceiling where the teacher normally stands when speaking to the entire class improves speaker comfort. It enables speakers to hear their own voices better, so they don't have to raise their voice to feel that they will be heard properly. A reflective area also helps the speaker's voice carry to the back of the room without effort in spaces where the distance to the back wall is more than 10 m.

Conclusions

- Sound and acoustics indeed affect both teachers and students
- Hearing impaired persons are more vulnerable
- Room acoustic quality matters
- You need to look at more than just reverberation time – also speech clarity, sound strength and sound propagation
- For each room acoustic improvement – human preference also increases
- The acoustic architecture can affect people's behaviour
- Acoustic quality has to support a variety of teaching methods, learning activities and spaces
- Designers need appropriate acoustic information and tools early in the building process.

Acoustic Bulletin, a knowledge source on room acoustics and how sound affects people: <https://www.acousticbulletin.com/>

Auswirkungen von Störlärm und Nachhall auf die Sprachwahrnehmung und kognitive Leistung bei Kindern

Markus Meis

Einleitung

Die Klassenraumakustik wurde Ende der 90er Jahre nicht nur national sondern auch international zu einem wichtigen Thema (MacKenzie & Airey 1999). Bei der Gestaltung von architektonischen Herausforderungen wurde in vielen Bildungsstätten das Augenmerk auf visuell-gestalterische, pädagogische oder organisatorische Aspekte gerichtet.

Dabei fanden jedoch oftmals raumakustische Notwendigkeiten wenig Beachtung, was dazu führte, dass sowohl von den Eltern und Kindern als auch von den Lehrkräften Beschwerden vorgebracht wurden. Um das Thema Klassenraumakustik mehr in den Fokus der Öffentlichkeit, insbesondere bei den Schulträgern, zu bringen, etablierten sich in Deutschland mehrere Arbeitsgruppen, die sich mit dem Thema befassten (z. B. Klassenraumakustik als Bereich in der Oldenburger Hörforschung) und veranstalteten mehrere Symposien und Treffen (Schick et al. 2000).

Das Thema wurde von den Medien zunächst verallgemeinert als Lärmbelastung beschrieben, woraufhin exemplarisch raumakustische Messungen in verschiedenen Bundesländern durchgeführt wurden, um den Status quo zu ermitteln. Ein typischer Beschwerdefall in Bezug auf die Klassenraumakustik wurde 2003 in einer Schule im Nordwesten Deutschlands dokumentiert (Meis et al. 2005, vgl. Abbildungen 1-3).



Abbildung 2: Klassenraum nach der Sanierung

sam verbessert werden konnte und dieser Unterschied von den Kindern und den Lehrkräften als gut hörbar wahrgenommen wurde (Meis et al. 2005). Die Reduktion der Nachhallzeit kann als guter Maßstab für die erfolgreiche Sanierung von Klassenräumen verwendet werden und findet sich auch in der DIN 18041:2004-05 ‚Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen‘ wieder. Die oberen und unteren Grenzwerte für eine gute Raumakustik sind in Abbildung 3 als blaue Linien eingezeichnet.

Neben der Lärmbelastung und perceptiven Bewertung der Nachhallzeit lag der Fokus in vielen Studien auf verschiedenen kognitiven Aspekten bei Schülern. So ist bereits aus vielen Studien bekannt, dass das Verstehen von Sprache bei Kindern durch Nachhall und Hinter-



Abbildung 1: Klassenraum vor der Sanierung

Im Zuge der raumakustischen Maßnahmen wurden in einem Klassenzimmer Wand- und Deckenabsorber verbaut sowie ein gehschallarmer Linoleumfußboden verlegt. Die frequenzabhängige Nachhallzeit im Bereich von 250 Hz bis 2 kHz konnte dadurch von ca. einer Sekunde auf ca. eine halbe Sekunde reduziert werden. Es zeigte sich, dass mit einem vertretbaren Aufwand die raumakustische Situation bedeut-

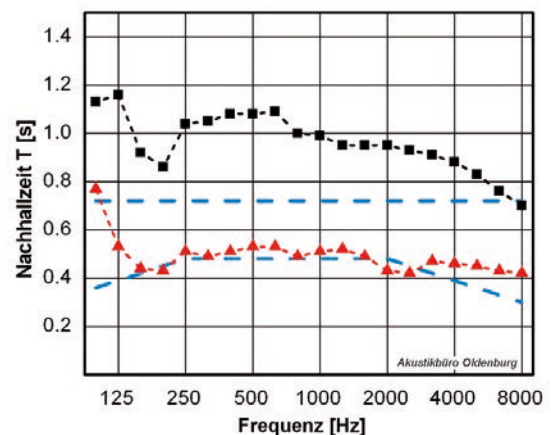


Abbildung 3: Nachhallzeitenmessungen vor (schwarze Linie) und nach der Sanierung (rote Linie)

grundgeräusche stärker beeinträchtigt wird als bei Erwachsenen. Dies betrifft insbesondere die Identifikation von Einzelwörtern oder Silben (Johnson 2000). Das Verstehen und Verarbeiten gehörter Information kann aber auch dann durch suboptimale raumakustische Bedingungen beeinträchtigt werden, wenn eine ausreichende Sprachverständlichkeit gegeben ist, aber ein erhöhter Aufwand bei Speicher- und Verarbeitungsprozessen betrieben werden muss, um die Information aufzunehmen und zu verarbeiten. Dieses Phänomen wird im anglo-amerikanischen Sprachgebrauch als „Listening Effort“ bezeichnet (Klink et al. 2012a, b). Die erhöhte Anstrengung bei der Informationsaufnahme reduziert die für Speicher- und Verarbeitungsprozesse verfügbare mentale Kapazität. Darüber hinaus bewirken zeitlich schwankende Geräusche, wie z. B. Sprache oder Geräusche, schon bei geringen Pegeln eine spezifische Störung des seriellen Behaltens von sprachlicher Information im Arbeitsgedächtnis (Klatte et al. 2010a).

Nachfolgend werden zwei Experimente der Arbeitsgruppe um Maria Klatte komprimiert dargestellt: eine Studie, die akute Wirkungen im Rahmen eines Laborexperimentes untersucht und eine Feldstudie, welche chronische Belastungen im schulischen Umfeld adressierte.

Laborexperiment zu akuten Wirkungen in virtueller Akustik (Klatte et al. 2010b)

In einer experimentellen Studie wurden die Wirkungen von Hintergrundsprechen und Klassenraumgeräuschen bei unterschiedlichen Nachhallzeiten auf die Leistungen von Kindern und Erwachsenen beim Behalten und Verarbeiten sprachlicher Information untersucht. Die Datenerhebung erfolgte im „Kommunikations-Akustik-Simulator“ (KAS) im Hörzentrum Oldenburg, in dem die Nachhallzeitverläufe von Klassenräumen mit günstiger und ungünstiger Raumakustik nachgebildet wurden. Hierbei wurden die raumakustischen Gegebenheiten der Klassenräume aus Abbildung 3 verwendet und in Echtzeit simuliert. Die Nachhallzeiten waren $T_{30, 250\text{Hz}-2\text{ kHz}} = 0.49\text{ s}$ für den günstigen und $T_{30, 250\text{Hz}-2\text{ kHz}} = 1.10\text{ s}$ für den ungünstigen Klassenraum. Bei dem ungünstigen Klassenraum wurden STI-Werte von 0.57 bis 0.67 (hintere bis vordere Sitzreihe) erreicht. Die Sprachverständlichkeit im günstigen Klassenraum gemäß DIN 18041:2004-05 weist einen STI-Wert von 0.72 bis 0.78 auf.

In der Studie wurden die Auswirkungen von nicht sprachlichen Klassenraumgeräuschen und dänischer Hintergrundsprache auf die Sprachwahrnehmung (Wort-zu-Bild-Zuordnung, z. B. Reh-Fee-See) und das Hörverständnis (Ausführung mündlicher Anweisungen, z. B. „Male ein Kreuz unter die Nadel zwischen den Scheren und streiche alle kleinen Knöpfe durch.“) gemessen. Das auditive Material wurde bei einem Pegel von 66 dB(A) in 1 m Entfernung dargeboten. Dabei wurden folgende Bedingungen variiert: „Faktor A“: günstiger Raum vs. ungünstiger Raum und „Faktor B“: sprachliches vs. nicht sprachliches Hintergrundgeräusch. Weiterhin wurden die Sitzreihen variiert („Faktor C“: Reihe 1–3). Insgesamt haben N = 108 Erstklässler [Md = 7 Jahre], N = 149 Drittklässler [Md = 9 Jahre] sowie N = 98 Erwachsene [Md = 23 Jahre] an der Studie teilgenommen.

Es zeigte sich, dass Kinder durch nichtsprachliche, aber insbesondere durch sprachliche Hintergrundgeräusche sowohl in der Sprachwahrnehmung als auch im Hörverständnis signifikant stärker beeinträchtigt waren als Erwachsene. Eine ungünstige Klassenraumakustik verursachte dazu zusätzlich eine signifikante Verschlechterung des Wortverstehens relativ zur Ruhebedingung, insbesondere bei den Erstklässlern und den Kindern, die in der dritten Reihe saßen. Des

Weiteren hatten sprachliche Hintergrundgeräusche beim Ausführen komplexer Anweisungen auch im günstigen Klassenraum eine stärkere Störwirkung als nicht sprachliche Störgeräusche. Die subjektiven Bewertungen der schallinduzierten Störung korrelierten nur gering mit der tatsächlichen Störung, was darauf hindeutet, dass die Kinder die schädlichen Auswirkungen nicht bewusst wahrgenommen haben.

Feldstudie zu chronischen Belastungen in Schulen (Klatte et al. 2010c)

Die Feldstudie zielte darauf ab, die chronischen Auswirkungen von Nachhall im Klassenzimmer auf die Leistung und das Wohlbefinden der Kinder in der Schule zu analysieren. Leistungs- und Fragebogendaten wurden von N = 487 Kindern aus 21 Klassenzimmern erhoben, die sich in der mittleren Nachhallzeit unterschieden. Es wurden dafür drei Raumgruppen chronischer Belastung gebildet: Gruppe 1: $T_{30, 250\text{Hz}-2\text{ kHz}} < 0.65$, Gruppe 2: $T_{30, 250\text{Hz}-2\text{ kHz}} = 0.65$ bis 0.95 und Gruppe 3: $T_{30, 250\text{Hz}-2\text{ kHz}} > 0.95$. Der Fragebogen enthielt Fragen wie z. B. „Meine Lehrer hören mir zu“, „Meine Lehrer sprechen freundlich mit mir“ und „Meine Lehrer haben Zeit für mich“. Die phonologische Bewusstheit wurde anhand einer Aufgabe zur Lautklassifikation erfasst. Bei dieser „Odd-One-Out“-Aufgabe (vgl. Bradley & Bryant 1983) wurden den Kindern drei einsilbige Pseudowörter (CVC-Silben, z. B. baff – beck – demm) dargeboten und die Aufgabe war es, dasjenige Pseudowort zu erkennen, welches sich bezüglich des Anlauts von den anderen beiden unterscheidet (Antwort: demm).

In der Studie konnten signifikante Auswirkungen des Nachhalls auf die Sprachwahrnehmung und das Kurzzeitgedächtnis gefunden werden. Darüber hinaus zeigten die Kinder aus raumakustisch schlechten Klassenzimmern bei der phonologischen Verarbeitungsaufgabe signifikant weniger gute Leistungen, berichteten über eine höhere Belastung durch Innenlärm in den Klassenzimmern und bewerteten die Beziehungen zu Gleichaltrigen und Lehrern weniger positiv als Kinder aus Klassenzimmern mit guter Akustik.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Es konnten nachteilige Effekte von einer schlechten Raumakustik und von sprachlichem Störschall auf die kognitive Leistung, die auditive Verarbeitung und auf sozialpsychologische Wirkebenen gezeigt werden. Lärm und Nachhall in Klassenräumen ...

- ... bewirken erhebliche Beeinträchtigungen des Sprachverstehens.
- ... behindern Aufmerksamkeits- und Arbeitsgedächtnisleistungen auch bei nicht-auditiven Aufgaben.
- ... wirken sich bei jüngeren Kindern stärker aus.
- ... stellen einen permanent einwirkenden Belastungsfaktor für Kinder und Lehrkräfte dar.
- ... verschlechtern das „Lernklima“ in der Klasse.

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen frühere Erkenntnisse über die erheblichen Auswirkungen von Lärm und Nachhall auf die Sprachwahrnehmung von Kindern und erweitern diese auf Umgebungen und Höranforderungen, die denen von Kindern in der Schule sehr ähnlich sind.

Die hier dargestellten Studien bezogen sich ausschließlich auf gut hörende Kinder ohne festgestellten Inklusionsbedarf. Es ist aber be-

kannt, dass bei Lese-/Rechtschreibstörungen (Steinbrink & Klatte 2008), Sprachentwicklungsstörungen (Ziegler et al. 2005), Aufmerksamkeitsstörungen (Geffner, Lucker & Koch 1996), allgemeinen Lernbehinderungen (Bradlow et al. 2003) und Verstehen einer Zweitsprache (Rogers et al. 2006) die abträglichen Wirkungen noch größer sind, wenn die (raum-)akustischen Bedingungen nicht ausreichend sind. Diesem Umstand tragen neue regulatorische Anforderungen Rechnung. Die schon seit 1968 bewährte DIN 18041 in der 2004er Fassung wurde von 2013 bis Mitte 2015 überarbeitet (DIN 18041-2016-03), um den raumakustischen Erfordernissen bezüglich Inklusionsanforderungen gerecht zu werden. Hierzu wurde „Unterricht/Kommunikation inklusiv“ als neue Nutzungsart explizit ausgewiesen, die eine ca. 20%ige volumenabhängige geringere Nachhallzeit fordert als die Nutzungsart „Unterricht“ der DIN 18041-2004-05. In der DIN 18041-2016-03 heißt es: „Bei der Planung von Räumen für sprachliche Kommunikation sind auch Personen mit einem erhöhten Bedürfnis nach guter Hörsamkeit zu berücksichtigen (Ruhe 1998). Hier gelten das Benachteiligungsverbot aus Art. 3, Abs. 3 GG, die Vorgaben des Bundesgleichstellungsgesetzes § 4 (27.04.2002) und die UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderungen (26.03.2009); diesbezügliche Quellen finden sich ebenda. Nocke (2016) resümierte: „Die DIN 18041 stellt mit der Neufassung klare und eindeutige Vorgaben, als Anforderungen und Empfehlungen, für die Räume des Alltags, in denen das gegenseitige Hören und Verstehen, aber auch das Finden von Ruhe von besonderer Bedeutung ist (p. 50)“. Inwieweit aber auch Personen mit Inklusionsbedarf tatsächlich von den verschärften Anforderungen im Vergleich zur Nutzungsklasse „Unterricht“ profitieren, ist bislang noch nicht experimentell nachgewiesen worden und bedarf weiterer Forschungsanstrengungen.

Literatur

- Bradley L & Bryant PE (1983) Categorizing sounds and learning to read: A causal connection. *Nature*, 301(5899), 419–421. <http://dx.doi.org/10.1038/>
- Bradlow A, Kraus N, & Hayes E (2003) Speaking clearly for children with learning disabilities: Sentence perception in noise. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46, 80–97
- DIN 18041:2004-05 Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen. Beuth Verlag, zurückgezogen
- DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung, Beuth Verlag. DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/2395845>
- Geffner D, Lucker JR and Koch W (1996) Evaluation of auditory discrimination in children with ADD and without ADD. *Child Psychiat. Hum. D.* 26, 169–180
- Johnson CE (2000) *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43, 144–157. Stuart A (2005). *Ear and Hearing*, 26, 78-88. Talarico, M., Abdilla, G., Aliferis, M. et al. (2007). *Audiology and Neuro-Otology*, 12, 13-19; Young, W. & Bradley, J. *JASA*, 125 (2), 1–12
- Klatte M, Lachmann T, Schlittmeier S & Hellbrück J (2010a) The irrelevant sound effect in short-term memory: Is there developmental change? *European Journal of Cognitive Psychology*, 22, 1168–1191
- Klatte M, Lachmann T & Meis M (2010b) Effects of noise and reverberation on speech perception and listening comprehension of children and adults in a classroom-like setting. *Noise and Health: Special issue on Noise, Memory and Learning*, 12, 270–282
- Klatte M, Hellbrück J, Seidel J, Leistner P (2010c) Effects of Classroom Acoustics on Performance and Well-Being in Elementary School Children: A Field Study *Environment and Behavior* 42(5) DOI: 10.1177/0013916509336813
- Klink KB, Schulte M, Meis M (2012) Measuring listening effort in the field of audiology – a literature review of methods (part 1). *Z Audiol* 51 (2) 60–67
- Klink KB, Schulte M, Meis M (2012) Measuring listening effort in the field of audiology – a literature review of methods (part 2). *Z Audiol* 51 (3) 96–105
- MacKenzie DJ and Airey S (1999) „Classroom Acoustics, a research project“, Heriot-Watt Univ., Edinburgh
- Meis M, Becker B, Hofmann S & Nocke C (2005) Wie bewerten Schüler ihre Lernumgebung? Ergebnisse eines Feldexperimentes zur Sanierung von Klassenräumen aus einer ganzheitlichen Perspektive. *Fortschritte der Akustik, DAGA 2005*
- Nocke C, (2016) Die neue DIN 18041 – Hörsamkeit in Räumen. *Lärmbekämpfung Bd. 11* (2016) Nr. 2 – März, pp. 50–55
- Rogers CL, Lister JJ, Febo DM, Besing JM and Abrams HB (2006) Effects of bilingualism, noise, and reverberation on speech perception by listeners with normal hearing. *Applied Psycholinguistics* 27, 465–485
- Ruhe C Günstige Raumakustik hilft Hörgeschädigten, *Berat, Ing, Heft 12/1998*, S. 45
- Schick A, Klatte M & Meis M (2000) Noise stress in classrooms. In Schick A, Meis M & Reckhardt C: „Contributions to Psychological Acoustics: Results of the 8th Oldenburg Symposium on Psychological Acoustics“, pp. 533–569. Oldenburg: BIS
- Steinbrink C & Klatte M (2008) Phonological working memory in German children with poor reading and spelling abilities. *Dyslexia* 14, 271–290
- Ziegler JC, Pech-Georgel C, George F, Alario F and Lorenzi C (2005) Deficits in speech perception predict language learning impairment. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 102, 14110–14115

Zusammenfassung des Vortrags beim Kolloquium der KIND Hörstiftung

Stand der Versorgung mit technischen Hörhilfen bei Senioren

Inga Holube und Petra von Gablenz

Institut für Hörtechnik und Audiologie, Jade Hochschule, Oldenburg

Die Frage nach dem Stand der Versorgung mit technischen Hörhilfen beinhaltet zunächst die Frage, wie viele Menschen hörbeeinträchtigt sind. Anschließend kann der Frage nachgegangen werden, wie viele dieser schwerhörigen Menschen Hörgeräte tragen, wie also der Versorgungsstand ist und worin der Versorgungsstand möglicherweise begründet ist.

Die Frage nach dem Anteil schwerhöriger Menschen in der Gesamtbevölkerung, also nach der Prävalenz für Schwerhörigkeit, kann mit den Studien HÖRSTAT (von Gablenz und Holube 2015) und „Wie hört Deutschland?“ (von Gablenz et al. 2017) beantwortet werden. Oldenburg ist eine Stadt im Nordwesten Deutschlands mit ca. 160 000 Einwohnern und einem unterdurchschnittlichen Anteil an Industrie und Gewerbe. Westlich davon an der niederländischen Grenze liegt Emden mit ca. 52 000 Einwohnern und einem hohen Anteil an Industrie und Gewerbe, insbesondere Auto- und Schiffsindustrie. HÖRSTAT hatte sich in den Jahren 2010–2012 zum Ziel gesetzt, eine möglichst repräsentative Stichprobe nach den Merkmalen Alter, Geschlecht und sektorielle Berufstätigkeit zu untersuchen. Einen ähnlichen Ansatz verfolgte die Untersuchung „Wie hört Deutschland?“ in Aalen, eine Stadt mit ca. 68 000 Einwohnern und einem hohen Anteil an Industrie und Gewerbe. Die Rücklaufquote der kontaktierten Personen lag im mittleren bis höheren Alter bei 20–30 %. Für eine gemeinsame Auswertung der Daten standen 3 105 Datensätze von erwachsenen Personen, 1 281 aus Oldenburg, 585 aus Emden und 1239 aus Aalen zur Verfügung.

Bei HÖRSTAT wurden die Probanden eingehend interviewt, eine Tonaudiometrie, der Göttinger Satztest im Störgeräusch (GÖSA; Kollmeier und Wesselkamp 1997) und der Ziffern-Tripel-Test am Telefon durchgeführt sowie eine Kurzform des Fragebogens SSQ (Kießling et al. 2011) beantwortet. Die Untersuchungen in Aalen beinhalteten ebenfalls einen Fragebogen, die Tonaudiometrie und eine Tympanometrie.

Aus den Tonaudiogrammen konnte unter Nutzung des WHO-Kriteriums die Prävalenz bestimmt werden. Dazu wurde der Mittelwert der Luftleitungshörschwellen des besseren Ohrs bei den Frequenzen 0,5, 1, 2 und 4 kHz gebildet (PTA4). Bei einem PTA4 von mehr als 25 dB HL wurde auf eine mindestens geringgradige Schwerhörigkeit geschlossen. Mittelgradige Schwerhörigkeiten beginnen bei einem PTA4 von mehr als 40 dB HL und hochgradige Schwerhörigkeiten bei einem PTA4 von mehr als 60 dB HL (WHO 2001). Nach dieser Einteilung betrug die Prävalenz von Schwerhörigkeit in der HÖRSTAT-Stichprobe ca. 16 %. Ab einem Alter von 70 Jahren bestand eine Wahrscheinlichkeit von 50 %, als schwerhörig klassifiziert zu werden (von Gablenz und Holube 2015). Diese Ergebnisse für HÖRSTAT konnten beim Vergleich mit Aalen im Wesentlichen bestätigt werden, wobei in Oldenburg etwas bessere Hörschwellen als in Emden und Aalen zu beobachten waren (von Gablenz et al. 2017).

Eine Analyse des Zusammenhangs zwischen Hörvermögen und dem beruflichen Kompetenzniveau (Skill Level) der Probanden zeigte, dass höhere Kompetenzniveaus mit geringeren Hörverlusten verbunden waren (von Gablenz und Holube 2017a). Weitere Betrachtungen zeigten, dass Industriearbeit Schwerhörigkeit begünstigt und das Risiko von Schwerhörigkeit in Gruppen mit höherem Bildungsabschluss auch dann niedriger als in Gruppen mit niedrigen Abschlüssen war, wenn die berufliche Lärmbelastung kontrolliert wurde (von Gablenz und Holube 2015). Vermutlich aufgrund verschiedener Faktoren (z. B. Reduktion der lärmbelasteten Industriearbeit, Fortschritten in der Gesundheitsversorgung) verbesserten sich die Hörschwellen im Vergleich zu älteren Studien, so dass der Standard für alters- und frequenzabhängige Hörschwellen ISO 7029 vor allem bei Männern in den hohen Frequenzen modifiziert wurde (von Gablenz und Nüsse 2018; von Gablenz und Holube 2016). Andererseits ist aufgrund der demografischen Entwicklung in Deutschland mit einer Zunahme der Prävalenz um 1 % pro Jahrfünft, d. h. einer jährlichen Zunahme von erwachsenen Personen mit Schwerhörigkeit nach dem WHO-Kriterium um ca. 150 000–160 000 auszugehen (von Gablenz et al. 2017).

Nun stellt sich jedoch die Frage, ob das WHO-Kriterium das Maß aller Dinge ist. Ergebnisse unterschiedlicher Studien sind häufig nur schwer vergleichbar, da verschiedene Prävalenzkriterien verwendet werden. Neben dem oben genannten WHO-Kriterium mit einer Schwelle von 25 dB HL und der nächsten WHO-Stufe bei 40 dB HL, kommt das von Stevens vorgeschlagene und in der Initiative „Global Burden of Disease“ (GBD) genutzte Kriterium mit einer Schwelle bei 35 dB HL zum Einsatz (Stevens et al. 2011). Die Hilfsmittelrichtlinie (HMR 2018) dagegen verwendet keinen gemittelten Hörverlust, sondern betrachtet alle Frequenzen zwischen 500 Hz und 4 kHz separat und setzt die Schwelle bei 30 dB HL, wobei jedoch das Sprachverstehen im Freiburger Einsilbertest als weiteres Kriterium herangezogen wird. Auch die Vier-Frequenz-Tabelle nach Röser (Feldmann und Brusis 2012) betrachtet die Hörverluste bei einzelnen Frequenzen separat und ermittelt aus den Ruhetonhörschwellen bei 0,5, 1, 2 und 4 kHz einen Hörverlust in Prozent. Einen anderen Ansatz zur Ermittlung der Prävalenz anhand einer großen Datenbasis verfolgen die Marktuntersuchungen der Europäischen Hörgeräteindustrie (EHIMA 2018), die nach subjektiven Hörproblemen befragt. Als alltagsrelevanter im Vergleich zum Tonaudiogramm oder dem Sprachverstehen in Ruhe wird zumeist das Sprachverstehen im Störgeräusch angesehen, das ebenfalls in einen prozentualen Hörverlust umgerechnet und als Prävalenzkriterium verwendet werden kann (Thiele et al. 2011). In den HÖRSTAT-Daten war zu erkennen, dass die Ergebnisse im GÖSA im höheren Alter auch bei normalem Tonhörvermögen nach dem WHO-Kriterium schlechter werden (von Gablenz und Holube 2017b).

In Holube et al. (2019) dargestellte Vergleiche zeigen, dass der prozentuale Hörverlust für Sprache bis zum Alter von ca. 70 Jahren größer als der nach der Tabelle von Röser berechnete Hörverlust war.

Außerdem lag der Anteil der Probanden mit subjektiven Hörproblemen in den jungen Altersklassen weit über den aus den Messungen abgeleiteten Prävalenzkriterien. Das WHO-Kriterium der zweiten Stufe (mehr als 40 dB HL) unterschätzte den Hörgerätebedarf, d. h. auch Personen, die nach diesem Kriterium als normalhörend klassifiziert wurden, nutzten Hörgeräte. Am höchsten war die Prävalenz für die aus dem GÖSA abgeleiteten Kriterien, so dass die Versorgungsrate, d. h. der Anteil der schwerhörigen Probanden, die mit Hörgeräten versorgt waren, hier am niedrigsten lag. Aus ROC-Analysen kann abgeleitet werden, dass der PTA4 des schlechteren Ohrs ein besserer Indikator für eine Hörgeräteversorgung als das Sprachverstehen im Störgeräusch ist. Beim Vergleich der drei Städte zeigte sich, dass die Hörgeräteträger in Aalen im Mittel einen ca. 10 dB höheren PTA4 aufwiesen als in Oldenburg (von Gablenz et al. 2017).

Unabhängig von dem gewählten Prävalenzkriterium und der davon abhängigen Versorgungsrate stellt sich die Frage, warum nicht alle Personen mit klassifizierter Schwerhörigkeit mit Hörgeräten versorgt sind. Dieser Frage gingen u. a. Tahden et al. (2018) nach, die zwei bezüglich Hörverlust, Alter und Geschlecht ausgewogene Probandengruppen verglichen. Die eine Gruppe bestand aus Hörgerätenutzern und die andere Gruppe aus Nicht-Nutzern. Die beiden Gruppen unterschieden sich in verschiedenen Charakteristika. Subjektive Hörprobleme in Ruhe und im Störgeräusch wurden von Hörgerätenutzern stärker wahrgenommen als von Nicht-Nutzern. Außerdem hatten die Hörgerätenutzer einen höheren sozioökonomischen Status als die Nicht-Nutzer und schätzten ihre Technik-Kompetenz, -Akzeptanz und -Kontrollüberzeugung höher ein als Nicht-Nutzer.

Aus der bereits erwähnten Marktuntersuchung der EHIMA (EuroTrak Germany 2018) liegen weitere Analysen zur Hörgerätenutzung vor. Zunächst muss jedoch berücksichtigt werden, dass bei EuroTrak 12 % der befragten Personen eine subjektive Schwerhörigkeit angaben, von denen 37 % versorgt waren. Bei HÖRSTAT lag der Anteil der subjektiven Schwerhörigkeiten bei 26 % und damit in der gleichen Größenordnung wie bei der britischen Biobank-Analyse (von Gablenz et al. 2018; Moore et al. 2014), wobei jedoch nur 25 % mit Hörgeräten versorgt waren. Wurde der Vergleich jedoch auf die Altersgruppe der über 65-jährigen Probanden beschränkt, dann stimmte die Versorgungsrate mit ca. 45 % überein. Diese Versorgungsrate nahm, wie zu erwarten, mit steigendem subjektiven Hörverlust zu (EHIMA 2018).

Während die Datenbasis aus HÖRSTAT zu gering ist, um daraus inhaltliche Aspekte für Hörgerätenutzung oder Nicht-Nutzung abzuleiten, steht aus EuroTrak ein umfangreicher Datensatz zur Verfügung. Daraus können z. B. Gründe für die Nicht-Nutzung abgeleitet werden. Diese sind z. B. ein mangelndes Wissen über das Bezahlmodell für Hörgeräte oder dass der Hörverlust noch nicht als ausreichend hoch

wahrgenommen wird. Entsprechend waren ein stärkerer subjektiver Hörverlust und die Empfehlung von Ärzten oder Lebenspartnern die wichtigsten Gründe für eine Hörgeräteversorgung.

Literatur

- EHIMA (2018) EuroTrak Germany 2018. <https://www.ehima.com/eurotrak/> (zugegriffen am 31.01.2019)
- Feldmann H, Brusis T (2012) Das Gutachten des Hals-Nasen-Ohren-Arzt. 7. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart, New York
- Hilfsmittelrichtlinie (2018) Richtlinie des gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von Hilfsmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung. <https://www.g-ba.de/richtlinien/13/> (zugegriffen am 31.01.2019)
- Holube I, Hoffmann E, von Gablenz P (2019) Versorgung mit Hörgeräten in Nord- und Süddeutschland. Zur Publikation eingereicht
- Kießling J, Grugel L, Meister H, Meis M (2011) Übertragung der Fragebögen SADL, ECHO und SSQ ins Deutsche und deren Evaluation. *Zeitschrift für Audiologie* 50, 6–16
- Kollmeier B, Wesselkamp M (1997) Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. *Journal of the Acoustical Society of America* 102, 2412–2421.
- Moore DR, Edmonson-Jones M, Dawes P, Fortnum H, McCormack A, Pierzycki RH, Munro KJ (2014) Relation between speech-in-noise threshold, hearing loss and cognition from 40–59 years of age. *Plos one* 9(9), e107720
- Stevens G, Flaxman S, Brunskill E, Mascarenhas M, Mathers CD, Finucane M, on behalf of the Global Burden of Disease Hearing Loss Expert Group (2011) Global and regional hearing impairment prevalence: an analysis of 42 studies in 29 countries. *European Journal of Public Health* 23 (1), 146–152
- Thaden MAS, Gieseler A, Meis M, Wagener KC, Colonius H (2018) What keeps older adults with hearing impairment from adopting hearing aids? *Trends in Hearing* 22, 1–17
- Thiele C, Sukowski H, Wagener K, Kollmeier B, Lenarz T (2011) Hörverlustbestimmung und MdE-Abschätzung unter Einbezug von Sprachverständlichkeitsmessungen im Störgeräusch. *HNO* 59, 1111–1117
- Von Gablenz P, Hoffmann E, Holube I (2017) Prävalenz von Schwerhörigkeit in Nord- und Süddeutschland. *HNO* 65, 663–670
- Von Gablenz P, Holube I (2015) Prävalenz von Schwerhörigkeit im Nordwesten Deutschlands – Ergebnisse einer epidemiologischen Untersuchung zum Hörstatus (HÖRSTAT). *HNO* 63, 195–214
- Von Gablenz P, Holube I (2016) Hearing threshold distribution and effect of screening in a population-based German sample. *International Journal of Audiology* 55 (2), 110–125
- Von Gablenz P, Holube I (2017b) Hörverlust und Sprachverstehen im Alter. *Laryngo-Rhinology* 96, 1–6
- Von Gablenz P, Holube I (2017a) Social inequalities in pure-tone hearing assessed using occupational stratification schemes. *International Journal of Audiology* 56 (7), 443–452
- Von Gablenz P, Nüsse T (2018) Neufassung von DIN EN ISO 7029. *Zeitschrift für Audiologie* 57 (2), 62–63
- Von Gablenz P, Otto-Sobotka F, Holube I (2018) Adjusting expectations: Hearing abilities in a population-based sample using an SSQ short form. *Trends in Hearing* 22, 1–21
- WHO – World Health Organization (2001) Grades of hearing impairment. https://www.who.int/pbbl/deafness/hearing_impairment_grades/en/ (zugegriffen am: 08.04.2019)

Hörgeräte-Technologie – quo vadis?

Martin Kinkel

Wenn man zunächst fragt, wie hoch eigentlich der Anteil schwerhöriger Menschen an der Bevölkerung ist, findet man wenig konkrete Zahlen. Wenn man die Grenze der Weltgesundheitsorganisation WHO (über 4 Frequenzen gemittelter Hörverlust ≥ 25 dB HL) zugrunde legt, liegen die meisten Angaben jedoch bei etwa 16 %. Für Deutschland entspräche das etwa 13,5 Millionen Menschen. Grenzt man die Zahlen weiter ein, z. B. auf einen Hörverlust ≥ 40 dB HL (WHO-Stufe 2, mittlerer Hörverlust bei Hörgeräteversorgung), sind es davon etwas weniger als die Hälfte (45 %, etwa 6 Millionen Menschen). Es besteht auch eine starke Altersabhängigkeit: Im Alter von etwa 65 Jahren ist schon jeder zweite Mensch schwerhörig, und mit zunehmendem Alter steigt der Anteil immer weiter an. Aber auch diese Personen sind nicht alle mit Hörgeräten versorgt: Man kann von etwa 4,5 Millionen Hörgeräteträgern in Deutschland ausgehen, der Anteil hängt nun wieder stark vom Grad der Schwerhörigkeit ab: Während der größte Teil der hochgradig oder an Taubheit grenzend Schwerhörigen tatsächlich auch mit Hörgeräten versorgt ist, sind es bei den leichtgradig Schwerhörigen nur etwa 10 %.

In Deutschland wurden 2018 etwas mehr als 1,3 Millionen Hörgeräte angepasst. Da die beidohrige Hörgeräteversorgung bei einem beidohrigen Hörverlust mittlerweile allgemein akzeptiert ist und sich weitgehend durchgesetzt hat, kann man von etwa 800 000 Schwerhörigen ausgehen, die aktuell pro Jahr versorgt werden. Weltweit werden jährlich etwa 15 Millionen Hörgeräte angepasst, Deutschland hat damit einen proportional großen Marktanteil und damit eine hohe Versorgungsqualität. Vergleicht man diese Zahlen jedoch mit den Verkaufszahlen von Smartphones, liegen diese etwa um einen Faktor 100 höher (ca. 1,5 Milliarden pro Jahr). Das kann zumindest teilweise sicherlich die hohen Entwicklungskosten für Hörgeräte erklären.

Bei den Bauformen haben die „klassischen“ HdO-Geräte und die HdO-Geräte mit externem Hörer mit jeweils etwa 40 % die größte Bedeutung. Der Anteil der Im-Ohr-Hörgeräte ist seit Einführung der HdO-Geräte mit externem Hörer vor etwa 10 Jahren von etwa einem Drittel auf mittlerweile nur noch etwa 10 % abgesunken; sie spielen damit keine besonders große Rolle mehr. Die verbleibenden Marktanteile verteilen sich auf andere Bauformen und Sonderversorgungen wie CROS-/BiCROS-Versorgungen oder knochenverankerte Hörlösungen.

Der Kostenfaktor ist seit einigen Jahren deutlich differenzierter zu betrachten, da 2013 die Festbeträge für Hörgeräte und in der Folge auch die Vertragspreise mit den Kostenträgern fast verdoppelt wurden. Damit einher ging auch eine deutliche Anhebung der Mindestanforderungen an Hörgeräte, so dass heute die Mehrheit der Versorgten (bei KIND sind es 7 von 10 Kunden) überhaupt keinen privaten Eigenanteil mehr leisten muss. Wie schon die Untersuchungen, über die Fr. Holube berichtet hat, gezeigt haben, sind Preisstruktur und Kostenübernahme durch die Krankenkasse bei den Nichtversorgten aber nur wenig bekannt. Daher hält sich das Vorurteil, dass Hörgeräte teuer seien, leider recht hartnäckig.

Im Folgenden sollen verschiedene aktuelle Trends aus dem Bereich der Hörgeräte kurz betrachtet werden. Ein wichtiger Aspekt seit Einführung der digitalen Signalverarbeitung in Hörgeräten 1996 ist die Komplexität der verwendeten Schaltkreise und die damit erzielte Rechenleistung. Wenn man als Maß für diese Rechenleistung die An-

zahl der Transistoren im DSP heranzieht, hat sich deren Zahl von etwa 200 000 bei den ersten digitalen Geräten auf etwa 65 000 000 bei aktuellen DSPs gesteigert, also auf mehr als das 300-fache. Seit 1996 hat sich diese Zahl also etwa alle 2,5 Jahre verdoppelt. Eine solche exponentielle Entwicklung der Leistungsfähigkeit ist relativ allgemein aus der Mikroelektronik bekannt und wird z. B. durch das Moore'sche Gesetz beschrieben, das also auch für Hörgeräte gilt. Man kann wohl auch bei Hörgeräten davon ausgehen, dass diese Entwicklung in den kommenden Jahren kein Ende finden wird und man mit einer weiterhin rasanten Entwicklung der Rechenleistung der Hörgeräte-DSPs rechnen kann. Vergleicht man diese Entwicklung mit der Entwicklung bei handelsüblichen Personal Computern, kann man abschätzen, dass Hörgeräte diesen um etwa 10 Jahre hinterherhinken. Vergleicht man die Entwicklung mit den Supercomputern, so beträgt der Zeitabstand etwa 20 Jahre, aber die Entwicklung über die Zeit (Verdoppelung etwa alle zwei Jahre) ist vergleichbar. Vergleicht man diese Leistungsfähigkeit mit der Leistungsfähigkeit des menschlichen Gehirns, so stellt man fest, dass zumindest die Supercomputer diese Dimension mittlerweile erreicht haben, so dass Begriffe wie „künstliche Intelligenz“ in letzter Zeit tatsächlich eine gewisse Berechtigung haben. Hörgeräte werden also in der Zukunft (in 20 Jahren) auch in diese Bereiche vorstoßen, aber heute sollte man bei aller Begeisterung für die Leistungsfähigkeit aktueller Hörgeräte mit dem Begriff „intelligent“ doch noch etwas vorsichtiger sein.

Die Energieversorgung von Hörgeräten erfolgte bisher in erster Linie mit Zink-Luft-Knopfzellen verschiedener Baugrößen. Wiederaufladbare Batterien (Akkus) waren auf Nischenanwendungen beschränkt, da die erheblich geringere Energiedichte der Akkus gegenüber den Primärzellen entweder zu unbefriedigenden Laufzeiten oder aber deutlich größeren Bauformen führte. Die erhebliche Entwicklung der Lithium-Ionen-Technologie hat dazu geführt, dass mittlerweile Akkus in den Standardgrößen zur Verfügung stehen, mit denen Hörgeräte zumindest einen ganzen Tag betrieben werden können, so dass diese

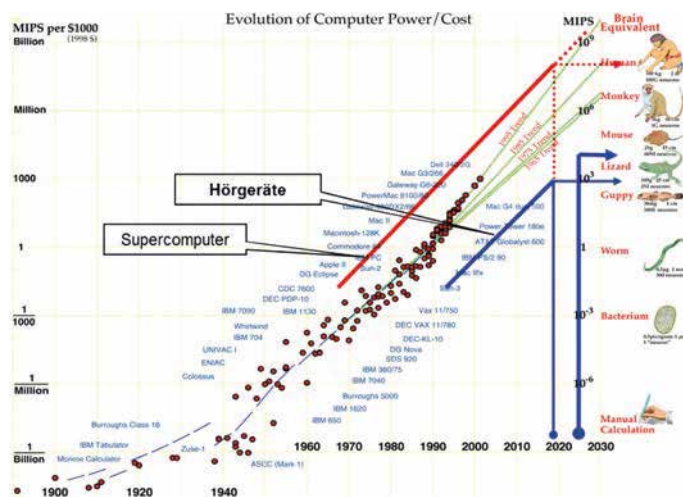


Abbildung 1: Entwicklung der Rechenleistung von Supercomputern (rote Linie), PCs (rote Punkte, grüne Linien) und Hörgeräten (blaue Linien) im Vergleich zur Komplexität neuronaler Systeme

(Hintergrundgrafik H. Moravec)

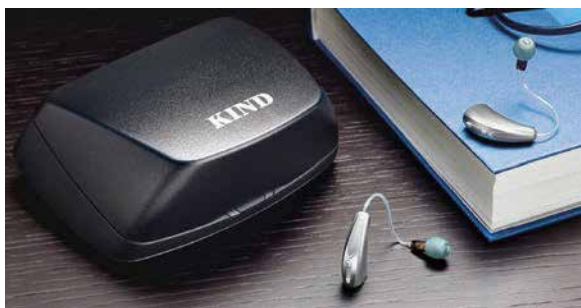


Abbildung 2: Hörgeräte mit Lithium-Ionen-Akku und dazugehöriger Ladestation

Technologie praxistauglich geworden ist. Entsprechend bieten nun etliche Hersteller Hörgeräte mit einer Energieversorgung auf Lithium-Ionen-Basis an und man kann davon ausgehen, dass sich diese Technologie mittelfristig gegenüber den Batterien durchsetzen wird. Der Wegfall des klassischen Batteriefachs verringert die Staub- und Feuchtigkeitsempfindlichkeit der Geräte und erlaubt auch neue Designoptionen durch die freie Formung und Positionierung der Akkus.

Einen weiteren wichtigen Trend bildet die drahtlose Vernetzung der Hörgeräte miteinander und mit anderen Geräten. Mittlerweile bieten viele Hörgeräte die Möglichkeit, die Geräte auf beiden Kopfseiten per Funk zu verbinden („ear-to-ear“). Diese Verbindung wird bei den meisten Geräten mit Technologien wie NFMI (near field magnetic induction) realisiert, da die weit verbreiteten Frequenzen um 2,4 GHz (z. B. WLAN, Bluetooth) im Mikrowellen-Bereich liegen und daher vom Körper stark absorbiert werden. Sie werden daher in erster Linie für die Verbindung zu Zubehör und zum Smartphone genutzt. Die Anbindung an ein Smartphone ermöglicht die Übertragung von Audio-Signalen (Telefon, Musik) an die Hörgeräte, aber auch die Nutzung der Smartphones als Fernbedienung und für weitere Möglichkeiten wie die Spracheingabe. Wenn sich aber die Hörgeräte über ein Smartphone oder später direkt auch mit der „Cloud“ verbinden können, ergeben sich noch zahlreiche weitere Möglichkeiten wie z. B. eine Fernanpassung, bei der sich der Hörgeräteträger direkt aus einer schwierigen Hörsituation mit dem Hörakustiker verbinden kann und direkt in der Situation eine Optimierung der Hörgeräteeinstellungen vorgenommen werden kann.

Viele Arten von Sensoren (z. B. Beschleunigungs- und Lagesensoren) sind mittlerweile soweit miniaturisiert, dass man sie in Hörgeräte in-

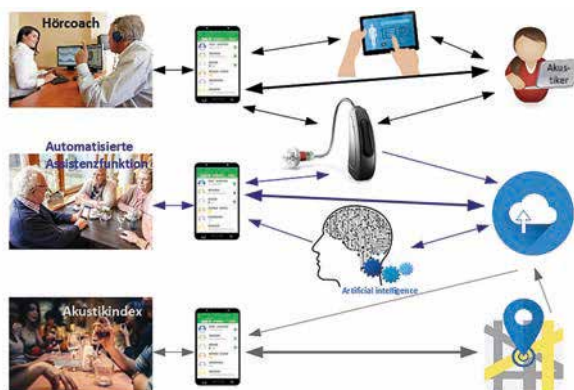


Abbildung 3: verschiedene Ebenen digitaler Dienstleistungen, die durch eine Vernetzung der Hörgeräte mit Smartphones oder dem Internet möglich werden (Grafik: Audio-PSS)

tegrieren kann. Damit werden Hörgeräte über Features verfügen, die über die reine Hörfunktion weit hinausgehen. Neben der Lage und Beschleunigung kann man etliche andere Vitalfunktionen (Puls, Temperatur, Sauerstoffkonzentration des Blutes usw.) im Gehörgang deutlich besser messen als z. B. am Handgelenk. Erste Anwendungen werden sicher zunächst im Fitnessbereich anzusiedeln sein (z. B. Schrittzählung). In Kombination mit der Auswertung z. B. der automatischen Situationserkennung in den Hörgeräten werden heute schon Lösungen angeboten, die Punktwerte für die körperliche und geistige Fitness ermitteln und über einen solchen „Gamification“-Ansatz den Nutzer zu einem aktiveren Lebensstil anregen. Eine Ausweitung in den medizinischen Bereich z. B. für die Prävention erscheint ohne weiteres denkbar, so dass sich die Hörgeräte von „Wearables“ zu „Hearables“ wandeln werden.

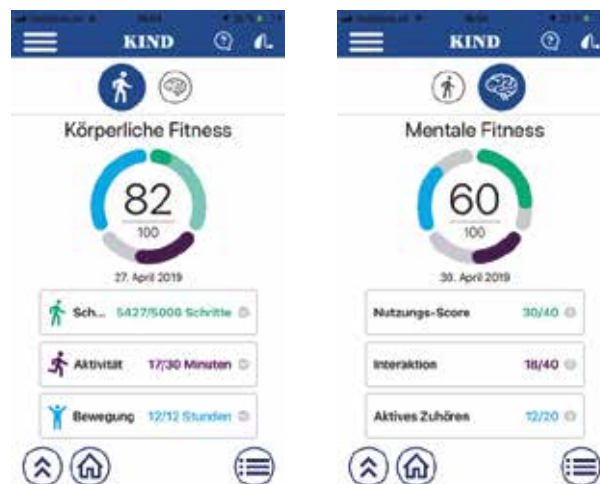


Abbildung 4: Screenshots mit Beispielen für Fitness-Scores

Ein Ausblick bis etwa 2025 lässt sich folgendermaßen skizzieren: Zunächst führen sowohl der Anstieg der Weltbevölkerung (auf etwa 8 Milliarden Menschen 2025) als auch der zunehmende Anteil älterer Menschen zu positiven Aussichten für die Hörgeräte-Branche und lassen ein weiteres Wachstum des Hörgerätemarkts erwarten. Man kann davon ausgehen, dass in den meisten Ländern ein weiterer Breitbandausbau des Internets (z. B. über Mobilfunkstandard 5G) stattgefunden haben wird und damit z. B. eine permanente Verbindung von mobilen Geräten mit dem Internet möglich ist. Im „Internet of things“ werden schätzungsweise 100 Milliarden Sensoren verschiedenster Art mit dem Netz verbunden sein und künstliche Intelligenz („Verlängerung des Gehirns“) wird in verschiedenen Ausprägungen (Maschinelles Lernen, Spracherkennung, Bilderkennung) im Alltag angekommen sein. Telemedizinansätze wie die oben skizzierte Fernanpassung werden auch in der Hörgeräteversorgung in der Praxis angewendet werden und die Sprachsteuerung von Geräten wird ein allgemeiner Standard sein. Hörgeräte können dabei z. B. zusammen mit einem Smartphone den Mittelpunkt einer solchen (Kommunikations-)Umgebung bilden und wichtige Bestandteile des täglichen Lebens vieler Menschen werden.

Referenzen

- Von Gablenz P, Hoffmann E, Holube I (2017) „Prävalenz von Schwerhörigkeit in Nord- und Süddeutschland.“ HNO 65(8): 663–670
- EuroTrak 2018: https://www.ehima.com/wp-content/uploads/2018/06/EuroTrak_2018_GERMANY.pdf
- www.statista.com
- Deutscher Schwerhörigenbund DSB: www.schwerhoerigen-netz.de
- Liste der Supercomputer: www.top500.org
- Projekt Audio-PSS: www.audio-pss.de

Was wir über Entwicklungsprozesse sehr junger hörgeschädigter Kinder wissen

Manfred Hintermair

Die Hörgeschädigtenpädagogik verfügt mittlerweile über einen großen Fundus an Ergebnissen aus zahlreichen evidenzbasierten Studien, in denen für eine Reihe von Entwicklungsbereichen gut dokumentiert ist, mit welchen Herausforderungen man sich bei der Entwicklungsbegleitung von hörgeschädigten Kindern konfrontiert sieht (Hintermair, Knoors & Marschark 2014; Knoors & Marschark 2019). Die vorliegenden Befunde machen sichtbar, dass eine eingeschränkte auditive Verarbeitung und Wahrnehmung sowie damit verknüpfte Entwicklungserchwernisse zahlreiche Prozesse beeinflussen, die wichtig sind für eine effektive interaktive Welterschließung. Entsprechend sind diese Erkenntnisse in Bildung und Förderung angemessen zu berücksichtigen, um den Entwicklungsbedürfnissen der Kinder gerecht zu werden (Hintermair 2014).

Dabei ist anzumerken, dass trotz der bestehenden Herausforderungen die Entwicklungschancen hörgeschädigter Kinder zumindest in den westlichen Ländern der Welt niemals zuvor so gut gewesen sind wie heute. Dies dürfte nicht zuletzt auf das seit 2009 bestehende flächendeckende Neugeborenen-Hörscreening (NHS) zurückzuführen sein, durch das Kinder mit einem signifikanten Hörverlust innerhalb der ersten Lebenswochen erfasst, sehr früh mit technischen Hörhilfen versorgt und spätestens mit sechs Monaten von der Frühförderung pädagogisch begleitet werden können (Matulat 2018). Entsprechende Erfolge dieser frühen Erfassung und Begleitung spiegeln sich in allen vorhandenen Studien eindrucksvoll wider (zum Überblick Marschark & Knoors 2019; Yoshinaga-Itano 2006).

Dennoch ist festzuhalten, dass Ergebnisse zur Entwicklung hörgeschädigter Kinder, insbesondere die psychosoziale Entwicklung und die Leistungsfunktionen der Kinder betreffend, zu großen Teilen erst ab Vorschulalter vorliegen, was der Tatsache geschuldet ist, dass viele dieser Prozesse (z. B. Theory of Mind, exekutive Funktionen, Literacy etc.) erst dann entwicklungsrelevant sind und vor allem zu diesem Zeitpunkt auch bei den Kindern verlässlich diagnostisch erfasst werden können. Die Grundlagen für all diese Prozesse werden jedoch in den ersten drei Lebensjahren von Kindern gelegt. Es ist deshalb wichtig und hilfreich, einen Blick auf die wesentlichen Faktoren der Entwicklung hörgeschädigter Kinder in den ersten drei Lebensjahren zu werfen, um die Entwicklungsbegleitung ganz kleiner Kinder mit einem Hörverlust bereits so zu gestalten, dass darüber die Prozesse in den nachfolgenden Entwicklungsstadien nachhaltig gestützt werden können. Forschungsergebnisse der Harvard University zeigen z. B., dass es zahlreiche Möglichkeiten gibt, exekutive Funktionen von Kindern schon ganz früh in der Entwicklung in den Blick zu nehmen und durch zahlreiche sehr einfache Kinderspiele zu „fördern“ (Center on the Developing Child at Harvard University 2014).

Beim Versuch, den Blick auf die ganz frühe Entwicklung hörgeschädigter Kinder zu schärfen, soll auf ein Modell Rückgriff genommen werden, das Guralnick (2011) vorgestellt hat. Er hat hierbei für den Bereich der Frühförderung behinderter oder von Behinderung bedrohter Kinder auf der Basis zahlreicher empirischer Befunde die wesentli-

chen Faktoren skizziert, die es zu berücksichtigen gilt, wenn man betroffene Familien und ihre Kinder ihren Bedürfnissen entsprechend fördern und unterstützen möchte. Im Folgenden soll dieses Modell kurz skizziert werden und anschließend mit der Befundlage bei hörgeschädigten Kindern abgeglichen werden, um den potenziellen Nutzen des Modells für die Frühintervention bei hörgeschädigten Kindern einzuschätzen (vgl. ausführlich hierzu Hintermair 2020).

Das Modell – der Developmental Systems Approach (DSA)

Guralnick (2011) formuliert seinen Ansatz (Developmental Systems Approach, DSA) auf der Grundlage vielfältiger Daten aus, welche die Forschung zur frühkindlichen Entwicklung allgemein sowie zur frühkindlichen Entwicklung und ihrer Förderung im Kontext einer Behinderung in den letzten Jahrzehnten gesammelt hat und bereitstellt. Das Modell konstituiert sich aus drei Ebenen, wobei zwischen den Ebenen Wechselbeziehungen bestehen.

Ebene I umfasst die *sozialen und kognitiven Kompetenzen von Kindern*, die für die Gesamtentwicklung wichtig sind und deren Grundlagen bereits in den ersten drei Lebensjahren gelegt werden.

Ebene II beschreibt verschiedene *familiäre Interaktionsmuster*, die der Entwicklung und Förderung dieser sozialen und kognitiven Kompetenzen von Kindern in den ersten drei Lebensjahren dienlich sind. Der DSA versteht diese Muster als Einflussfaktoren für die kindliche Entwicklung, gleichwohl betont der Ansatz aber auch, dass es für Eltern wichtig ist, sich bei den getätigten Interaktionen den Entwicklungs- und Verhaltensbesonderheiten der Kinder adäquat anzupassen. Es wird auch hervorgehoben, dass Merkmale und Verhaltensweisen des Kindes Einfluss nehmen können auf das Interaktionsverhalten der Eltern – ein Tatbestand, der insbesondere für Familien mit Kindern, die eine Behinderung haben, von besonderer Bedeutung ist (z. B. Verhaltensverunsicherung im Kontext der Auswirkungen einer Behinderung).

Ebene III zeigt auf, welche *Ressourcen* Eltern helfen, die Beziehung zu ihrem Kind und das Leben mit ihrem Kind befriedigend zu gestalten. Es geht hier insbesondere um materielle, soziale und personale Ressourcen, über die Eltern verfügen sollten bzw. wo Eltern unterstützt werden sollten, dass sie diese in ausreichendem Umfang erwerben können.

Dies ist insofern erforderlich, als im DSA explizit darauf hingewiesen wird, dass bestimmte Verhaltensweisen von Kindern (z. B. Verhaltens- und Entwicklungsbesonderheiten im Kontext einer Behinderung, *Ebene I*) potenzielle Stressoren sowohl für den Erwerb von Ressourcen (*Ebene III*) als auch für die Gestaltung befriedigender Interaktionen mit dem Kind (*Ebene II*) darstellen, denen ohne angemessene Unterstützung und Begleitung oft nicht gut begegnet werden kann.

DSA und frühkindlicher Hörverlust

Im Folgenden soll nun auf Details der verschiedenen Ebenen eingegangen werden und Zusammenhänge zur Situation bei einer frühkindlichen Hörschädigung hergestellt werden.

Ebene I: Bei den *sozialen und kognitiven Kompetenzen von Kindern* muss unterschieden werden zwischen verschiedenen Entwicklungsbereichen (Sprache, Motorik, Kognition, Wahrnehmung, sozial-emotionale Entwicklung etc.) und sog. *Organisationsprozessen*. Letztere sind Kompetenzen (z. B. Theory of Mind, exekutive Funktionen, Emotionsregulierung etc.), die gewissermaßen den „entwicklungsdynamischen Kitt“ darstellen, der die verschiedenen Entwicklungskompetenzen zu einem funktionierenden Ganzen zusammenfügt und zusammenhält. Aktuelle Forschungsbefunde bei hörgeschädigten Kindern zeigen hier trotz deutlicher Fortschritte in den letzten Dekaden sowohl für die Entwicklungsbereiche als auch für die Organisationsprozesse, dass im Schnitt hörgeschädigte Kinder (bei hoher interindividueller Varianz) Rückstände im Vergleich mit hörenden Kindern aufweisen (häufig im unteren Bereich der ersten Standardabweichung, aber auch darunter; vgl. zum Beispiel die Ergebnisse der großen LOCHI-Studie: Ching, Dillon, Leigh & Cupples 2018). Diese Rückstände zeigen sich bereits lange vor dem Eintritt in die Schule und sind häufig im Zusammenhang zu sehen mit eingeschränktem Zugang zu Ereignissen im Umfeld (beiläufiges Lernen), mit nicht immer förderlichem Gesprächs- und Interaktionsverhalten durch die Eltern und Pädagogen des Kindes sowie mit zu starker Fokussierung auf Sprach- und Sprechförderung anstelle von inhaltlich vertieften qualitativen Dialogen mit dem Kind (siehe z. B. zur frühen Entwicklung mathematischer Kompetenzen Kritzer, 2009; Pagliaro & Kritzer 2013 sowie zur frühen Entwicklung exekutiver Funktionen Kronenberger & Pisoni 2019).

Ebene II: Die für die kindliche Entwicklung relevanten *familiären Interaktionsmuster* umfassen insbesondere Merkmale der konkreten *Eltern-Kind-Interaktion*, aber auch die *Ermöglichung von neuen Erfahrungsräumen* für die Kinder (z. B. die Menschen des sozialen Netzwerks der Familie kennen lernen (Großeltern, Freunde etc.), Peerbeziehungen zu anderen Kindern in der Nachbarschaft pflegen) und die *Sorge dafür, dass die Kinder gesund und sicher aufwachsen* können. Was die *Eltern-Kind-Interaktion* als wesentliches Merkmal auf dieser Ebene betrifft, so weisen vorliegende Befunde darauf hin, dass Eltern, die ein hohes Maß an Responsivität in der Interaktion mit ihrem Kind zeigen (Signale des Kindes erkennen, Signale angemessen beantworten etc.), in der Regel Kinder haben, die sich insgesamt gut entwickeln (Collins, Maccoby, Steinberg, Hetherington & Bornstein 2000). Befunde von Familien mit hörgeschädigten Kindern im Alter bis zu drei Jahren bestätigen, dass responsives elterliches Verhalten sowohl mit einer besseren sprachlichen als auch sozial-emotionalen Entwicklung assoziiert ist (Hintermair, Sarimski & Lang 2017, Pressman, Pipp-Siegel, Yoshinaga-Itano & Deas 1999). Es zeigt sich aber auch, dass elterliche Responsivität alleine nicht ausreichend ist, sondern dass Eltern mit zunehmendem Alter ihrer Kinder auch in der Lage sein müssen, aktiv ihren Kindern die Welt zu erklären und in differenzierte Dialoge einzutreten („instructional partnership“). Dies scheint bei hörgeschädigten Kindern eine höhere Anforderung darzustellen als responsives Verhalten zu zeigen (Lederberg & Prezbindowski 2000). Was die *Ermöglichung neuer außerfamiliärer Erfahrungsräume* angeht, zeigen die Ergebnisse bei hörgeschädigten Kindern, dass für viele Familien im Zuge der Diagnosestellung häufig soziale Beziehungen wegbrechen bzw. für außenstehende Personen die Kommunikation mit dem hörgeschädigten Kind schwieriger sein kann (Hintermair 2000) und somit poten-

zielle Interaktionspartner für das hörgeschädigte Kind fehlen können. Ebenso gehört nach aktueller Datenlage die Gestaltung von Beziehungen zu gleichaltrigen Kindern mit zu den größten Herausforderungen für hörgeschädigte Kinder (Batten, Oakes & Alexander 2014; Xie, Potmesil & Peters 2014).

Ebene III: Kinder, deren Eltern über ausreichend materielle (Geld, Wohnung, Kleidung etc.), soziale (vielfältige befriedigende soziale Beziehungen mit Menschen aus dem engeren und näheren Umfeld) und personale Ressourcen (Selbstwertgefühl, Selbstwirksamkeit, psychische Gesundheit, Lebensoptimismus etc.) verfügen, weisen günstigere Entwicklungen auf, da es diese Ressourcen – sofern vorhanden – Eltern erleichtern, die soziale Interaktion mit ihren Kindern effektiv zu gestalten. Bei hörgeschädigten Kindern zeigt die aktuelle Forschungslage, dass deren Eltern häufig die Diagnose des Hörverlustes als ein kritisches Lebensereignis erleben, das mit höherer erlebter Belastung assoziiert sein kann (Kurtzer-White & Luterman 2003; Sarrant & Garrant 2014). Weiter legen andere Ergebnisse aber auch nahe, dass die Stärkung von Ressourcen durch frühe und gute fachliche Begleitung wie auch durch Kontakte mit anderen Betroffenen zur Stärkung der Eltern beiträgt (Empowerment) und insbesondere die Förderung elterlicher Selbstwirksamkeit in Bezug auf die Kommunikation mit dem Kind stressreduzierend und gesundheitsförderlich wirksam werden kann (Sarimski, Hintermair & Lang 2013).

Fazit

Der Developmental Systems Approach (DSA) von Guralnick (2011) stellt eine kompakte Zusammenfassung relevanter Merkmale für die frühkindliche Entwicklung zur Verfügung und beschreibt die wesentlichen Wirkfaktoren und ihre Zusammenhänge. Der Abgleich mit Daten von hörgeschädigten Kindern zeigt, dass sich der DSA mit seiner Rahmung relevanter Entwicklungsfaktoren auch für diese Gruppe von Kindern eignet und zahlreiche frühe entwicklungsförderliche Interventionen sichtbar gemacht werden können. Die Stärkung der familiären Ressourcen, insbesondere von elterlicher Selbstwirksamkeit im Umgang mit den spezifischen Herausforderungen in der Kommunikation mit dem hörgeschädigten Kind, sowie die Unterstützung der Eltern in ihrer Responsivität in der Beziehung zu ihrem Kind, gehören zu den besonderen Aufgaben, aber auch zu den großen Herausforderungen der pädagogischen Begleitung im Rahmen familienzentrierter Interventionen (Moeller, Carr, Seaver, Stredler-Brown & Holzinger 2013).

Literatur

- Asberg KK, Vogel JJ & Bowers CA (2008) Exploring correlates and predictors of stress in parents of children who are deaf: Implications of perceived social support and mode of communication. *Journal of Child and Family Studies*, 17, 486–499. <https://doi.org/10.1007/s10826-007-9169-7>
- Batten G, Oakes PM & Alexander T (2014) Factors associated with social interactions between deaf children and their hearing peers: A systematic literature review. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 19, 285–302. <https://doi.org/10.1093/deafed/ent052>
- Center on the Developing Child at Harvard University (2014). Enhancing and practicing executive function skills with children from infancy to adolescence. Retrieved August 21, 2018, from www.developingchild.harvard.edu
- Ching TY, Dillon H, Leigh G & Cupples L (2018) Learning from the longitudinal outcomes of children with hearing impairment (LOCHI) study: summary of 5-year findings and implications. *International Journal of Audiology*, 57, 105–111. <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1385865>
- Collins WA, Maccoby EE, Steinberg I, Hetherington EM & Bornstein MH (2000) Contemporary research on parenting. The case for nature and nurture. *American Psychologist*, 55, 218–232. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.2.218>
- Guralnick MJ (2011) Why early intervention works. A systems perspective. *Infants & Young Children*, 24, 6–28. <https://doi.org/10.1097/IYC.0b013e3182002cfe>

- Hintermair M (2000) Hearing impairment, social networks and coping. The need for families with hearing-impaired children to relate to other parents and to hearing impaired adults. *American Annals of the Deaf*, 145, 41–53. <https://doi.org/10.1353/aad.2012.0244>
- Hintermair M (2014) Psychosocial development of deaf and hard of hearing children in the 21st century. Opportunities and challenges. In: Marschark M, Tang G & Knoors H (Eds.), *Bilingualism and bilingual deaf education* (pp. 152–186). New York, NY: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199371815.003.0007>
- Hintermair M (2020) Framing educational needs of deaf and hard-of-hearing infants and toddlers using the Developmental Systems Approach. In: Knoors H & Marschark M (Eds.), *Oxford handbook on deaf studies in learning and cognition*. New York, NY: Oxford University Press (in press)
- Hintermair M, Knoors H & Marschark M (2014) Gehörlose und schwerhörige Schüler unterrichten. *Psychologische und entwicklungsbezogene Grundlagen*. Heidelberg: Median-Verlag
- Hintermair M, Sarimski K & Lang M (2017) Preliminary evidence assessing social-emotional competences in deaf and hard of hearing infants and toddlers using a new parent questionnaire. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 22, 143–154. <https://doi.org/10.1093/deafed/enw070>
- Knoors H & Marschark M (Eds.) (2019) *Evidence-based practices in deaf education*. New York, NY: Oxford University Press
- Kritzer KL (2009) Barely started and already left behind: A descriptive analysis of the mathematics ability demonstrated by young deaf children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 14, 409–421. <https://doi.org/10.1093/deafed/enp015>
- Kronenberger WG & Pisoni DB (2020) Why are children with cochlear implants at risk for executive functioning delays: Language only or something more? In: Knoors H & Marschark M (Eds.), *Oxford handbook on deaf studies in learning and cognition*. New York, NY: Oxford University Press (in press)
- Kurtzer-White E & Luterman D (2003) Families and children with hearing loss: grief and coping. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 9, 232–235. <https://doi.org/10.1002/mrdd.10085>
- Lederberg AR & Prezbindowski AK (2000) Impact of child deafness on mother-toddler interaction: Strengths and weaknesses. In: Spencer PE, Erting CJ & Marschark M (Eds.), *The deaf child in the family and at school* (pp. 73–92). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum
- Marschark M & Knoors H (2019) Sleuthing the 93 % solution in deaf education. In: Knoors H & Marschark M (Eds.), *Evidence-based practices in deaf education* (pp. 1–29). New York, NY: Oxford University Press
- Matulat P (2018) Neugeborenen-Hörscreening. *Frühförderung interdisziplinär*, 37, 3–13. <https://doi.org/10.2378/fi2018.art01d>
- Moeller MP, Carr G, Seaver L, Stredler-Brown A & Holzinger D (2013) Best practices in family-centered early intervention for children who are deaf or hard of hearing: An international consensus statement. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 18, 429–445. <https://doi.org/10.1093/deafed/ent034>
- Pagliaro CM & Kritzer KL (2013) The math gap: A description of the mathematics performance of preschool-aged deaf/hard-of-hearing children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 18, 139–160. <https://doi.org/10.1093/deafed/ens070>
- Pressman LJ, Pipp-Siegel S, Yoshinaga-Itano C & Deas A (1999) Maternal sensitivity predicts language gain in preschool children who are deaf and hard-of-hearing. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 4, 294–304. <https://doi.org/10.1093/deafed/4.4.294>
- Sarimski K, Hintermair M & Lang K (2013) Parent stress and satisfaction with early intervention services for children with disabilities – a longitudinal study from Germany. *European Journal of Special Education Needs*, 28, 362–373. <https://doi.org/10.1080/08856257.2013.797706>
- Sarrant J & Garrant P (2014) Parenting stress in parents of children with cochlear implants: Relationships among parent stress, child language and unilateral versus bilateral implants. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 19, 85–106. <https://doi.org/10.1093/deafed/ent032>
- Yoshinaga-Itano C (2006) Early-identification, communication modality, and the development of speech and spoken language skills: Patterns and considerations. In: Spencer PE & Marschark M (Eds.), *Advances in the spoken language development of deaf and hard-of-hearing children* (pp. 298–327). New York, NY: Oxford University Press

Sozial-kognitive Entwicklung bei Kindern mit Hörschädigung

Vanessa Hoffmann

Die Forschung zur sozial-kognitiven Entwicklung in der Kindheit wurde in den vergangenen Jahren durch die Forschung zur „Theory of Mind“ (ToM) wesentlich geprägt. Der Begriff „Theory of Mind“ bezeichnet die Fähigkeit, sich selbst und anderen Personen mentale Zustände z. B. Wünsche, Emotionen, Absichten und Überzeugungen zuzuschreiben. Im Laufe ihrer Entwicklung verstehen Kinder, dass sich das, was sie denken oder glauben, möglicherweise von dem unterscheidet, was eine andere Person denkt und glaubt. Sie lernen auch, dass ein Großteil des eigenen Verhaltens und des Verhaltens anderer durch Wissen und Überzeugungen motiviert ist und dass diese Überzeugungen falsch sein können (Kristen et al. 2012). Der Erwerb dieser Kompetenzen ermöglicht es, sich in die Sichtweise anderer Menschen zu versetzen und deren Verhalten zu erklären, vorherzusagen und zu manipulieren (Eksen & Rakoczy 2013). Dabei wird die ToM als eine sich über verschiedene Stufen entwickelnde Fähigkeit konzeptualisiert, die sich graduell in den ersten sechs Lebensjahren entwickelt (Heyes 2014).

Untersuchung der Theory of Mind

Alle Aufgaben zur „Theory of Mind“ eint der Gedanke, zu überprüfen, ob ein Individuum die eigenen vergangenen mentalen Repräsentationen bzw. die mentalen Repräsentationen eines Gegenübers von der eigenen Wahrnehmung der Welt trennen kann. Eine häufig eingesetzte Aufgabe zur Testung der Fähigkeit zur Repräsentation mentaler Zustände ist das Verständnis falscher Überzeugungen (false belief). Im Rahmen der False-Belief-Aufgabe soll das Handeln einer Person, die über eine falsche Überzeugung zu einem Sachverhalt verfügt, vorhergesagt werden. Die korrekte Vorhersage ihres Verhaltens ist nur durch die Repräsentation ihres mentalen Zustandes möglich.

Eine klassische False-Belief-Aufgabe ist die Ortsverlagerungsaufgabe (engl. change-of-location task) des Maxi-Paradigmas von Wimmer und Perner (1983). Die Bildergeschichte handelt von einem Jungen Maxi, der seine Schokolade in einen blauen Schrank legt und dann den Raum verlässt. Seine Mutter nimmt die Schokolade heraus und legt sie in den grünen Schrank. Später kommt Maxi zurück und sucht seine Schokolade. Wo wird Maxi nach der Schokolade suchen?

Kinder im Alter zwischen zwei und drei Jahren begehen den sogenannten „False-Belief-Fehler“ indem sie so antworten, als wüsste der Protagonist über den Zustand der Realität Bescheid. Vierjährige Kinder hingegen können diese Form der False-Belief-Aufgaben meist korrekt lösen. Sie können zwischen dem, was Sie wissen, und dem falschem Glauben oder der Überzeugung des Protagonisten unterscheiden. Im 5. Lebensjahr scheint sich demzufolge ein konzeptioneller Wandel in der kognitiven Entwicklung zu vollziehen. Mit dem Bestehen einer False-Belief-Aufgabe ist nach Stand der Forschung davon auszugehen, dass der Beweis für ein Verständnis falscher Überzeugungen erbracht ist, welche als zentrale Komponente der ToM gilt.

Zusammenhang zwischen ToM und Sprache

Untersuchungen haben gezeigt, dass der Alterstrend in der ToM-Entwicklung von verschiedenen interindividuellen Faktoren beeinflusst sein kann. Neben familiären Rahmenbedingungen, kognitiven Faktoren und dem Sozialverhalten konnte in diversen Korrelationsstudien ein Zusammenhang zwischen der kindlichen Sprachentwicklung und den ToM-Fähigkeiten nachgewiesen werden (Strand et al. 2016). Sowohl der Erwerb von mentalen Verben als auch von Komplementsätzen scheinen bedeutsam für die ToM-Entwicklung zu sein, wobei weder allein die semantisch-lexikalischen, noch die syntaktischen Fähigkeiten die ToM-Entwicklung hinreichend zu erklären vermögen (de Villiers 2005; Cheung et al. 2009). Vielmehr scheint das Zusammenwirken verschiedener sprachlicher Aspekte es zu ermöglichen, am kommunikativen Austausch mit anderen teilzunehmen, über mentale Zustände zu reflektieren und Wissen darüber zu erwerben (Hoffmann 2018). Dies geschieht, indem unterschiedliche mentale Begriffe in verschiedenen grammatikalischen Gefügen und Situationen verwendet werden und es somit erlauben, mentale Zustände der Realität von richtigen oder falschen Überzeugungen zu trennen und dem Kind eine Grundlage zu bieten, sein Verständnis der mentalen Welt zu äußern, auf das andere wiederum reagieren können. Es wird deutlich, dass ein enger Zusammenhang zwischen den sprachlichen und den ToM-Fähigkeiten besteht und sich sprachliche Defizite demnach auf die weitere ToM-Entwicklung auswirken können.

ToM bei Kindern mit Hörstörungen

Die Betrachtung der Studienlage verdeutlicht, dass eine vorliegende Hörstörung mit einer verzögerten ToM-Entwicklung in Zusammenhang steht. Insbesondere bei gehörlosen Kindern, die in einer hörenden Familie aufwachsen, konnte nachgewiesen werden, dass sich ein erschwerter differenzierter Zugang zu einer gemeinsamen Sprache von Kind und Eltern negativ auf die ToM-Entwicklung auswirkt (Lederberg et al. 2013; Hoffmann 2018). Gehörlose Kinder gehörloser Eltern hingegen, die bereits früh Gebärdensprache erlernen, schneiden in ToM-Aufgaben signifikant besser ab (Netten et al. 2017). Diese Befunde werden mit einer verzögerten Erstsprachentwicklung bei gehörlosen Kindern hörender Eltern erklärt, wohingegen gehörlose Kinder gehörloser Eltern die Gebärden als Erstsprache bereits von Geburt an erwerben und von einem zeitlichen Vorsprung des Sprachangebots profitieren (Hoffmann 2018).

Die verzögerte Sprachentwicklung gehörloser Kinder bedingt, dass in der Vorschulzeit nur wenig über mentale Zustände kommuniziert wird und die Kinder nur geringe sprachlich vermittelte Erfahrungen mit Emotionen, Wünschen und Überzeugungen anderer Personen erwerben (Holmer et al. 2016). Das Verständnis von mentalen Vorgängen entwickelt sich dann jedoch im Laufe der Schulzeit einhergehend mit der verbesserten Sprache und Kommunikation (Peterson et al. 2016) und untermauert den mehrfach nachgewiesenen direkten Zusammenhang zwischen Sprache und ToM. Folglich hängen auch

Sprachentwicklungsverzögerungen, die häufig im Zusammenhang mit einer Hörstörung auftreten, ursächlich mit Verzögerungen in einigen wichtigen kognitiven Entwicklungsbereichen zusammen.

Es ist kritisch anzumerken, dass sich ein Großteil der Forschungen zu den ToM-Fähigkeiten bei gehörlosen Kindern ausschließlich auf verbale Aufgaben stützt, die genügend sprachliche Fähigkeiten erfordern, die gestellte Aufgabe zu verstehen und korrekt zu lösen. Jedoch existieren Studien, die zeigen, dass gehörlose Kinder sowohl bei verbalen Aufgaben als auch bei nonverbalen ToM-Aufgaben schlechter abschneiden als normalhörende Kinder (de Villiers et al. 2000). Jene Beobachtungen deuten darauf hin, dass gehörlose Kinder, unabhängig von ihrer sprachlichen Entwicklung, in ihrem grundlegenden Verständnis der Theory of Mind verzögert zu sein scheinen.

Förderung der ToM-Entwicklung bei Kindern mit Hörstörungen

Studienergebnisse belegen, dass ein vermehrter und intensiver Austausch über die mentalen Zustände Anderer einen positiven Einfluss auf die ToM-Entwicklung hat. In diesem Kontext werden im Folgenden drei mögliche Aktivitäten zur Förderung des ToM-Verständnisses vorgestellt: Untersuchungen haben gezeigt, dass die ToM-Entwicklung unter anderem vom interfamiliären Kommunikationsverhalten beeinflusst sein kann (Tompkins et al. 2017). Die Fähigkeit zur Perspektivübernahme kann z. B. durch sprachliche Dialoge („Stell Dir mal vor, Du wärst ...“), welche die Vorstellungskraft der Kinder anregen, gefördert werden. Ferner können intuitiv oder gezielt verstärkend eingesetzte Strategien durch Eltern und Bezugspersonen dazu beitragen, das Verständnis mentaler Zustände in der Interaktion und Kommunikation mit dem hörgeschädigten Kind zu fördern und transparent zu machen. Das Zusammenwirken semantischer und syntaktischer sprachlicher Aspekte ermöglicht es, am kommunikativen Austausch mit anderen teilzunehmen, die eigenen und fremden mentalen Zustände zu reflektieren, richtige von falschen Überzeugungen zu unterscheiden und bietet sowohl dem Kind als auch den Bezugspersonen die Gelegenheit, das eigene Verständnis der mentalen Welt zu äußern, auf das andere wiederum reagieren können (Hoffmann 2018).

Sowohl im sprachtherapeutischen als auch im familiären Setting bietet sich das gemeinsame Betrachten und Vorlesen von *Bilderbüchern* an. Es eignen sich insbesondere Bücher, die fiktive Geschichten erzählen und inhaltlich auf die mentalen Zustände ihrer Protagonisten ausgerichtet sind. Darüber hinaus bieten Geschichten vielfältige Anlässe, dem Kind widersprüchliche Erwartungen, Vorstellungen und falsche, aber dennoch handlungsleitende Überzeugungen zu verdeutlichen. Zum Beispiel ist Rotkäppchen der falschen Überzeugung, der Wolf sei seine Großmutter, obgleich der Leser weiß, dass der Wolf es täuscht und beabsichtigt, es zu fressen. Zum Verständnis der Handlung muss ein Kind über die eigentliche Handlung hinaus verstehen, dass Rotkäppchen nicht weiß, was der Leser weiß. Anderenfalls wird die Geschichte zu einer Handlung, in der Rotkäppchen seiner Großmutter Essen bringt, aber aus unerklärlichen auf einen Wolf trifft, und der Sinn der Geschichte geht verloren. Diese unterschiedlichen Sichtweisen zu erkennen und zu benennen, bietet Kindern mit Hörstörungen die Gelegenheit, vermehrt mentale Begriffe zu verinnerlichen, sich darüber auszutauschen und diese in den Alltag zu übertragen.

Eine mögliche Alternative zum Vorlesen von Bilderbüchern stellen gemeinsame Symbol- und Rollenspiele dar. Mit etwa drei Jahren sind Kinder in der Lage, kognitive Repräsentationen nicht vorhandener Ob-

jekte und Eigenschaften mittels symbolischer Handlungen darzustellen (vgl. Jester 2016; Haug-Schnabel & Bensele 2017). Die zunehmende Kontextunabhängigkeit eröffnet dem Kind die Möglichkeit, fiktive Objekte und Handlungen mittels bekannter Personen oder Gegenstände zu konstruieren. Dadurch kann das Kind das Spielthema und die Protagonisten frei auswählen und den Spielverlauf selbst gestalten. Das gemeinsame Rollenspiel erfordert einen Austausch über die eigenen Wünsche und Vorstellungen, um gemeinsam mit dem Spielpartner die Spielsequenz zu gestalten. Um erfolgreich miteinander zu spielen, müssen diese unterschiedlichen Wünsche und Vorstellungen verbalisiert und in Einklang gebracht werden (Astonington 2000). Diese aktive Rolle mag für Kinder mit Hörstörungen aufgrund ihrer sprachlichen Einschränkungen zu Beginn herausfordernd sein und muss dann vermehrt durch einen kompetenteren Spielpartner, wie z. B. Elternteil, Pädagogin oder Therapeutin, unterstützt werden (vgl. Jester 2016, Andresen 2014). Die zunehmende Integration mentaler Begriffe und syntaktischer Strukturen zur Verdeutlichung der verschiedenen Sichtweisen, Vorstellungen und Wünsche macht die mentalen Strukturen transparent und erfahrbar, so dass Kinder mit Hörstörungen zunehmend ein besseres ToM-Verständnis entwickeln können.

Natürlich bietet zudem das Leben selbst zahlreiche Situationen, in denen die Menschen vergessen, wo sie etwas ablegen, sich missverstehen, sich ausmalen, was sein könnte, und über Meinungen und Sichtweisen diskutieren. Die Thematisierung dieser Ereignisse mit Kindern unterstützt sie dabei, sowohl die sprachliche, als auch die konzeptuelle Seite der ToM zu erwerben.

Literatur

- Andresen H (2014) Rollenspiel in Sprachentwicklung und Sprachförderung. *Sprache - Stimme - Gehör*, 38, 172-177
- Astonington JW (2000) Wie Kinder das Denken entdecken. München: Reinhardt
- Cheung H., Chen HC & Yeung W (2009) Relations between mental verb and false belief understanding in Cantonese-speaking children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 104 (2), 141-155
- de Villiers JG & de Villiers P (2000) Linguistic determinism and the understanding of false beliefs. In: Mitchell P & Riggs K (Eds.), *Children's reasoning and the mind*. Hove, UK: Psychology Press
- de Villiers JG (2005) Can language give children a point of view? In: Astonington JW & Baird J (Hrsg.), *Why language matters for theory of mind*. New York: Oxford University Press
- Eksen F & Rakoczy H (2013) Theory of Mind. In: Stephan A & Walter S (Hrsg.), *Handbuch Kognitionswissenschaft*. Stuttgart/Weimar: Metzler
- Heyes C (2014) False belief in infancy: a fresh look. *Developmental Science*, 17, 647-659
- Hoffmann V (2018) Entwicklung der Theory of Mind (ToM) bei hörgeschädigten Kindern. *Forum Logopädie*, 1 (32), 28-32
- Holmer E, Heimann M & Rudner M (2016) Theory of Mind and Reading Comprehension in Deaf and Hard-of-Hearing Signing Children. *Front Psychol.*, 7, 854
- Jester M (2016) Möglichkeiten der Förderung von Theory of Mind Konzepten bei Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen. In: *Praxis Sprache*, 1, 3-11
- Kristen S, Sodian B, Licata M, Thoermer C & Poulin-Dubois D (2012) The development of internal state language during the third year of life: a longitudinal parent report study. *Infant and Child Development*, 21 (6), 634-645
- Lederberg AR, Schick B & Spencer PE (2013) Language and literacy development of deaf and hard-of-hearing children: successes and challenges. *Dev Psychol.*, 49 (1), 15-30
- Netten AP, Rieffe C, Soede W, Dirks E, Korver AMH, Konings S, Briaire JJ, Oudesluys-Murphy AM, Dekker FW & Frijns JHM (2017) Can you hear what I think? Theory of mind in young children with moderate hearing loss. *Ear and Hearing*, 38 (5), 588-597
- Peterson CC, O'Reilly K & Wellman HM (2016) Deaf and hearing children's development of theory of mind, peer popularity, and leadership during middle childhood. *J Exp Child Psychol.*, 149, 146-58
- Strand PS, Downs A & Barbosa-Leiker C (2016) Does facial expression recognition provide a toehold for the development of emotion understanding? *Dev. Psychol.*, 52, 1182-1191
- Tompkins V, Logan JA, Blosser DF, Duffy K (2017) Child language and parent discipline mediate the relation between family income and false belief understanding. *Journal of Experimental Child Psychology*, 158, 1-18
- Wellman HM, Cross D & Watson J (2001). Metaanalysis of theory of mind development: the truth about false belief. *Child Development*, 72 (3), 655-684
- Wimmer H & Perner J (1983) Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13, 103-128

Hören als Basis für Sprachentwicklung und Lernen von hörgeschädigten Kindern mit (komplexen) zusätzlichen Beeinträchtigungen

Karolin Schäfer

Nach vorsichtigen Schätzungen sind etwa 20 bis 40 % aller hörgeschädigten Kinder von einer zusätzlichen Beeinträchtigung oder Behinderung betroffen (Berrettini et al. 2008; Meinzen-Derr et al. 2011; De Ramus 2015). Die Liste möglicher Komorbiditäten ist lang und variiert von leichtgradigen Zusatzbeeinträchtigungen bis hin zu schweren Mehrfachbehinderungen.

Dieser Artikel beschreibt die Situation von hörgeschädigten Kindern, die zusätzlich von einer geistigen Behinderung, cerebralen Bewegungsstörung und/oder Autismus-Spektrum-Störung betroffen sind und für die die Hör- und Sprachentwicklung eine besondere Herausforderung darstellt.

Forschungsstand

Das Vorhandensein einer Zusatzbeeinträchtigung sagt noch sehr wenig darüber aus, wie sich Hören und Sprache bei einem betroffenen Kind entwickeln werden. Dies hängt nicht zuletzt mit der großen Variabilität der möglichen Zusatzbeeinträchtigungen und deren unterschiedlicher Ausprägung auch bei ein und derselben Diagnose zusammen.

Über hörgeschädigte Kinder mit schwerer Mehrfachbehinderung bzw. komplexer Zusatzbeeinträchtigung ist noch wenig bekannt. Es existiert eine Vielzahl an Einzelfallstudien, deren Ergebnisse im Einzelfall zwar häufig vielversprechend, aber dennoch nicht verallgemeinerbar sind (u. a. Hashemi und Monshizadeh 2014; Tausch et al. 2014). Außerdem fokussieren Einzelfallstudien häufig auf ein bestimmtes Entwicklungsziel (z. B. Hörentwicklung ODER Sprachentwicklung), ohne dass die globale Kommunikationsentwicklung der Kinder differenziert dargestellt wird. In größere Studien werden Kinder mit (komplexen) Zusatzbeeinträchtigungen in der Regel nicht eingebunden, sondern aufgrund ihrer äußerst heterogenen Voraussetzungen oder schlechteren Hör- und Sprachleistungen sogar eher aussortiert.

Neben den individuellen Voraussetzungen des Kindes haben auch die Ressourcen und Angebote, die durch das Umfeld bereitgestellt werden, einen großen Einfluss auf das Outcome einer Versorgung mit Hörsystemen.

Zusammenfassend lassen sich bei hörgeschädigten Kindern mit (komplexen) Zusatzbeeinträchtigungen die folgenden Tendenzen erkennen:

- Vor der Einführung des Neugeborenenhörscreenings war der Diagnose- und Versorgungszeitpunkt bei Kindern mit Zusatzbeeinträchtigungen häufig stark verspätet (u. a. Weitbrecht 2008). Es ist anzunehmen, dass auch heute noch einige Kinder später identifiziert und versorgt werden, wenn nach der Geburt zunächst

die Behandlung und Versorgung anderer (z. T. lebensbedrohlicher) Erkrankungen im Vordergrund steht.

- Kinder mit Zusatzbeeinträchtigungen sind eher gefährdet, eine progrediente oder late-onset-Hörstörung zu erwerben, vor allem bei prä- und postnatalen Infektionserkrankungen, neurodegenerativen (Stoffwechsel-) Erkrankungen, motorisch-sensiblen Neuropathien o. Ä. (u. a. JCIH 2007).
- Die Prävalenz peripherer Hörschädigungen ist in der Gruppe von Menschen mit Behinderung stark erhöht, z. B. bei Menschen mit geistiger Behinderung (Cans et al. 2003; Neumann et al. 2007; Hey et al. 2009) oder bei bestimmten Syndromen (z. B. CHARGE-Syndrom, Goldenhar-Syndrom, Wolf-Hirschhorn-Syndrom, Pierre-Robin-Syndrom).
- Eine Hörschädigung bleibt bei Menschen mit geistiger Behinderung häufig unbehandelt und unversorgt, auch wenn sie bekannt ist (Beange et al. 1999).
- Die Trageakzeptanz und Tragedauer von Hörsystemen bei Menschen mit geistiger Behinderung oder Autismus-Spektrum-Störung ist häufig herabgesetzt (Kiese-Himmel & Kruse 2000; Adams 2014).
- Der Versorgungsstatus und das auditorische Monitoring von Kindern mit komplexen Zusatzbeeinträchtigungen sind häufig unbefriedigend (Schäfer 2018). In einigen Fällen finden keine regelmäßigen Testkontrollen statt, da die Kinder in Diagnostiksituationen wenig Teilnahmebereitschaft zeigen (ebd.).
- Die Durchführung von subjektiven Hörtestungen (Aufblähkurven, Sprachaudiometrie) ist häufig erschwert, da die Kinder entweder nicht adäquat reagieren, die Aufgabe motorisch nicht ausführen können, die Aufgabenstellung nicht verstehen oder nicht-sprechend sind. Häufig bleibt dann die Reflexaudiometrie auch bei älteren Kindern mit Zusatzbeeinträchtigung „eine der wenigen einsetzbaren subjektiven Messverfahren“ (DGPP 2013, 27).
- Die Ergebnisse hinsichtlich Hör- und Lautsprachentwicklung fallen bei Kindern mit Zusatzbeeinträchtigung sehr unterschiedlich aus, ein offenes Sprachverständnis oder eine Lautsprachkompetenz wird bei einer Versorgung mit Cochlea-Implantat häufig nicht erreicht (Wiley et al. 2012; Baldassari et al. 2009; Forli et al. 2011).
- Entwicklungsschritte in der Hör- und Lautsprachentwicklung erfolgen langsamer als bei Kindern ohne Zusatzbeeinträchtigung (Wiley et al. 2012; Boons et al. 2012).
- Die Erfahrungen mit Cochlea-Implantaten bei mehrfachbehinderten Kindern sind noch „jung“, da Mehrfachbehinderung bis in die 1990er Jahre häufig als relatives Ausschlusskriterium für eine Implantation galt (Lenarz 1998).
- Eltern beschreiben die Versorgung mit Cochlea-Implantat in den meisten Fällen dennoch als hilfreich für die Entwicklung des Hörens und der kommunikativen Fähigkeiten ihrer Kinder (Wiley et al. 2005), auch bei Kindern mit Autismus-Spektrum-Störung (Donaldson et al. 2004).

Leitlinien und Versorgungsziele – Was kann man erwarten?

Der aktuelle Forschungsstand und die Erfahrungen aus der Praxis legen nahe, dass bei professionellen Bezugspersonen und Angehörigen Unsicherheiten darüber bestehen, wie der aktuelle Hör- und Kommunikationsstatus bei Kindern mit Zusatzbeeinträchtigungen erfasst werden kann und welche Ziele für ein Outcome einer Versorgung mit Hörsystemen formuliert werden sollen (Schäfer 2018).

Sofern Zielvorgaben in Leitlinien existieren, werden oftmals zunächst mögliche Einschränkungen genannt. Dazu gehören die Empfehlung, gemeinsam mit den Eltern eine realistische Erwartungshaltung zu besprechen (DGPP 2013, 69) oder behinderungsbedingte Einschränkungen bei der Akzeptanz von Hörsystemen hinzunehmen (MDS 2004, 32 f.).

Als Ziele einer Versorgung von Kindern mit Zusatzbeeinträchtigungen werden häufig Lebensqualität und gesellschaftliche Teilhabe (DGPP 2013, 68) sowie räumliche Orientierung (G-BA 2018, 1) genannt.

Die Unsicherheiten der Fachpersonen und die Tendenz, Erwartungshaltungen eher abzubremsten anstatt praktische Nahziele festzulegen, können im schlimmsten Fall dazu führen, dass die Hörsystemversorgung von Eltern und anderen Personen bereits nach kurzer Zeit als gescheitert oder weniger erfolgreich erlebt wird, wenn keine Trageakzeptanz und keine bzw. nur sehr unsichere Hörreaktionen beobachtet werden können.

Dabei benötigen hörgeschädigte Kinder mit Zusatzbeeinträchtigung unter Umständen sehr viel mehr Zeit und Geduld als nicht-beeinträchtigte Kinder, um sich an die neuen Sinneseindrücke des Tragens und Hörens mit einem Hörsystem zu gewöhnen. Auch eine spät erfolgte Versorgung und eine unpassende oder wenig sensible Geräteeinstellung können dazu führen, dass Versorgungen (zunächst) abgelehnt werden. Praktische Gründe wie das Handling der Hörsysteme bei verhaltensauffälligen oder rollstuhlvorsorgten Kindern, deren Kopf in einer Kopfstütze ruht, kommen hinzu.

Die nicht sichtbare Behinderung „Hörschädigung“ tritt dann gegenüber den anderen, vermeintlich gravierenderen Einschränkungen in den Hintergrund. Lebensqualität, Teilhabe und räumliche Orientierung sind Fernziele, die für Eltern von Kindern mit Zusatzbeeinträchtigungen in ihrer jetzigen Situation wenig greifbar erscheinen und erst einmal wenig mit den Kompetenzen „Hörfähigkeit“ und „Hörleistung“ zu tun haben.

„Hearing without showing“ – woran liegt es?

Als Basis für die Förderung der Hörentwicklung werden häufig die Hörerlernstufen nach Erber (1982) aufgeführt:

- Detektion (Entdecken, ob ein auditiver Stimulus vorhanden ist oder nicht),
- Diskrimination und Differenzierung (Unterscheidung),
- Identifikation (Erkennung) und
- Sprachverständnis (situationsabhängig und situationsunabhängig).

Viele Interventionen scheitern bei hörgeschädigten Kindern mit Zusatzbeeinträchtigung daran, dass zunächst keine oder nur wenige eindeutige Hörreaktionen beobachtet werden können. Wenn dieser

Zustand lange besteht und der „Hörbeweis“ ausbleibt, wird in manchen Fällen die Versorgung und der Aufwand, der damit verbunden ist, in Frage gestellt.

Dabei heißt das Nicht-Reagieren des Kindes noch nicht, dass das Kind nicht hören kann. Die Detektion und Mitteilung eines Hörereignisses an eine andere Person setzen voraus, dass ein komplexes Verständnis der Fähigkeit zur joint attention vorhanden ist. Joint attention bezeichnet die gemeinsam gerichtete Aufmerksamkeit zweier Kommunikationspartner auf ein Objekt oder ein Ereignis (Garbe 2015). Sie bildet die Voraussetzung für intentionale Kommunikation, bei der beide Kommunikationspartner verstehen, dass die jeweils andere Person einen anderen Bezug auf den gleichen Gegenstand haben kann (Wanka 2018). Nur auf dieser Basis wird ein Kommunikationspartner dem anderen mitteilen können, dass er etwas gehört bzw. wahrgenommen hat, weil er gleichzeitig versteht, dass der andere dies möglicherweise noch nicht weiß oder gerne erfahren möchte. Wurde die Stufe der joint attention in der vorsprachlichen Kommunikationsentwicklung noch nicht erreicht, können bei einem Kind mit Zusatzbeeinträchtigung häufig nur Reflexe beobachtet werden, aber keine eindeutigen Hörreaktionen.

Für Kinder mit geistiger Behinderung oder Autismus-Spektrum-Störung kann der Erwerb der Fähigkeit der joint attention eine Herausforderung darstellen (Garbe 2015). Dabei ist eine fehlende Hörreaktion noch kein Hinweis auf ein fehlendes Interesse an Schallereignissen, sondern kann auch darauf hindeuten, dass das Kind die Bedeutung des Schallereignisses und den abweichenden Bezug der anderen Person auf dasselbe Ereignis (noch) nicht versteht.

Kindern mit Infantiler Cerebralparese (ICP) kann bereits die Entwicklung eines stabilen Ursache-Wirkungs-Verständnisses schwerfallen, wenn sie aufgrund von eingeschränkten motorischen Fähigkeiten nicht die Erfahrung machen können, selbstwirksam zu agieren (Bergeest et al. 2015). In diesen Fällen kann ein Hörereignis von den Kindern ebenfalls nicht oder nur schwerlich angezeigt werden, auch wenn es detektiert wurde.

Eine cerebrale Bewegungsstörung ist gekennzeichnet durch eine abnorme Muskelspannung (zu hoch, zu niedrig, schwankend, abrupt wechselnd) sowie eine eingeschränkte Willkürmotorik (ebd.). Kinder mit ICP können ihren Kopf einer Schallquelle häufig nicht oder nur schwerlich zuwenden. Hörreaktionen bleiben für Außenstehende schwer zu interpretieren, willkürliche Bewegungen können von den Kindern nicht adäquat ausgeführt werden.

Durch Bewegungsstörungen wie Spastik, Athetose und Ataxie werden aktive Lautsprache und Kommunikation bei den Kindern bereits unabhängig von der Hörschädigung eingeschränkt. Die fehlende motorische Explorationsmöglichkeit führt zu einer Benachteiligung des Kindes, die sich häufig auch in der Sprachentwicklung manifestiert (Boenisch & Engel 2001). Das kommunikative Angebot der Bezugspersonen fällt aufgrund der fehlenden oder unklaren Reaktionen der Kinder mit ICP ähnlich wie bei hörgeschädigten Kindern reduzierter und weniger komplex aus (ebd.). Die Hörschädigung stellt hier ein zusätzliches Risiko dar, das den Zugang zu gelingender Kommunikation erschweren kann (Schäfer 2018).

Mit dem Wissen über die Wichtigkeit der vorsprachlichen kommunikativen Entwicklung bei Kindern mit Zusatzbeeinträchtigungen muss eine frühe Förderung auf die spezifischen Bedürfnisse optimal ausge-

richtet sein: Die Fähigkeit zur Detektion akustischer Ereignisse sollte in diesen Fällen keine unabdingbare Voraussetzung für weitere kommunikative Entwicklungsschritte darstellen und muss auch nicht erst vorhanden sein, bevor weitere Angebote zu Hören und Kommunikation erfolgen. Umgekehrt können durch eine gezielte Förderung vorschulischer Kommunikationskompetenzen das Ursache-Wirkungs-Verständnis sowie das Verständnis für Hörereignisse und den Bezug des Kommunikationspartners auf ein und dasselbe Ereignis gefördert werden. Dies hilft bei den Vorbereitungen zur Verhaltens- und Spielaudiometrie.

Zur Orientierung über den kommunikativen Entwicklungsstand eines Kindes mit Zusatzbeeinträchtigung kann die Förderdiagnostik nach Leber (2009) herangezogen werden.

Stufe 1: Ich – nicht-intentionale Kommunikation, Entwicklung eines Ursache-Wirkungs-Verständnisses

- Was kann man beobachten? Was kann man tun?
 - Das Kind zeigt angeborene Verhaltensweisen (soziales Lächeln, Weinen, Mund verziehen).
 - Die Bezugspersonen legen eine Intention in die beobachteten Verhaltensweisen des Kindes, indem sie diese als Mitteilungen deuten und darauf eingehen.
 - Auf diese Weise zeigen sie dem Kind, dass es seine Umwelt manipulieren kann (Selbstwirksamkeit).

Stufe 2: Ich und Du – Turn-Taking

- Was kann man beobachten? Was kann man tun?
 - Das Kind wendet sich aktiv Bezugspersonen zu und nimmt Kontakt auf.
 - Es entstehen erste „Gespräche“ (Protodialoge) mit Sprecherwechsel (Wanka 2018).
 - Das Kind versucht aktiv, Personen und Gegenstände zu manipulieren, kann allerdings noch keine Verbindung zwischen Person und Ereignis bzw. Gegenstand herstellen. Dies wird deutlich, wenn das Ziel des Kindes ausschließlich auf einen Gegenstand / das Ereignis ODER die Person ausgerichtet ist.
 - Schreien bei Misserfolg oder Unzufriedenheit ist Ausdruck des Ärgers, aber noch keine gezielte Aufforderung nach Hilfe (Garbe 2015).
 - Bezugspersonen führen gezielt Spielzeuge o. Ä. in kommunikative Situationen ein und versuchen, mit dem Kind in Kommunikation über den Gegenstand bzw. ein Ereignis zu treten und geteilte Aufmerksamkeit herzustellen.

Stufe 3: Ich, Du und die Dinge – joint attention, Triangulierung, Beginn der intentionalen Kommunikation

- Was kann man beobachten? Was kann man tun?
 - Das Kind weiß, dass es mit anderen über etwas kommunizieren kann.
 - Das Kind zeigt einen pendelnden Blickkontakt (oder pendelnde Aufmerksamkeit) zwischen Kommunikationspartner und Spielobjekt.
 - Das Kind verfolgt mit den Augen nicht nur die Bezugsperson, sondern jetzt auch deren Blickrichtung (sofern keine starke Sehbeeinträchtigung vorliegt).
 - Das Kind zeigt auf Objekte (mit ausgestrecktem Zeigefinger, Zeigeblick o. Ä.), die es haben möchte und macht gleichzeitig

andere Personen durch Zeigen und Lautieren auf Dinge in der Umgebung aufmerksam, die es interessieren.

- Das Ziehen einer Person an Unterarm oder Hand zu einem gewünschten Gegenstand ist noch kein Hinweis auf ein intentionales Kommunikationsverhalten. Es ist möglich, dass das Kind aufgrund seines vorhandenen Ursache-Wirkungs-Verständnisses die andere Person als „Werkzeug“ nutzt, um sein Ziel zu erreichen (Kane 2003).
- Die Bezugspersonen benennen in der Kommunikation Objekte, Ereignisse, Tätigkeiten und Situationen in unterschiedlichen Kommunikationsmodalitäten und versuchen, möglichst lange Dialogsituationen mit dem Kind über ein Thema herzustellen.

Stufe 4: Ich, Du, die Dinge und ein Symbol – Symbolische Kommunikation

- Was kann man beobachten? Was kann man tun?
 - Das Kind weiß, dass es mit anderen Personen über Symbole (Lautsprache, Zeichen, Gebärden, Symbolkarten o. Ä.) situationsunabhängig kommunizieren kann.
 - Bezugspersonen erweitern den Wortschatz des Kindes in seiner Kommunikationsmodalität kontinuierlich.
 - Einigung über langfristige aktive Kommunikationsform – wie kann das Kind sich am besten mitteilen? Wie können Bezugspersonen ein Modell für das Kind darstellen?

Stufe 5: Explosion des Vokabulars – Wortschatzspurt

- Was kann man beobachten? Was kann man tun?
 - Das Kind kann mit anderen Personen aktiv und zeit- sowie raumunabhängig über Wünsche, Bedürfnisse und Erlebtes kommunizieren.
 - Das expressive Vokabular vergrößert sich in der jeweiligen Kommunikationsmodalität explosionsartig.
 - Bezugspersonen unterstützen das Kind weiterhin, indem sie Fragen beantworten, grammatikalische Zielformen anbieten und über Modellierungstechniken die Äußerungen des Kindes in seiner jeweiligen Kommunikationsmodalität aufgreifen und erweitern.

Unterstützte Kommunikation – nicht erst als letzter Ausweg

Die Herausforderung im Bereich Mehrfachbehinderung und Hörschädigung besteht darin, individuelle Ziele für das Kind zu formulieren, die für alle Beteiligten nachvollziehbar sind und in nächster Zeit machbar erscheinen. Dabei stehen vor allem die kurzfristigen, transparenten und sehr konkreten Schritte in der Hör- und Kommunikationsentwicklung im Vordergrund. Langfristige Prognosen sind eher schwierig und sollten nur mit größter Vorsicht erfolgen – nicht alle Kinder durchlaufen alle Kommunikationsstufen wie oben beschrieben und nicht alle Kinder erreichen eine fortgeschrittene Stufe. Ebenso wenig existiert ein „Werkzeugkoffer“ für Kinder mit Zusatzbeeinträchtigungen, dessen Inhalte für alle Kinder gleichsam passend sind. Bei Kindern, die langfristig Förderimpulse im Bereich einer bestimmten Entwicklungsstufe benötigen, ist es sinnvoll, viele Wiederholungen mit Variation anzubieten.

Bei der Förderung von hörgeschädigten Kindern mit Zusatzbeeinträchtigung ist vor allem wichtig, die Zusammenhänge zwischen Hören, Lernen, Kommunikation und Sprachentwicklung zu beachten.

Dabei ist nicht nur das Wissen über die o.g. Entwicklungsschritte entscheidend, sondern auch die Bereitstellung konkreter Ideen und Hilfen für die Förderung vorsprachlicher kommunikativer Kompetenzen. Dies kann mit Methoden aus dem Spektrum der Unterstützten Kommunikation erfolgen, ohne dass das Hören und die (Lautsprach-)Entwicklung aus dem Fokus geraten müssen.

Die Hörfähigkeit rückt für die Bezugspersonen des Kindes im schlimmsten Fall in der Priorität in den Hintergrund, wenn selbst Fachpersonen unsicher sind und wenig zu erwarten scheinen. Sofern das Handling des Hörsystems zusätzlich schwerfällt, ist die Bereitschaft, auf das Hören ganz zu verzichten, wesentlich höher.

Sofern Unterstützte Kommunikation (UK) als das letzte Mittel zum Einsatz kommt, wenn alle anderen Maßnahmen (Hörenlernen, Lautsprache) zu scheitern drohen, wird das von allen Beteiligten als Misserfolg erlebt. Bei einer frühzeitigen UK-Nutzung und der Formulierung konkreter Ziele kann UK von allen Beteiligten als Bereicherung und sinnvolle Unterstützung erlebt werden.

Je kompetenter ein hörgeschädigtes Kind mit Zusatzbeeinträchtigung kommunizieren kann und je eindeutiger seine kommunikativen Signale ausfallen, desto weniger eingeschränkt wird es vom Umfeld und den professionellen Bezugspersonen wahrgenommen. Wenn das Kind langfristig sogar seine Wünsche und Bedürfnisse selbstständig ausdrücken kann, ist es auch nicht mehr so stark abhängig von der Meinung und Einschätzung anderer Personen.

Es lohnt daher, die Aufmerksamkeit gezielt auf die Personengruppe der Kinder mit (komplexen) Zusatzbeeinträchtigungen zu richten und fachübergreifend Möglichkeiten einer umfassenden Elternberatung und Förderung zu schaffen, anstatt die Einschränkungen zu beschreiben, die auftreten können und die diese Kinder im Alltag erfahren.

Literatur

Adams D (2014) CI und Autismus-Spektrum-Störung. *Schnecke* 84, S. 30–31

Beange H, Lennox N, Parmenter TR (1999) Health Targets for people with an intellectual disability. *Journal of Intellectual & Developmental Disabilities* 24/4, S. 283–97

Baldassari CM, Schmidt C, Schubert CM, Srinivasan P, Dodson KM, Sismanis A (2009) Receptive language outcomes in children after Cochlea implantation. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 140 (1), S. 114–9

Bergeest H, Boenisch J, Daut V (2015) Körperbehindertenpädagogik. Grundlagen – Förderung – Inklusion. 5. Auflage, Bad Heilbrunn

Boenisch J, Engel M (2001) Die Förderung des Spracherwerbs bei körperbehinderten Kindern ohne Lautsprache unter besonderer Berücksichtigung elektronischer Kommunikationshilfen. In: Boenisch, Jens; Bünk, Christof (Hrsg.): *Forschung und Praxis der Unterstützten Kommunikation*. Karlsruhe, von Loeper, S. 48–58

Berrettini S, Forli F, Genovese E, Sanatelli R, Arslan E, et al. (2008) Cochlear implantation in deaf children with associated disabilities: Challenges and outcomes. *Int J Audiol*, 47 (4), S. 199–208

Boons T, Brox JP, Dhooge I, Frijns JH, Peeraer L, Vermeulen A, Wouters J, van Wieringen A (2012) Predictors of spoken language development following pediatric Cochlear implantation. *Ear Hear*, 33 (5), S. 617–39

Cans C, Guillem P, Fauconnier J (2003) Disabilities and trends over time in a French county, 1980–91. *Archives of disease in childhood* 88, 2003, S. 114–117

DeRamus M (2015) When It's More Than Hearing Loss – Be attuned to signs of autism spectrum disorder in children with hearing loss. *The ASHA Leader*, Vol. 20, S. 10–11

DGPP – Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (Hrsg.) (2013) Leitlinie: Periphere Hörstörungen bei Kindern – Langfassung. AWMF-Leitlinien-Register, Nr. 049/010. Klasse: S2k. http://www.dgpp.de/cms/media/download_gallery/Hoerstoerungen%20Kinder%20lang.pdf (06.04.19)

Donaldson AI, Heavner KS, Zwolan TA (2004) Measuring progress in children with autism spectrum disorder who have Cochlear implants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 130 (5), S. 666–71

Erber, N (1982) *Auditory Training*. Alex Graham Bell Association for the Deaf

Forli F, Arslan E, Bellelli S, Burdo S, Mancini P, Martini A, Miccoli M, Quaranta N, Berrettini S (2011) Systematic review of the literature on the clinical effectiveness of the Cochlear implant procedure in paediatric patients. *Acta Otorhinolaryngol Ital*, 31 (5), S. 281–98

Garbe C (2015) „Joint Attention Please!“ *Unterstützte Kommunikation* 3, Karlsruhe: von Loeper, S. 38–41

GBA – Gemeinsamer Bundesausschuss (2018) Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Änderung der Hilfsmittel-Richtlinie (Hilfsm-RL). Versorgung von Menschen mit Hörbeeinträchtigungen und Menschen mit mehrfachen Behinderungen sowie Versorgung mit Übertragungsanlagen, S. 1–3 https://www.g-ba.de/downloads/39-261-3409/2018-07-19_Hilfsm-RL_Versorgung_bei_Hoerbeeintraechtigungen_Mehrfachbehinderungen_BAnz.pdf (06.04.19)

JCIH: Joint committee on infant hearing, American academy of pediatrics (2007) Position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics* 120 (4), S. 898–921

Hashemi SB, Monshizadeh L (2014) Auditory perception in cochlear implanted children with additional disabilities. In: 13th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies, June 18–21, Munich, Book of Abstracts, S. 660

Hey C, Fessler S, Hafner N, Neumann K (2009) Ist die Etablierung eines Hörscreenings in Schuleinrichtungen für geistig Behinderte notwendig? – Das hessische Healthy Hearing Projekt der deutschen Special Olympics. *Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie*. 26. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP). Leipzig, 11.–13.09.2009. <http://www.egms.de/static/de/meetings/dgpp2009/09dgpp12.shtml> (06.04.19)

Kane G (2003) Diagnostik von Kognition und Kommunikation. *Handbuch der Unterstützten Kommunikation*. Karlsruhe, S. 14.011.001–14.022.001

Kiese-Himmel C, Kruse E (2000) Zur Hörgeräte-Trageakzeptanz bei Kindern. *Phoniatrie und Pädaudiologie* 48/4, S. 309–13

Lenarz, T (Hrsg.) (1998) *Cochlea-Implantat. Ein praktischer Leitfaden für die Versorgung von Kindern und Erwachsenen*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer

MDS – Medizinischer Dienst der Spitzenverbände (Hrsg.) Begutachtungsanleitung Schwerhörigkeit. Begutachtungsanleitung zur apparativen Versorgung bei Funktionsstörungen des Ohres. 4. Aufl. https://www.mds-ev.de/fileadmin/dokumente/Publikationen/GKV/Begutachtungsgrundlagen_GKV/09_BGA_Schwerhoerigkeit_2004.pdf (06.04.19)

Meinzen-Derr J, Wiley S, Grether S, Choo DI (2011) Children with Cochlear implants and developmental disabilities: a language skills study with developmentally matched hearing peers. *Res Dev Disabil*, 32 (2), S. 757–767

Neumann K, Hey C, Ludwig A, Rübsamen R (2007) High prevalence of hearing disorders indicate need to screen persons with intellectual disability. *Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie e.V. Innsbruck, Österreich*, 28.–30.09.2007. <http://www.egms.de/static/de/meetings/dgpp2007/07dgpp70.shtml> (06.04.19)

Schäfer K (2018) Früherkennung und Möglichkeiten der frühen Hör- und Kommunikationsförderung bei mehrfachbehinderten Kindern mit einer Hörbeeinträchtigung. In: Gebhard B, Sohns A, Seidel A, Möller-Dreischer S (Hrsg.) *Frühförderung wirkt – von Anfang an*. Stuttgart: Kohlhammer, S. 299–307

Wanka A (2018) *Frühförderung von Kindern mit Taubblindheit/ Hörsehbehinderung*. *Unterstützte Kommunikation* 3/18, S. 15–25

Weitbrecht L (2008) *Notwendigkeit und Machbarkeit eines Hörscreenings bei vierjährigen Kindern mit neonatalen Risikofaktoren für Hörstörungen*. Inaugural-Dissertation, Universität zu Lübeck. <http://www.zhb.uni-luebeck.de/eprints/ediss668.pdf> (06.04.19)

Wiley S, Jahnke M, Meinzen-Derr J, Choo D (2005) Perceived qualitative benefits of Cochlear implants in children with multihandicaps. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 69 (6), S. 791–798

Wiley S, Meinzen-Derr J, Grether S, Choo DI, Hughes ML (2012) Longitudinal functional performance among children with Cochlear implants and disabilities: a prospective study using the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 76 (5), S. 693–697

Hindernis Hören?!

Modelle einer inklusiveren Universität

Mareike Grundmann & Martin Podszus

Universität Oldenburg, Institut für Sonder- und Rehabilitationspädagogik

Die Verringerung von störenden Geräuschen ist für viele ein relevantes Thema und gerade an Bildungseinrichtungen ein nicht zu unterschätzender Faktor. Obwohl sich neuere didaktische Konzepte vom Frontalunterricht zu offenen und flexiblen Gestaltungsformen entwickeln, basiert die Informationsvermittlung und der -austausch besonders an Hochschulen noch immer überwiegend auf Lautsprache. Störgeräusche in Kombination mit einer ungünstigen Raumakustik erschweren nicht nur das Sprachverstehen, sondern wirken sich auch negativ auf die Leistungsfähigkeit und Konzentration aus (Maue, Hoffmann & Lüpke 2003). Dies gilt umso stärker für Menschen mit einer Hörbeeinträchtigung.

Die Arbeitsgruppe „Hörsensible Universität“ bildete sich 2006 aus einer Initiative von Wissenschaftler/innen sowie Studierenden mit und ohne Beeinträchtigungen am Institut für Sonder- und Rehabilitationspädagogik der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Im Mittelpunkt der Bemühungen standen zunächst Menschen mit einer Beeinträchtigung im Hören. In der Weiterentwicklung des Konzeptes wurde die Zielgruppe erweitert, so dass seither Menschen mit einer Beeinträchtigung im Sprachverstehen und/oder Beeinträchtigung der subjektiven Hörfähigkeit im Fokus stehen. Das Ziel der Hörsensiblen Universität ist die Verbesserung der Studien- und Arbeitsbedingungen für alle Universitätsangehörigen.

Durch den Standort Oldenburg, mit seinen unterschiedlichen Akteuren im Bereich der Erforschung und Versorgung von Hörbeeinträchtigungen, hat sich aus der Arbeitsgruppe schnell ein interdisziplinäres Netzwerk mit Vertretern aus Forschung und Praxis gebildet.

Für die Gestaltung einer hörsensiblen Universität wurden neben der Öffentlichkeitsarbeit auch Beratungsangebote etabliert, die durch Forschungstätigkeiten (Schulze et al. 2013; Grundmann 2019; Wist 2007 sowie weitere unveröffentlichte studentische Projekte) in diesem Kontext unterstützt werden. Hierbei wurden bisher unter anderem die Bedürfnisse von Studierenden und Mitarbeitern erfasst, aus denen daraufhin akustische Sanierungen angeregt und technische Hilfsmittel angeschafft wurden.

Prävalenz

Die Relevanz der Arbeitsgruppe zeigt sich unter anderem durch die Studie *Schon gehört* (Schulze et al. 2013), in der die Daten zur subjektiven Hörbeeinträchtigung Studierender (N = 10 466) der Universitäten Oldenburg, Groningen und Utrecht aus dem Jahr 2011 veröffentlicht wurden. Die Auswertung ergab, dass insgesamt 28,8 % der befragten Studierenden subjektiv hörbeeinträchtigt sind. Darunter sind 4 % mit einer Hörminderung, 3,1 % mit Tinnitus, 15,8 % mit Hyperakusis sowie 5,9 % mit einer kombinierten Hörbeeinträchtigung.

Bereits bei dieser Erhebung zeigte sich, dass besonders Umweltfaktoren (z. B. Lärm, Raumakustik, Verhalten der Kommilitonen und Dozenten) einen großen Einfluss auf die Partizipation haben.

Dass neben einer Hörminderung auch Tinnitus und Hyperakusis negative Auswirkungen auf das Studium haben können, bestätigt die

beeinträchtigt studieren 2 – Studie (Poskowsky, Heißenberg, Zaussin & Brenner 2018). Laut der Erhebung sind 22 % der Studierenden in Deutschland beeinträchtigt oder chronisch krank. Die Hälfte dieser Studierenden gibt an, dass sich ihre Beeinträchtigung studienerschwerend auswirkt; 2,5 % von ihnen haben eine Hörbeeinträchtigung. Bei der Frage, welche Beeinträchtigung sich am stärksten negativ auf das Studium auswirkt, geben jedoch 3,5 % der Studierenden „Hören“ an. Hier zeigt sich somit der Unterschied zwischen Hörschädigung (hearing impairment / hearing loss) als eingeschränkte Fähigkeit und Hörbeeinträchtigung (hearing disability) als eingeschränkte Aktivität. Auch nach Hogan, O’Loughlin, Miller & Kendig (2009) zeigt sich der Grad der Hörbeeinträchtigung nicht nur durch die (kommunikativen) Fähigkeiten, sondern ebenso in Abhängigkeit zur Durchführung von Alltagsaktivitäten.

Unterschätzte Umweltfaktoren

Für Menschen mit einer Hörbeeinträchtigung, die lautsprachlich kommunizieren möchten, stellen die Möglichkeiten der technischen und medizinischen Versorgung das notwendige Fundament dar. Zusammen mit dem daraus resultierenden Kommunikationsvermögen bilden sie die Grundlage für die Teilhabe am lautsprachlich orientierten gesellschaftlichen Leben (Hallberg, Ringdahl, Holmes & Carver 2005). Dabei hängen Teilhabe und Partizipation im Allgemeinen nicht nur von den Fähigkeiten der Personen selbst ab, sondern maßgeblich auch von dem Verhalten und der Unterstützung der Umwelt. Innerhalb der ICF wird mit den Kontextfaktoren im biopsychosozialen Modell ebendies aufgezeigt (Schuntermann 2013).

Um ein erstes Bild der Hörsensibilität an deutschen Hochschulen aus Sicht Studierender mit einer Hörschädigung zu erhalten, wurden im Zuge von Abschlussarbeiten und in Projekten des forschenden Lernens (unveröffentlichte) qualitative Studien mit Teilnehmer/innen von unterschiedlichen Universitäten in Deutschland durchgeführt. Insgesamt zeigt sich durch die Erhebungen, dass die befragten Studierenden mit der technischen Versorgung sehr zufrieden sind. Sie schätzen die Möglichkeiten von Medizin und Technik als sehr positiv und gewinnbringend ein. Sie geben jedoch an, dass aktives Zuhören (wie es in Bildungskontexten erforderlich ist) trotz sehr guter Versorgung über einen längeren Zeitraum schwer bis unmöglich ist. Auch Gruppengespräche mit mehr als drei Personen in geräuschvollen Umgebungen können entweder nur schwer oder gar nicht erfolgen.

Hier zeigt sich der Stellenwert der Umweltfaktoren und im Besonderen des sozialen Umfeldes. Aus Sicht der Befragten wird die Fähigkeit „Hören“ an Hochschulen zum größten Teil als selbstverständlich vorausgesetzt. Ein Verständnis für entsprechende Einschränkungen besteht demnach nur in Einzelfällen. Hieraus entsteht häufig ein Gefühl, sich für die eingeschränkte Fähigkeit rechtfertigen zu müssen und bei einigen Studierenden zudem die Angst, negativ aufzufallen (Tippelt & Schmidt-Hertha 2013). Die eigenen Bedürfnisse im Zusammen-

hang mit der Hörbeeinträchtigung werden in diesen Fällen nicht mehr geäußert („*Ich dachte, ich schaffe es auch ohne FM-Anlage.*“). Einige Studierende berichteten davon, dass sie oft über ihre Grenzen hinaus arbeiten, da sie das Gefühl haben, sich die Rücksicht des Umfeldes durch Leistung verdienen zu müssen.

Spezifische Hürden in Lehrkontexten sind auf der einen Seite das individuelle Sprech- und Kommunikationsverhalten der Dozenten, mit denen die Studierenden ganz unterschiedlich zurechtkommen, aber auch in diesem Kontext wieder Verhaltensweisen, welche die Partizipation erschweren (Podszus 2019).

So bestehen noch immer Berührungspunkte seitens der Dozenten, die nicht wissen, wie sie auf die Hörbeeinträchtigung (als medizinisches Defizit) eingehen sollen, ohne der Person zu nahe zu treten. Hier wünschen sich die Studierenden einen offeneren Umgang, in dem nicht die Beeinträchtigung als Makel im Vordergrund steht, sondern die Person mit ihren individuellen Bedürfnissen. Es fehlt somit an Möglichkeiten, sich kennenzulernen und aufeinander einzustellen.

Die befragten Studierenden geben darüber hinaus an, bei einigen Dozenten auf (gefühlte) Gleichgültigkeit zu stoßen. Das Benutzen der benötigten Technik wird in diesen Fällen verweigert und ein Austausch zur Findung von individuellen Lösungen wird abgelehnt („*Ja dann überlegen Sie mal, Sie schaffen das schon.*“). Dies erfolgt nicht durch eine aktive Ablehnung der Dozenten, sondern oft aus Unwissenheit und Verlegenheit, führt bei den Studierenden jedoch zu Frustration. Auch Nachteilsausgleiche stellen keine generelle Lösung dar. In der Studie von Poskowsky et al. (2018) gaben 71 % der Befragten an, deren Beeinträchtigung sich negativ auf das Studium auswirkt, diesen Ausgleich nicht zu nutzen. Studierende mit Beeinträchtigungen im Hören und Sprechen wissen entweder nicht, dass sie diese Möglichkeit haben (32 %), glauben nicht an eine Verbesserung ihrer Situation (38 %) oder befürchten gar Nachteile für das weitere Studium (15 % – Mehrfachnennungen möglich). Dies deckt sich mit den Aussagen der Studierenden in den qualitativen Erhebungen, die ebenfalls stark betonten, keine besondere Behandlung zu wollen oder über entsprechende Informationen nicht zu verfügen.

Zum Teil bestehen darüber hinaus auch negative Erfahrungen durch falsche Auslegungen des Nachteilsausgleiches durch Prüfer/innen. So wurden beispielsweise 50 % Zeitverlängerung in einer mündlichen Prüfung dahingehend interpretiert, quantitativ 50 % mehr Fragen zu stellen.

Hörsensible Umwelt

Die Forderungen für eine hörsensible Universität gehen somit über die bekannten baulichen, räumlichen und technischen Maßnahmen hinaus. Hörsensibilität bedeutet auch Wertschätzung, Akzeptanz sowie Zuwendung als wesentlicher Bestandteil zwischenmenschlicher Kommunikation.

Es zeigt sich, dass die ICF zwar ein akzeptiertes theoretisches Konstrukt ist, die Umsetzung in der Praxis jedoch noch sehr schleppend verläuft. Für eine hörsensible Umwelt müssen wir als Gesellschaft die Sichtweise auf das Hören als individuelle Leistung erweitern (biomedizinisches Modell) und Kommunikation, wie Thoutenhoofd et al. (2016), als eine gemeinsame soziokulturelle Leistung ansehen, die auf kollektiven Gewohnheiten basiert.

Gelingende Kommunikation bedarf einer Anpassung an die Bedürfnisse des Kommunikationspartners, um dessen kommunikative Grundrechte zu achten (wie von den befragten Studierenden formuliert). Kommunikationstaktiken können nicht erfolgreich sein, wenn der Ge-

sprächspartner nicht in der Lage ist, auf die Bedürfnisse einzugehen und das eigene Verhalten entsprechend anzupassen (Eisenwort, Schlanitz & Niederkrotenthaler 2010).

Studierende mit einer Hörbeeinträchtigung erfahren hier noch keine grundlegende Partizipation, da ihnen immer wieder die Möglichkeit genommen wird, selbst zu entscheiden. Aussagen wie „*Das war nicht wichtig*“ oder „*Das können Sie nachlesen*“ schließen die Möglichkeit aus, sich in der konkreten Situation damit auseinandersetzen zu können.

Insgesamt empfinden die befragten Studierenden mit einer Hörbeeinträchtigung keinen gleichberechtigten Zugang zu Bildung. Die Bildungsbiografien sind nicht selten durchzogen mit deutlich erhöhten Anstrengungen, die auf Dauer nicht geleistet werden können und die Chancenungleichheit aufzeigen.

Mit unseren Tätigkeiten in der Öffentlichkeitsarbeit, Beratung, Forschung und mittlerweile auch hochschuldidaktischen Weiterbildung können wir als Arbeitsgruppe Hörsensible Universität zwar nicht alle Studierenden und Mitarbeiter der Universität erreichen oder Veränderungen erzwingen, aber dazu beitragen, die Thematik bekannter zu machen und die Sichtweise darauf zu verändern. Somit können auch wir in Oldenburg durch die vielfältigen Einflussfaktoren trotz des mittlerweile weit bekannten Namens kein *hörsensibles Studium* garantieren, aber stetig darauf hinarbeiten, die Studien- und Arbeitsbedingungen hörsensibler werden zu lassen.

Die Erfahrungen aus unserer Beratungspraxis zeigen zudem, dass die Bezeichnung hörsensibel entsprechende Erwartungen und Hoffnungen bei Studieninteressierten und deren Angehörigen weckt und somit einmal mehr den Bedarf und die Relevanz unserer Arbeit aufzeigt.

Literatur

- Eisenwort B, Schlanitz F & Niederkrotenthaler T (2010) Schwerhörigkeit. Gelungene Kommunikation als Hauptquelle positiver Erfahrungen. HNO, 58, 459-464
- Grundmann M (2019) Erstellung und Evaluation einer Fragebogenbatterie zur Messung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität nach einer Versorgung mit Cochlea-Implantaten. Dissertation. Universität Oldenburg
- Hallberg L, Ringdahl A, Holmes A & Carver C (2005) Psychological general well-being (quality of life) in patients with cochlear implants: Importance of social environment and age. *International Journal of Audiology*, 44, 706-711
- Hogan A, O'Loughlin K, Miller P & Kendig H (2009) The health impact of a hearing disability on older people in Australia. *Journal of Aging and Health*, 21(8), 1098-1111
- Maue HJ, Hoffmann H & Lüpke A (2003) 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel. Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms. 8. Auflage. Berlin: Erich Schmidt
- Podszus M (2019) Diversität im universitären Kontext!? Lehre zugänglicher gestalten – Perspektivwechsel für ein reicheres Bild der Lernenden! In Jahn D, Kenner A, Kergel D & Heidkamp-Kergel B (Eds.), *Kritische Hochschullehre: Impulse für eine innovative Lehr- und Lernkultur* (S. 113-131). Wiesbaden: Springer VS
- Poskowsky J, Heißenberg S, Zaussinger S & Brenner J (2018). *Beeinträchtigt studieren – best2* Datenerhebung zur Situation Studierender mit Behinderung und chronischer Krankheit (S. Deutsches Ed. 1. Auflage ed.). Berlin: Köllen Druck + Verlag
- Schulze G, Rogge J, Jacobs G, Knot-Dickscheit J, Thoutenhoofd E & van den Bogaerde B (2013) Grundlagenstudie zur Erfassung der Hörfähigkeit von Studierenden an den Universitäten Oldenburg, Groningen und der Hochschule Utrecht. *Empirische Sonderpädagogik*. 5 (1), S.85-99
- Schuntermann M (2013) Einführung in die ICF. Heidelberg: ecomed
- Thoutenhoofd E, Knot-Dickscheit J, Rogge J, van der Meer M, Schulze G, Jacobs G & van den Bogaerde B (2016) The sound of study: Student experiences of listening in the university soundscape. *Journal of Further and Higher Education*. 40 (6), P. 804-823
- Tippelt R & Schmidt-Hertha B (2013) Inklusion im Hochschulbereich. In Döbert H & Weisshaupt H (Eds.), *Inklusive Bildung professionell gestalten. Situationsanalyse und Handlungsempfehlungen* (S. 203-229). Münster: Waxmann
- Wist T (2007) Subjektiv empfundene Qualität in Veranstaltungsräumen der Universität Oldenburg und Konsequenzen für den Lernerfolg aus (sonder-)pädagogischer Sicht. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Universität Oldenburg

Sprachwahrnehmung und kognitive Funktionen im Alter

Hartmut Meister

Jean-Uhrmacher-Institut für klinische HNO-Forschung an der Universität zu Köln

Die Wahrnehmung von Sprache ist eng mit der Hörfähigkeit verknüpft. Sensorische Prozesse („bottom-up“) spielen daher eine wesentliche Rolle für die verbale Kommunikation. Da Sprache jedoch auf kortikaler Ebene verarbeitet und verstanden wird, liegt es nahe, dass auch kognitive Funktionen („top-down“ Prozesse) von Bedeutung sind. Dies gilt vor allem in akustisch schwierigen Situationen, z.B. wenn mehrere Personen gleichzeitig sprechen oder Hintergrundrauschen das Sprachsignal verdeckt („Cocktail Party“ Problem, vgl. Bronckhorst 2015). Solche Situationen stellen hohe Anforderungen an das auditorische System: Auditorische Objekte müssen identifiziert werden und zu auditorischen Strömen integriert werden (Shinn-Cunningham & Best 2008; Bregman 1990). Hierbei spielen akustische Merkmale wie Sprecherposition oder Stimmunterschiede eine wichtige Rolle. Die Bildung robuster auditorischer Ströme ist eine Voraussetzung, um die Aufmerksamkeit auf einen Zielsprecher zu fokussieren und irrelevante Störsignale ausblenden zu können. Eine Modellvorstellung ist, dass die Zielobjekte dann in einen Eingangsspeicher geschrieben werden und mit dem Langzeitgedächtnis („mentales Lexikon“) verglichen werden (Rönnberg et al. 2013). Stimmen die Einträge im Eingangsspeicher mit dem mentalen Lexikon überein, ist ein Objekt erkannt. Durch ständigen automatisierten Abgleich wird das Sprachverstehen ermöglicht. Stimmt das Element im Eingangsspeicher – z.B. bedingt durch Maskierung mit Rauschen – nicht mehr mit dem Eintrag im Langzeitgedächtnis überein, ist der automatisierte Abgleich gestört und es werden kognitive Funktionen relevant. Es wird vermutet, dass an dieser Stelle das Arbeitsgedächtnis ins Spiel kommt, welches die Speicherung und Weiterverarbeitung des unerkannten Elements erlaubt. Durch diesen Verarbeitungsprozess kann das Verstehen von Sprache wieder ermöglicht werden. Allerdings kostet dieser Prozess im Vergleich zum automatisierten Abgleich Zeit und belastet das kognitive System – Effekte, die mit dem Konzept der Höranstrengung kompatibel sind (vgl. Pichora-Fuller et al. 2016). Gerade im Alter scheinen diese Mechanismen besonders kritisch zu sein, da neben dem Hörvermögen verschiedene kognitive Fähigkeiten einem Abbauprozess unterliegen (vgl. Salthouse 2010).

Nach diesem Modell kann erwartet werden, dass eine größere Arbeitsgedächtniskapazität mit einer besseren Sprachverständlichkeit verknüpft ist. Tatsächlich weisen verschiedene Studien auf einen solchen Zusammenhang hin. Lunner et al. (2003) erfassten die Sprachverständlichkeitsschwellen bei mit Hörgeräten versorgten älteren Personen und setzten sie in Relation zur mit dem Reading Span Test (RST) gemessenen individuellen Arbeitsgedächtniskapazität. Tatsächlich ergab sich ein moderater, statistisch signifikanter Korrelationskoeffizient ($r = -0,61$) derart, dass Personen mit besseren Werten im RST eine im Signal-Rauschabstand (SNR) um mehrere dB bessere Sprachverständlichkeitsschwelle aufwiesen als Personen mit schlechterem Arbeitsgedächtnis. Jüngst hat eine Meta-Analyse den Zusammenhang zwischen verschiedenen kognitiven Leistungen und der Sprachverständlichkeit im Störlärm bestätigt (Dryden et al. 2017): Auf der Basis von 25 Studien zeigte sich ein statistisch signifikanter „mittle-

rer“ Korrelationskoeffizient in der Größenordnung von $r = 0,3$. Damit lässt sich zumindest bei älteren Menschen ein geringer, jedoch bedeutsamer Einfluss von kognitiven Leistungen auf die audiometrisch ermittelte Sprachverständlichkeit festhalten. In den meisten Studien ist dieser Zusammenhang am deutlichsten zu beobachten, wenn sensorische Faktoren eher eine untergeordnete Rolle spielen – z.B. bei gut hörenden Personen oder wenn der Hörverlust zumindest teilweise durch Hörgeräte kompensiert wurde.

Bei den oben zitierten Studien wurde eine Rauschmaskierung als Ursache für die Störung des automatisierten Abgleichs zwischen Eingangsspeicher und Langzeitgedächtnis berücksichtigt. Allerdings können auch andere Gründe angenommen werden, wie beispielsweise durch die Hörgeräteversorgung bedingte Artefakte. Artefakte entstehen zwangsläufig mehr oder weniger stark durch die Signalverarbeitung, welche die spektrot temporalen Eigenschaften des natürlichen Signals verändert. Auch damit könnten kognitive Leistungen in besonderer Weise für das Verstehen von Sprache notwendig werden. Tatsächlich hat eine Reihe von Untersuchungen (Übersicht in Souza et al. 2015) gezeigt, dass größere Verarbeitungsartefakte insbesondere bei Personen mit geringerer Arbeitsgedächtnisleistung zu einer schlechteren Sprachverständlichkeit führten. Personen mit hoher Arbeitsgedächtniskapazität hingegen schnitten hinsichtlich der Sprachverständlichkeit auch bei durch die Hörgerätesignalverarbeitung stark veränderten Schallsignalen weitgehend unverändert ab. Diese Untersuchungen bezogen sich auf Unterschiede hinsichtlich der Dynamikkompression (schnelle vs. langsame Kompression), Rauschunterdrückung (stark vs. moderat) sowie Frequenzerniedrigungsverfahren (stark vs. moderat). Allerdings gibt es auch Studien, die den postulierten Zusammenhang nicht zeigten (Cox & Xu 2010; Neher et al. 2014). Zudem ist hinsichtlich der Dynamikkompression ein weiterer Aspekt zu beachten. Lunner und Sundewall-Thoren (2007) zeigten durch den Vergleich adaptiv gemessener Sprachverständlichkeitsschwellen, dass Hörgerätenutzer mit größerer Arbeitsgedächtniskapazität einen höheren Gewinn mit schneller Kompression hatten, während Personen mit schlechterem Arbeitsgedächtnis mehr von langsamer Kompression profitierten. Allerdings tendieren – wie oben beschrieben – Personen mit besseren kognitiven Leistungen per se dazu, bessere Sprachverständlichkeitsschwellen aufzuweisen, so dass die Kompression möglicherweise in unterschiedlichen Arbeitspunkten wirksam wurde. Auch dies kann zu den unterschiedlichen Sprachverständlichkeitsschwellen bei schneller und langsamer Kompression beitragen (Naylor 2016).

Die Tatsache, dass die Sprachverständlichkeit positiv mit kognitiven Leistungen assoziiert ist, führt zur Frage, ob ein gezieltes kognitives Training eine Verbesserung des Sprachverstehens in akustisch schwierigen Situationen ermöglicht. Ein entsprechendes Projekt wurde im Rahmen der Exzellenzinitiative an der Universität zu Köln durchgeführt (Meister, Kaul, Kessler 2014). Ziel war die Entwicklung eines kognitiven Trainings, basierend auf einem adaptiven computer-gestützten Trainingsprogramm, sowie die Untersuchung des mögli-

chen Transfers auf das Sprachverstehen. Dabei wurde das Training so gewählt, dass es für die Sprachwahrnehmung wichtige kognitive Funktionen adressierte (Ortmann et al. 2014). Das Training wurde über einen Zeitraum von ca. 8 Wochen in den beteiligten Instituten mit drei Terminen von je 90 Minuten Dauer pro Woche durchgeführt. Trainiert wurden ältere Personen (60–79 Jahre) mit gutem Hörvermögen bis maximal leichtgradigen Hörverlusten („better ear hearing loss“, BEHL ≤ 40 dB HL) sowie unauffälligen kognitiven Leistungen (DemTect-Screening >12). Die Probanden entsprachen damit der häufig in die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen kognitiven Leistungen und der Sprachverständlichkeit einbezogenen Klientel. Dabei wurden eine Experimentalgruppe (n = 22) sowie eine aktive Kontrollgruppe (n = 21) gebildet, die hinsichtlich des Alters, des Hörvermögens sowie unterschiedlicher kognitiver Leistungen vergleichbar waren. Die Kontrollgruppe erhielt das gleiche kognitive Training wie die Experimentalgruppe, allerdings ohne den über mehrere Sitzungen wirksamen adaptiven Mechanismus. Damit begannen die Probanden dieser Gruppe immer wieder auf niedrigem Niveau und hatten weniger Möglichkeit, sich zu steigern, als die Probanden der Experimentalgruppe.

Bei der Evaluation des Trainings wurde zwischen „on task“, „near transfer“ und „far transfer“ Effekten unterschieden. „On task“ beschreibt dabei die Wirkung, dass genau das verbessert wird, was auch tatsächlich trainiert wird. Die adaptive Anpassung des Trainingsprogramms auf individuelle Leistungen ist damit ein Hinweis auf „on task“ Effekte. „Near transfer“ beschreibt die Verbesserung von Fähigkeiten, die dem Trainierten ähnlich sind, während unter „far transfer“ die Verbesserung von Leistungen verstanden wird, die mit dem Trainierten verknüpft sind. Somit sind im Rahmen des Studienziels „far transfer“ Effekte von besonderem Interesse.

Zur Erfassung der Sprachverständlichkeit in akustisch schwierigen Situationen wurde der Oldenburger Satztest (Wagener et al. 1999) durchgeführt. Dies steht in Einklang zu den oben beschriebenen Studien, bei denen häufig Matrix-Satztestverfahren zum Einsatz kamen. Da es Hinweise gibt, dass insbesondere nichtstationäre Geräusche für ältere Personen problematisch sind (vgl. Taitelbaum-Swead & Postick 2016), wurde sowohl stationäres als auch fluktuierendes Rauschen berücksichtigt. Des Weiteren wurde eine Einschätzung des Sprachverstehens im Alltagsleben mit dem SSQ-Fragebogen („Speech, Spatial, Qualities“, Deutsche Version vgl. Kießling et al. 2011) vorgenommen. Um mögliche Trainingseffekte von prozeduralen Lerneffekten abgrenzen zu können, wurde für die genannten Evaluationsmethoden die Langzeit-Test-Retest Stabilität über einen Zeitraum von

8 Wochen mit einer Gruppe von 16 älteren Personen (60–79 Jahre) mit maximal leichtgradigen Hörstörungen erfasst.

Abbildung 1 zeigt die Veränderung der Sprachverständlichkeitsschwellen im stationären (links) und fluktuierenden Rauschen (rechts) nach dem Training in Bezug auf die Ausgangswerte vor dem Training. Dabei sind Verbesserungen nach unten aufgetragen. Beim stationären Rauschen ergibt sich für die Experimentalgruppe insgesamt eine leichte Verbesserung der Sprachverständlichkeitsschwelle von ca. 0.3 dB SNR im Median. Einen ähnlichen Befund erhält man sowohl für die Kontrollgruppe als auch hinsichtlich der Langzeit-Test-Retest Stabilität. Es ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Konditionen (Kruskal-Wallis-Test, alle $p > 0.05$). Größere Veränderungen finden sich bei Verwendung des fluktuierenden Rauschens. Allerdings lassen sich auch hier die Effekte nicht von Test-Retest Differenzen abgrenzen (Kruskal-Wallis-Test, alle $p > 0.05$).

Abbildung 2 zeigt die Veränderung der subjektiven Einschätzung für den Bereich Sprachverständlichkeit aus dem SSQ-Fragebogen. Auch hier können Veränderungen zwischen den einzelnen Konditionen (Experimental- und Kontrollgruppe, Test-Retest) nicht differenziert werden (Kruskal-Wallis-Test, alle $p > 0.05$).

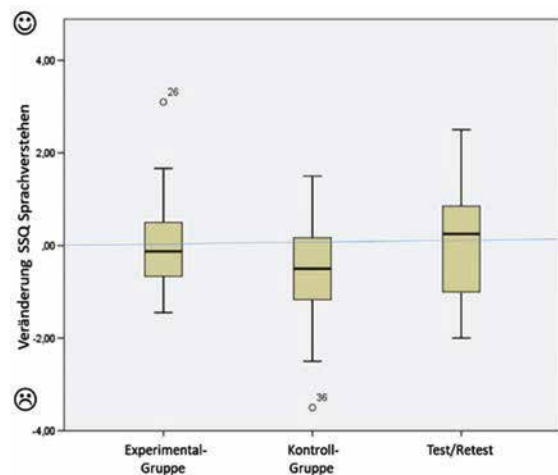
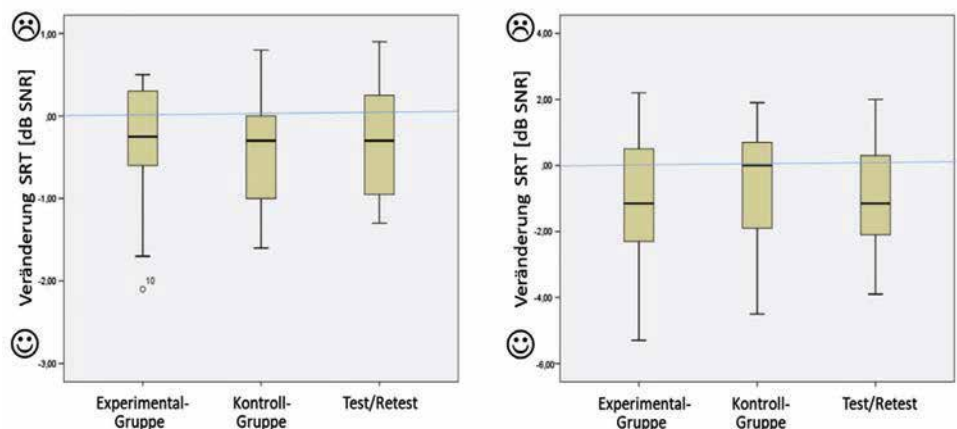


Abbildung 2: Veränderungen (in Skaleneinheiten) der subjektiven Sprachwahrnehmung im Alltagsleben lt. SSQ-Fragebogen nach dem Training bzw. Test vs. Retest. Verbesserungen sind nach oben aufgetragen. Dargestellt sind Minimum, erstes Quartil, Median, drittes Quartil und Maximum sowie Ausreißer.

Abbildung 1: Veränderungen der Sprachverständlichkeitsschwellen nach dem Training bzw. Test vs. Retest. Links: Stationäres Rauschen („olnoise“), rechts: fluktuierendes Rauschen („icra 5_250“). Verbesserungen sind nach unten aufgetragen. Dargestellt sind Minimum, erstes Quartil, Median, drittes Quartil und Maximum sowie Ausreißer.



Die Studie zeigt, dass zwar insbesondere „on task“ Effekte durch das Training möglich sind, ein Transfer im Sinne einer Verbesserung der Sprachverständlichkeit konnte aber zumindest für die hier untersuchten Gruppen und das verwendete Testmaterial nicht nachgewiesen werden. Die wenigen bislang zu diesem Thema publizierten Studien zeigen ein uneinheitliches Bild. Ebenfalls keinen Transfer von kognitivem Training auf die Sprachverständlichkeit konnten Wayne et al. (2016) zeigen. Dies steht im Kontrast zu einer Studie von Ingvalsson et al. (2015), die bei einem Arbeitsgedächtnistraining einen Transfer auf die Spracherkennung im Lärm zeigen. Die Autoren konstatieren allerdings, dass ihr Ansatz kein reines kognitives Training ist: Da die Aufgabe der Teilnehmer darin bestand, im Störgeräusch präsentierte Zahlen in umgekehrter Reihenfolge zu wiederholen, könnte das Paradigma als kombiniertes Arbeitsgedächtnis- und Hörtraining betrachtet werden. Des Weiteren wurde in der Studie keine aktive Kontrollgruppe zur Beurteilung allgemeiner Lerneffekte berücksichtigt. Insgesamt kann festgestellt werden, dass es hinsichtlich der geschichteten Fragestellung derzeit wenig Evidenz für „far-transfer“ Effekte gibt. Andererseits ergibt sich aber ein Hinweis, dass auditives Training hinsichtlich kognitiver Leistungen (insbesondere Aufmerksamkeit) wirksam sein könnte (Lawrence et al. 2018).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass bei älteren Menschen kognitive Leistungen einen kleinen, aber statistisch signifikanten Einfluss auf das Sprachverstehen in akustisch schwierigen Situationen haben. Dies kann zur Erklärung beitragen, warum sich Personen mit gleichen tonaudiometrischen Befunden in Sprachverständlichkeitstests unterscheiden. Ob kognitive Leistungen systematisch bei der Auswahl und Anpassung von Hörgeräten genutzt werden können, ist fraglich. Ebenfalls Gegenstand weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen ist der mögliche Transfereffekt von kognitivem bzw. auditivem Training auf die Sprachverständlichkeit bzw. kognitive Leistungen.

Danksagung

Studien des Autors zum Thema wurden unterstützt durch die Margand-Walter-Boll Stiftung sowie durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen der Exzellenzinitiative an der Universität zu Köln.

Literatur

Bregman AS (1990) Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1990 (hardcover)/1994

Bronkhorst AW. The cocktail-party problem revisited: early processing and selection of multi-talker speech. *Atten Percept Psychophys.* 2015 Jul;77(5):1465-87. doi: 10.3758/s13414-015-0882-9

Cox RM, Xu J. Short and long compression release times: speech understanding, real-world preferences, and association with cognitive ability. *J Am Acad Audiol.* 2010 Feb 21 (2): 121-38

Dryden A, Allen HA, Henshaw H, Heinrich A. The Association Between Cognitive Performance and Speech-in-Noise Perception for Adult Listeners: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Trends Hear.* 2017 Jan-Dec;21:2331216517744675. doi: 10.1177/2331216517744675

Ingvalson EM, Dhar S, Wong PC, Liu H. Working memory training to improve speech perception in noise across languages. *J Acoust Soc Am.* 2015; 137(6):3477-86. doi: 10.1121/1.4921601

Kießling J, Grugel L, Meister H, Meis M. Übertragung der Fragebögen SADL, ECHO und SSO ins Deutsche und deren Evaluation. *Z Audiol.* 2011;50:6-16

Lawrence BJ, Jayakody DMP, Henshaw H, Ferguson MA, Eikelboom RH, Loftus AM, Friedland PL. Auditory and Cognitive Training for Cognition in Adults With Hearing Loss: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Trends Hear.* 2018 Jan-Dec;22:2331216518792096. doi: 10.1177/2331216518792096

Lunner T. Cognitive function in relation to hearing aid use. *Int J Audiol.* 2003 Jul;42 Suppl 1:S49-58. PubMed PMID: 12918610

Lunner T, Sundewall-Thorén E. Interactions between cognition, compression, and listening conditions: effects on speech-in-noise performance in a two-channel hearing aid. *J Am Acad Audiol.* 2007 Jul-Aug;18(7):604-17

Meister H, Kaul T, Kessler (2014). Does cognitive training in the elderly enhance the ability to understand speech in complex communication environments? Förderlinie Forum im Rahmen der Exzellenzinitiative der Universität zu Köln

Naylor G. Theoretical Issues of Validity in the Measurement of Aided Speech Reception Threshold in Noise for Comparing Nonlinear Hearing Aid Systems. *J Am Acad Audiol.* 2016 Jul;27(7):504-14. doi: 10.3766/jaaa.15093

Neher T, Grimm G, Hohmann V, Kollmeier B. Do hearing loss and cognitive function modulate benefit from different binaural noise-reduction settings? *Ear Hear.* 2014 May-Jun;35(3):e52-62. doi: 10.1097/AUD.0000000000000003

Ortmann M, Kaul T, Kessler J, Arehart K, Meister H. Cognitive training to improve speech understanding in complex communication environments – a framework and methodological aspects. *HEAL- Hearing Across the Lifespan, Cernobbio, 5.6.2014*

Pichora-Fuller MK, Kramer SE, Eckert MA, Edwards B, Hornsby BW, Humes LE, Lemke U, Lunner T, Matthen M, Mackersie CL, Naylor G, Phillips NA, Richter M, Rudner M, Sommers MS, Tremblay KL, Wingfield A. Hearing Impairment and Cognitive Energy: The Framework for Understanding Effortful Listening (FUEL). *Ear Hear.* 2016 Jul-Aug;37 Suppl 1:5S-27S. doi: 10.1097/AUD.0000000000000312.

Rönneberg J, Lunner T, Zekveld A, Sörqvist P, Danielsson H, Lyxell B, Dahlström O, Signoret C, Stenfelt S, Pichora-Fuller MK, Rudner M (2013) The Ease of Language Understanding (ELU) model: theoretical, empirical, and clinical advances. *Front Syst Neurosci* 7:31. doi:10.3389/fnsys.2013.00031

Salthouse, T. A. (2010). „Selective review of cognitive aging“, *J. Int. Neuropsychol. Soc.* 16(5), 754–760. <https://doi.org/10.1017/S1355617710000706>

Shinn-Cunningham BG, Best V. Selective attention in normal and impaired hearing. *Trends Amplif.* 2008 Dec;12(4):283-99. doi: 10.1177/1084713808325306

Souza P, Arehart K, Neher T. Working Memory and Hearing Aid Processing: Literature Findings, Future Directions, and Clinical Applications. *Front Psychol.* 2015 Dec 16;6:1894. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01894

Taitelbaum-Swead R, Postick L. The Effect of Age and Type of Noise on Speech Perception under Conditions of Changing Context and Noise Levels. *Folia Phoniatr Logop.* 2016;68(1):16-21. doi: 10.1159/000444749

Wagener K, Kühnel V, Kollmeier B. Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache I: Design des Oldenburger Satztests. *Z Audiol.* 1999; 38 (1), 4–15

Wayne RV, Hamilton C, Jones Huyck J, Johnsrude IS. Working Memory Training and Speech in Noise Comprehension in Older Adults. *Front Aging Neurosci.* 2016 22;8:49. doi: 10.3389/fnagi.2016.00049

CI-Rehabilitation aus ärztlicher Sicht

Dirk Mürbe

Klinik für Audiologie und Phoniatrie, Charité Universitätsmedizin Berlin

Die Cochlea-Implantation hat sich als erfolgsversprechendes Standardverfahren zur Hör- und Sprachrehabilitation von hochgradig oder an Taubheit grenzend hörgeschädigten Patienten im Kindes- und Erwachsenenalter etabliert. Dabei sind hohe qualitative Anforderungen an alle Teilschritte des CI-Versorgungsweges zu stellen, welche die fachärztliche präoperative Diagnostik und Beratung, den operativen Teilschritt der Cochlea-Implantation mit Inbetriebnahme des Systems, die nachfolgende Rehabilitation/Folgetherapie und die lebenslange Nachsorge einschließen. Dieser Beitrag widmet sich den Rahmenbedingungen der CI-Rehabilitation, die im Anschluss an CI-Operation und Erstanpassung des Systems eingeleitet wird sowie dem Anspruch hörgeschädigter Patienten auf Leistungen der medizinischen Rehabilitation, und er nimmt Bezug auf die entsprechende Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses¹. Medizinische Rehabilitation ist dabei ein vom bio-psycho-sozialen Modell der Weltgesundheitsorganisation (WHO) ausgehender interdisziplinärer Ansatz, um den bestmöglichen individuellen Rehabilitationserfolg im Sinne der Teilhabe am Leben in der Gesellschaft, insbesondere in Familie, Arbeit und Beruf zu erreichen, negative Krankheitsfolgen zu beseitigen und eine Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität zu erzielen.

Voraussetzung für die Inanspruchnahme dieser Leistungen zur medizinischen Rehabilitation ist das Vorliegen der medizinischen Indikation, die nach Abschluss der operativen CI-Versorgung im Krankenhaus anhand der Beurteilung von Rehabilitationsbedürftigkeit, Rehabilitationsfähigkeit und positiver Rehabilitationsprognose gestellt wird. Ein grundlegender Aspekt der Rehabilitationsbedürftigkeit besteht dabei in der dauerhaften alltagsrelevanten Beeinträchtigung von Aktivität und Teilhabe durch die eingeschränkten kommunikativen Kompetenzen der hochgradig hörgeschädigten Patienten, die über die Implantation hinaus einen mehrdimensionalen und interdisziplinären Ansatz der medizinischen Rehabilitation erfordern. Dieser Ansatz berücksichtigt nicht nur Aus- und Wechselwirkungen zwischen Hörschädigung, körperlichem Funktionszustand, Aktivitäten und Teilhabe, sondern auch individuell relevante Kontextfaktoren. Dabei dient die von der WHO verabschiedete Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) als konzeptionelles Bezugssystem für Leistungen zur medizinischen Rehabilitation².

Im bio-psycho-sozialen Modell werden dabei sowohl positive als auch negative Kontextfaktoren abgebildet und umwelt- und personenbezogene Faktoren unterschieden, die für jeden Hörgeschädigten individuell zu spezifizieren sind. Charakteristische Beispiele von umweltbezogenen Kontextfaktoren im Rahmen der CI-Rehabilitation

sind die Integration technischer Hilfsmittel, visuelle bzw. schriftsprachliche Hilfen und angepasste räumliche Rehabilitationsbedingungen. Typische personenbezogene Kontextfaktoren bestehen in der Motivation zur Rehabilitation, der Fähigkeit zum Transfer der Rehabilitationsinhalte in den Alltag sowie in der individuellen Sozialstruktur und den Kommunikationspartnern.

Für die CI-Rehabilitation werden bundesweit verschiedene stationäre und ambulante Versorgungskonzepte angeboten, für die einheitliche Qualitätsstandards zu fordern sind. Die bestehende Heterogenität schließt inhaltliche und begriffliche Unterschiede dieser Konzepte ein, die zum Teil als Einrichtungen einer Folgetherapie und als Einrichtungen der medizinischen Rehabilitation nach Cochlea-Implantation konzipiert sind. Prinzipiell sollte jedes Behandlungskonzept durch Verfügbarkeit und Interaktion verschiedener therapeutisch-rehabilitativer Kernmodule geprägt sein. Diese umfassen die fachärztliche Behandlung mit medizinischen Kontrollen und der Gesamtverantwortung des Rehabilitationsprozesses sowie audilogische Module mit der schrittweisen Optimierung der CI-Processor-Einstellungen, technisch-apparativen Kontrollen, der audilogischen Evaluation und der weiteren Schulung in der Handhabung des CI-Systems. In den therapeutischen Modulen wird eine intensive Hör-Sprach-Therapie bereitgestellt, die in Abhängigkeit der lautsprachlichen Kompetenzen weitere kommunikationsfördernde Maßnahmen (z. B. Musiktherapie) einschließen können.

Bei der Erstellung eines individualisierten Behandlungskonzeptes ist der soziefamiliären Situation besondere Beachtung zu schenken, beispielsweise bei CI-Kindern gehörloser Eltern mit familiären Kommunikationsstrategien unter Einbezug von Gebärdensprache. Motivation zur Selbsthilfe, Beratungen zu Behindertenrecht und beruflicher Integration und ggf. psychologische Unterstützung sind weitere Inhalte einer multimodalen CI-Rehabilitation. Bei Kindern ist in Abhängigkeit des Zeitpunktes des Beginns der Hörstörung, des Sprachentwicklungsstandes und des entwicklungspsychologischen Status ein diesen Besonderheiten angepasstes Rehabilitationskonzept vorzuhalten. In die aufgeführten Kernmodule der CI-Rehabilitation müssen dabei auch Elemente der Elternanleitung und der familienzentrierten Frühintervention nach Diagnosestellung der Hörstörung einfließen. Die therapeutischen Module sind um rhythmisch-musikalische und ggf. mototherapeutische Angebote zu erweitern. Durch die pädagogische Audiologie wird ein besonderer Fokus auf die Förderung von auditiver Verarbeitung und Merkfähigkeit im Kontext der kindlichen Sprachentwicklung gesetzt. Prinzipiell ist eine enge Zusammenarbeit der Pädaudiologie mit Frühförderung, Hörberatungsstellen und anderen mit dem Kind oder in der Familie tätigen Therapeuten erforderlich. Bei Kindern mit Mehrfachbehinderung müssen die Ziele der Rehabilitation modifiziert und die zu erwartenden Begrenzungen der Hörverarbeitung eingeordnet werden. Dabei ist eine besonders intensive Kooperation mit dem interdisziplinären Therapieteam des betreuenden Sozialpädiatrischen Zentrums zu suchen.

¹ Richtlinie des gemeinsamen Bundesausschusses über Leistungen zur medizinischen Rehabilitation, Fassung vom 16. März 2004, zuletzt geändert am 17. Mai 2018 (www.g-ba.de).

² Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF). Deutschsprachige Fassung der ICF des Deutschen Instituts für Medizinische Dokumentation und Information, DIMDI (www.dimdi.de).

Hinsichtlich des zeitlichen Bedarfs ist bei erwachsenen Patienten nach einseitiger Cochlea-Implantation von ca. 40 Tagen CI-Rehabilitation/Folgetherapie in einem Zeitraum bis zu 24 Monaten auszugehen, wobei Rehabilitationskonzept und Rehabilitationsdauer entsprechend den Rehabilitationsvoraussetzungen angepasst werden müssen. Bei Kindern umfasst die CI-Rehabilitation/Folgetherapie in der Regel 60 Behandlungstage und ist bis zum Abschluss des Spracherwerbs zu führen. Bei Kindern mit Mehrfachbehinderungen ist von einem höheren und längeren Rehabilitationsaufwand auszugehen.

Zur Qualitätssicherung der CI-Rehabilitation ist eine strukturierte Dokumentation des Therapie- und Rehabilitationsverlaufes erforderlich, welche auch die Evaluation des Behandlungserfolges einschließt. Schwerpunkte der Evaluation liegen im Bereich der auditiven Fähigkeiten, der kindlichen Sprachentwicklung und der psychosozialen Aspekte mit Beurteilung der Lebensqualität. Für die Dokumentation

und Evaluation sollten sowohl für Kinder als auch Erwachsene standardisierte Untersuchungsparadigmen zu festgelegten Zeitpunkten des Rehabilitationsverlaufes genutzt werden. Bei Einrichtungen, die Leistungen der medizinischen Rehabilitation im Rahmen eines Versorgungsvertrages nach § 111 SGB V mit den gesetzlichen Krankenkassen erbringen, sind Qualitätsmanagement und Zertifizierung verpflichtend und nehmen Bezug auf die Empfehlungen der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). Die Zertifizierung der CI-Rehabilitation verknüpft dabei verschiedene Bestandteile des Qualitätsmanagements mit der Festlegung von Prozessen, Verantwortlichkeiten, der strukturellen Abbildung im Organigramm und der Beschreibung qualitätsrelevanter Prozesse im QM-Handbuch. Die Übereinstimmung von Prozessbeschreibung und Prozessdurchführung wird durch interne Audits überprüft, und der ständigen Weiterentwicklung der Versorgungskonzepte durch eine fortlaufende Überarbeitung der Prozesse Rechnung getragen.

CI-(Re)Habilitation aus therapeutischer Sicht

Dominique Kronesser, Dresden

Die Möglichkeiten der CI-Versorgung sind in Deutschland sehr vielfältig und beinhalten unterschiedlichste Angebote. Die Rehabilitation nach erfolgter CI-Versorgung stellt dabei einen notwendigen Bestandteil dieser Versorgung dar (Deutsche Gesellschaft für HNO 2012). Diese CI-(Re)Habilitation ist wesentlich gekennzeichnet durch eine unabdingbare und unmittelbare Synergie von Medizin, Pädagogik, Therapie und Audiologie (ACIR 2011). Dabei unterscheiden sich die Blickwinkel von Therapeuten, Pädagogen, Audiologen und Ärzten. Die therapeutische Sichtweise beinhaltet, dass jeder Mensch einzigartig in seinen biologischen und psychischen Zusammenhängen ist. Und gleichzeitig ist jeder von uns auch Teil anderer Beziehungssysteme, wie etwa der Familie, der Freunde, der Gesellschaft, der Arbeit und natürlich auch beeinflusst von behandelnden Ärzten und Therapeuten. Diese und viele weitere Bereiche haben einen entscheidenden Einfluss auf unser Leben, unsere Wahrnehmung, unser Handeln und somit darauf, wie wir Veränderungen erleben. Jeder Patient kommt somit mit eigenen, sehr unterschiedlichen Voraussetzungen in die CI-(Re)Habilitation. Allen gemeinsam ist ausschließlich die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat. Und diese Versorgung wiederum stellt eine gravierende Veränderung im Leben schwerhöriger Menschen dar und kann daher nur erfolgreich gelingen, wenn der CI-Patient und sein Umfeld ganzheitlich wahrgenommen und individuelle, für dieses System passende Lösungen gemeinsam erarbeitet werden.

Daraus leitet sich der Anspruch der ganzheitlichen Therapie ab. Diese umfassende Betrachtung aller Facetten der Therapie und Beratung kann nur durch ein multiprofessionelles Team und ausreichend Zeit realisiert werden.

Grundgedanken zur CI-Habilitation bei Kindern

Das Ziel der CI-Versorgung bei Kindern ist, das Hören als integralen Bestandteil des Lebens zu verankern und die kommunikativen und sprachlichen Fähigkeiten des Kindes zu entwickeln und ständig, über

Jahre zu verbessern (Deutsche Gesellschaft für HNO 2012). Dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn das Kind zu Hause eine interessante Hörumgebung findet und gelungene Interaktionen erlebt. Ein isoliertes Hörtraining wird nicht zu einer gelungenen CI-Versorgung führen. „Der Natürliche Hörgerichtete Ansatz basiert auf der Tatsache, dass die spezifischen Bedürfnisse eines hörgeschädigten Kindes, die es zweifellos hat, nicht in einer besonderen Behandlung wie beispielsweise der Bereitstellung eines manuellen Kommunikationssystems liegen, sondern vielmehr darin, dass es mehr vom Normalen braucht“ (Clark 2009, S. 20). Die Therapeuten in der CI-Habilitation haben somit den Grundgedanken, die Eltern in ihren intuitiven Kommunikations- und sprachfördernden Verhaltensweisen zu unterstützen und diese auszubauen (Batliner 2012). Alles, was Eltern intuitiv zur Unterstützung des Spracherwerbs normalhörender Kinder tun, brauchen auch hörgeschädigte Kinder. Diese brauchen jedoch mehr davon: mehr Zeit, mehr Geduld, mehr inhaltlich interessante Dialoge.

Neben diesem grundlegenden Aspekt hat die CI-Habilitation bei Kindern viele spezifische Inhalte. Natürlich müssen ärztliche Nachbehandlungen und in regelmäßigen Abständen audiometrische Kontrolluntersuchungen sichergestellt sein. Ein weiteres sehr wichtiges Element ist die fortlaufende, an die Entwicklung des Kindes angepasste Einstellung der Sprachprozessoren. Da die Anpassung bei Kindern in den ersten Lebensjahren hauptsächlich auf Verhaltensbeobachtung beruht, muss hier eine sehr enge Abstimmung zwischen den Technikern, den Therapeuten und Pädagogen und den Eltern erfolgen. Zentraler Bestandteil der CI-Habilitation ist darüber hinaus die Diagnostik, Beobachtung und Therapie der Hör- und Sprachentwicklung und der Gesamtentwicklung jedes einzelnen Kindes. Dies kann nur im interdisziplinären Austausch mit Ergo-, Logo- und Musiktherapeuten sowie Pädagogen, Psychologen, Technikern und Ärzten erfolgen, besonders da viele CI-versorgte Kinder weitere Beeinträchtigungen aufweisen, die ihre Entwicklung behindern. Des Weiteren ist die Elternarbeit als eines der wichtigsten Elemente zu betrachten, wie bereits kurz dargestellt wurde.

Um die bestmögliche Hör- und Sprachentwicklung zu unterstützen, ist ein regelmäßiger Austausch mit allen im jeweiligen Familiensystem beteiligten Personen notwendig. Daher haben die Therapeuten des Sächsischen Cochlear Implant Centrums beispielsweise regelmäßig Kontakt mit dem Kindergarten, der Frühförderung, der Logopädie und vielen mehr.

Grundgedanken zur CI-Rehabilitation bei Erwachsenen

Das Ziel der CI-Rehabilitation bei Erwachsenen besteht je nach dem individuellen Erfahrungshintergrund darin, sich im privaten und beruflichen Alltag wieder über das Hören orientieren zu können, wieder Sprache zu verstehen und wieder entspannt kommunizieren zu können (ACIR 2011). Im grundlegenden Unterschied zu Kindern haben Erwachsene bereits ein differenziertes neuronales Hör- und Sprachsystem erworben und die neuen Hörimpulse der CI-Stimulation müssen mit dem bestehenden neuronalen Muster in Verbindung gebracht werden. Dieser Prozess wird maßgeblich durch die bewusste Auseinandersetzung mit den neuen Höreindrücken und durch Üben beschleunigt (Heinemann 2014).

Daher ist die strukturierte, kleinschrittige, individuell geplante Hörtherapie eine Grundlage der CI-Rehabilitation bei Erwachsenen. Der Hörtherapeut leitet dieses bewusste Erleben an, vermittelt Inhalte und Methoden (auch für das häusliche Üben) und entwickelt mit dem Patienten realistische Ziele und Veränderungsmöglichkeiten.

Eine erfolgreiche CI-Versorgung beinhaltet jedoch auch bei Erwachsenen mehr als die Fokussierung auf das Hören. Im Mittelpunkt muss

die Kommunikation des Einzelnen in seinem System stehen. Der Hörtherapeut reflektiert gemeinsam mit dem Patienten das individuelle Kommunikationsverhalten und erarbeitet spezifische Kommunikationsstrategien. Häufig wiederkehrende Fragestellungen betreffen beispielsweise die Kommunikation in der Familie, mit dem Partner, im Arbeitsumfeld oder in Gruppensituationen. Der Therapeut und Pädagoge darf nicht ausschließlich auf messbare Erfolge fokussieren, wie sie etwa durch die Audiometrie sichtbar werden, sondern muss versuchen herauszuarbeiten, welche Ressourcen der einzelne Patient hat und wie diese erfolgreich gestärkt werden können (Hintermair/Tsirigotis 2004).

Das grundlegende Ziel der CI-Rehabilitation ist die Verbesserung der Lebensqualität.

Referenzen

- Arbeitsgemeinschaft Cochlear Implant Rehabilitation (ACIR) (2011) Konsenspapier zur Rehabilitation nach Cochlea Implantat Versorgung. <http://www.acir.de/Konsenspapier%20final.pdf> (Stand: 19.05.2019)
- Batliner G (2012) Frühförderung nach dem Natürlichen Hörgerichteten Ansatz. In: Leonhardt A Frühes Hören. Ernst Reinhardt, München/Basel
- Clark M (2009) Interaktion mit hörgeschädigten Kindern. Der Natürlich Hörgerichtete Ansatz in der Praxis. Ernst Reinhardt, München
- Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V., Bonn (2012) S2k-Leitlinien „Cochlea-Implantat Versorgung und zentral-auditorische Implantate“. https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/017-0711_S2k_Cochlea_Implant_Versorgung_2012-05-abgelaufen.pdf (Stand 19.05.2019)
- Heinemann S (2014) Der Weg zum neuen Hören: Aspekte der Beratung und Therapie von erwachsenen Cochlea-Implantat-Trägern. Spektrum Patholinguistik 7, 13–39
- Hintermair M, Tsirigotis C (2004) Ressourcendiagnostik in der Hörgeschädigtenpädagogik. Hörgeschädigtenpädagogik 58, 2004, 5, 186–195

Mareike Grundmann
Universität Oldenburg
Institut für Sonder- und Rehabilitationspädagogik
Postfach 2506
26111 Oldenburg
mareike.grundmann@uol.de

Prof. i. R. Dr. Manfred Hintermair
Pfungstrosenstraße 79
81377 München
hintermair@ph-heidelberg

Jun.-Prof. Dr. phil. Vanessa Hoffmann
HFH Hamburger Fern-Hochschule
Studiengangsst. Therapie- und Pflegewissenschaften
Alter Teichweg 19
22081 Hamburg
Vanessa.Hoffmann@hamburger-fh.de

Prof. Dr. rer. nat. Inga Holube
Jade Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth
Institut für Hörtechnik und Audiologie
Friedrich-Paffrath-Straße 101
26389 Wilhelmshaven
inga.holube@jade-hs.de

Dr. rer. biol. hum. Angelika Illg
Medizinische Hochschule Hannover
Deutsches HörZentrum
Karl-Wiechert-Allee 3
30625 Hannover
illg@hoerzentrum-hannover.de

Dr. Martin Kinkel
KIND Hörstiftung
Kokenhorststraße 3-5
30938 Großburgwedel
martin.kinkel@kind.com

Prof. Dr. Dr. Birger Kollmeier
Universität Oldenburg
Abteilung für Medizinische Physik und Akustik
Ammerländer Heerstraße 114-118
26129 Oldenburg
birger.kollmeier@uni-oldenburg.de

Dominique Kronesser
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden
Sächsisches Cochlear Implant Centrum – SCIC
Fetscherstraße 74
01307 Dresden
dominique.kronesser@uniklinikum-dresden.de

Dr. Markus Meis
Hörzentrum Oldenburg
Markt- & Wirtschaftsforschung
Marie-Curie-Straße 2
26129 Oldenburg
M.Meis@Hoerzentrum-Oldenburg.de

Prof. Dr. rer. medic. Dipl.-Ing. Hartmut Meister
Universität Köln
Jean-Uhrmacher-Institut für klinische HNO-Forschung
Geibelstraße 29
50931 Köln
hartmut.meister@uni-koeln.de

Prof. Dr. med. Dirk Mürbe
Charité-Universitätsmedizin
Klinik für Audiologie und Phoniatrie
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin
dirk.muerbe@charite.de

Prof. Dr. rer. nat. habil. Jonas Obleser
Universität Lübeck
Institut für Psychologie 1
Maria-Goeppert-Straße 9a
23562 Lübeck
jonas.obleser@uni-luebeck.de

Jun.-Prof. Dr. Karolin Schäfer
Universität Köln
Heilpädagogik und Rehabilitation/Lehrstuhl Audiopädagogik
Albertus-Magnus-Platz
50923 Köln
karolin.schaefer@uni-koeln.de

Dr. Olivier Sterkers
Sorbonne University
University Hospital Pitié-Salpêtrière
23 rue Joseph-de-Maistre
75018 Paris / Frankreich
olivier.sterkers@aphp.fr

Carsten Svensson
Saint-Gobain Ecophon AB
Box 500
26503 Hyllinge / Schweden
carsten.svensson@ecophon.se

Hören und Lernen

Materialsammlung vom 1. Interdisziplinären Kolloquium der KIND Hörstiftung
am 4. und 5. Februar 2019 in der Konrad-Adenauer-Stiftung,
Tiergartenstraße 35, 10785 Berlin

Leitung: Sebastian Hoth, Heidelberg

Schriftenreihe KIND Hörstiftung, Band 22

Herausgeber:

KIND Hörstiftung
Kokenhorststraße 3-5
30938 Großburgwedel
Telefon: +49 (51 39) 80 85 - 158
Fax: +49 (51 39) 80 85 - 299
E-Mail: kontakt@kind-hoerstiftung.de
www.kind-hoerstiftung.de

Wissenschaftlicher Vorstand:

Professor Dr. rer. nat. Sebastian Hoth, Heidelberg (Vorsitzender)
Dr. phil. Barbara Bogner, Heidelberg
Professorin Dr. med. Annerose Keilmann, Mainz
Professor Dr. med. Andrej Kral, Hannover
Professor Dr. med. Thomas Lenarz, Hannover
Ehrenmitglied: Professor Dr. phil. Gottfried Diller, Heidelberg
Ehrenmitglied: Professor Dr. rer. nat. Hellmut von Specht, Magdeburg
Ehemaliger Ehrenvorsitzender: Professor Dr. med. Peter Plath †, Haltern-Flaesheim

Alle Fotos: KIND Hörstiftung – Jan Staiger

Die Abbildungen in den Beiträgen wurden von den Autoren als Dateien zur Verfügung gestellt.

Verlag und Redaktion:

Median-Verlag von Killisch-Horn GmbH
Im Breitspiel 11 a · 69126 Heidelberg
Postfach 11 07 · 69169 Leimen
Telefon (0 62 21) 90 509-0 · Telefax (0 62 21) 90 509-20
E-Mail: info@median-verlag.de

Redaktionskoordination: Anna Walter, Katalin Heath
Layout: Günter Lochmeyer
Titelbild: psi-motion
Druck: Strube Druck & Medien GmbH, Felsberg

Mit der Annahme zur Alleinveröffentlichung erwirbt der Verlag alle Rechte einschließlich der Befugnis zur Einspeisung in eine Datenbank.

© Median-Verlag 2019