



Zeitschrift für Audiologie

Audiological Acoustics

HÖRKULTUR

16. Multidisziplinäres
Kolloquium der GEERS-STIFTUNG
am 13. und 14. Februar 2012
in Berlin

Schriftenreihe Band 19

Herausgeber
Gottfried Diller



Sonderheft Nr. 1/2013

4	Grußwort Daniel Bahr		
	<i>Vorwort</i>		
5	Vorwort zum 16. Multidisziplinären Kolloquium der GEERS-STIFTUNG 2012 -Hörkultur- Gottfried Diller		
7	Der GEERS-Stiftungspreis 2012		
	<i>Politische Aspekte</i>		
8	Hören persönlich empfunden – politisch bewertet Günther Beckstein		
10	Wer Inklusion will, sucht Wege, wer sie verhindern will, sucht Begründungen Hubert Hüppe		
	<i>Kultur und Anthropologische Aspekte</i>		
12	Wer sagt uns, was uns die Sinne sagen? Zur Anthropologie und Kultur des Hörens Max Ackermann		
18	Unerhörte Lebensräume Philip Leistner		
21	Wie hört Deutschland? Eckhard Hoffmann		
	<i>Neurophysiologische Aspekte</i>		
25	Sensible Phasen, Sprache und Gehörlosigkeit Peter Baumhoff, Andrej Kral		
	<i>Pädagogische und psychologische Aspekte</i>		
28	Stört Lärm beim Lernen? Wirkungen akustischer Bedingungen auf kognitive Leistungen bei Kindern Maria Klatte		
32	Kognitionspsychologische Grundlagen vom Zuhören Margarete Imhof		
39	Förderung des Zuhörens in Schule und Kindergarten Mechthild Hagen		
46	Extra-aurale Lärmwirkungen im Büroumfeld Markus Meis, Karin Klink, Christian Nocke, Gerrit Höfker		
51	Starke Emotionen und Gänsehaut beim Musikhören: Evolutionäre und musikpsychologische Aspekte Eckart Altenmüller, Reinhard Kopiez		
	<i>Menschen mit Hörschädigung</i>		
59	Neue Ansätze zur Bewertung von Hörschäden Cornelia Thiele		
	<i>Hörtechnik und Teilhabe</i>		
64	Hören + Akustik = Psychoakustik Hugo Fastl		
70	Hören für alle: Wo ist Forschungs- und Entwicklungsbedarf? Birger Kollmeier		
74	Science and Fiction der Hörgerätetechnologien Stefan Launer		
76	Die Stiftung Zuhören ... und ihre Bedeutung für das Hören Volker Bernius		
79	Verzeichnis der Referentinnen/Referenten		
79	Impressum		

Grüßwort des Schirmherrn



*Daniel Bahr,
Bundesminister für Gesundheit*

Hören ist für die meisten Menschen eine Selbstverständlichkeit. In nahezu allen Lebensbereichen spielt es eine wichtige Rolle.

Das, was wir hören, kann sich auf unsere Gesundheit auswirken. Sind wir zum Beispiel Lärm und anderen unangenehmen Geräuschen ausgesetzt, kann das erhebliche Folgen haben. Hörschädigungen – sei es durch eine Erkrankung oder Behinderung – gehen mit weitreichenden Beeinträchtigungen einher: Können wir beispielsweise nur eingeschränkt hören, erfahren wir in vielen Situationen des Alltags soziale Ausgrenzung.

Das zeigt, dass gute Hörbedingungen für normal Hörende wie auch Hörgeschädigte unverzichtbar sind. Gutes Hören ist dabei nicht selbstverständlich, sondern von besonderen Voraussetzungen abhängig, die erfüllt sein müssen. Dies führt zu einer Diskussion über die Kultur des Hörens.

Hören in seiner vielseitigen Bedeutung steht schon seit über 30 Jahren im Mittelpunkt der Aktivitäten der GEERS-STIFTUNG. Durch die Unterstützung von wissenschaftlichen Forschungen zum Hören und die regelmäßige Durchführung von multidisziplinären wissenschaftlichen Kolloquien will die Stiftung dazu beitragen, die Hörbedingungen für Menschen mit und ohne Hörschädigung zu verbessern.

Es freut mich, dass sich die GEERS-STIFTUNG im Rahmen ihres 16. wissenschaftlichen Symposiums mit führenden Experten aus den Bereichen Medizin, Biologie, Psychologie, Pädagogik, Soziologie, Physik und Ingenieurwissenschaften mit dem komplexen Thema »Hörkultur« auseinandersetzen wird. Dies scheint in einer Zeit, in der sich Menschen beinahe pausenlos mit einer Unzahl akustischer Reize im Alltag konfrontiert sehen, besonders notwendig.

Ich bin mir sicher, dass die Diskussion der Hörkultur in Deutschland spannend sein wird und wünsche Ihnen, den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Symposiums, zwei interessante Kongresstage in Berlin.

Daniel Bahr

Vorwort zum 16. Multidisziplinären Kolloquium der GEERS-STIFTUNG 2012 -Hörkultur-



Gottfried Diller,
Vorstandsvorsitzender der
GEERS-STIFTUNG

Gemäß ihrer Satzung möchte die GEERS-STIFTUNG u.a. wissenschaftliche Vorhaben aus Medizin, Audiologie und Hörpädagogik zum Wohle der Hörbehinderten und in besonderem Maße von hörbehinderten Kindern fördern. Diesem Grundsatz getreu wird seit 1981 alle zwei Jahre eine wissenschaftliche Tagung durchgeführt. Das 16. Multidisziplinäre Kolloquium der GEERS-STIFTUNG fand 2012 in Berlin unter dem Thema »Hörkultur« statt.

Das Ziel bestand darin, Fragen zum Hören nicht nur auf die Menschen zu beziehen, die an einer diagnostizierten Hörschädigung leiden, sondern grundsätzlich seine Bedeutung in der Gesellschaft und für den Einzelnen auch ohne Hörbeeinträchtigung zur Diskussion zu stellen.

Fachleute unterschiedlichster Disziplinen wie z.B. der Medizin einschließlich Neurophysiologie und Neurobiologie, Audiologie, Pädagogik, Psychologie Anthropologie, Soziologie und Politik und auch betroffene Menschen mit Hörschädigung waren eingeladen, über die Bedeutung des Hörens in ihren Handlungsbereichen zu referieren und gemeinsam mit den Kolloquiumsteilnehmerinnen und -teilnehmern darüber zu diskutieren.

Das Kolloquium sollte den neu geschaffenen Begriff Hörkultur inhaltlich füllen, um die Qualität des Hörens als Teil unserer Lebensqualität einordnen zu können. Damit verbunden sind Anstrengungen, gutes Hören (d.h. »Hörqualitäten«) zu ermöglichen, zu schützen und allen zur Verfügung zu stellen. Die Herausforderung besteht darin, gutes Hören als Teil einer gesellschaftlichen Hörkultur bzw. gesellschaftlichen Wertestellung zu sehen und zu sichern.

Unter Kultur verstehen wir » ... die Gesamtheit der typischen Lebensformen größerer Menschengruppen einschließlich ihrer geistigen Aktivitäten« (Zeit-Lexikon 2006, Bd. 19, 360). Kultur steht damit » ... im weitesten Sinne als Innbegriff für all das, was der Mensch geschaffen hat ... im Unterschied zum Naturgegebenen« (a.a.O.).

Fasst man unter »Gesamtheit der typischen Lebensformen« auch das Hören und sieht Hörereignisse als vom Menschen geschaffen, so lässt sich der oben genannte allgemeine Kulturbegriff um das Phänomen Hören erweitern. Das heißt wir verstehen unter Hörkultur im Besonderen

die Gesamtheit der typischen **akustisch geprägten** Lebensformen größerer Menschengruppen einschließlich ihrer geistigen Aktivitäten und ihrer Wertestellungen. Dies gilt sowohl für all das, was der Mensch **akustisch - auditiv** geschaffen hat, als auch für die naturgegebenen Möglichkeiten des Hörens.

Schill (2009) stellt in seinem Beitrag zur »Hörkultur in Zeiten des Internet« fest: »Im Übrigen fällt bei der Sichtung der relevanten kultur-, kommunikations-, medienwissenschaftlichen und medienpädagogischen Literatur auf, dass der Begriff Hörkultur vor allem »beiläufig« gebraucht und in der Regel nicht näher bestimmt wird. Meist wird dagegen von der Kultur des Hörens (vgl. z.B. Welsch 2006, ide 2008) oder von Zuhörkultur (vgl. z.B. Bechdorf 2006) gesprochen. Abgesehen davon spielt die Auseinandersetzung mit der Welt des Auditiven in den verschiedenen Wissenschaftsfeldern nur eine untergeordnete Rolle« (Schill 2009, S. 122).

Eine quantitative Analyse in welchem Umfang Hörkultur in einzelnen Fachbereichen, denen man eine Affinität zum Thema unterstellen kann, repräsentiert wird, kann weitere Hinweise auf den ihren Stellenwert geben.

Hier das Ergebnis, das natürlich durch die Aktualität des Internet einem permanenten Wandel unterliegt und deshalb nur unter Vorbehalt zu bewerten ist:

Hörkultur in Verbindung mit einzelnen Fachgebieten oder Bereichen (Abfrage über Suchmaschine, Stand: 04.09.2012)

	Einträge in Verbindung mit Hörkultur	Einträge für den Einzelbegriff	Prozentualer Anteil an der Gesamtnennung
Hörkultur		19.700	
Medien	165.000	205.000.000	0,0008
Gesellschaft	142.000	151.000.000	0,0009
Technik	139.000	277.000.000	0,0005
Audiologie	335	901.000.000	0,0004
Pädagogik	112.000	14.800.000	0,008
Therapie	3.620	46.900.000	0,077
Medizin	0	111.000.000	0
Gehörlos	770	308.000	0,25
Schwerhörigkeit	998	580.000	0,17
Hörschädigung	399	111.000	0,36
Hörgeschädigte	553	2.100.000	0,03

Diese Zahlen lassen keine qualitative Bewertung zu, aber sie können zum Anlass genommen werden, sich weiterhin mit Hörkultur - einer Kultur des Hörens - auseinanderzusetzen.

Literatur

- Bechdorf, U (2006): Ganz Ohr – Ganz Körper. Zuhörkultur in Bewegung. In: Bernius, V u. a. (Hrsg.) (2006): Der neue Aufstand des Ohrs – die neue Lust am Hören. Reader Neues Funkkolleg. Göttingen: S. 128-137.
- ide – Informationen zur Deutschdidaktik – Zeitschrift für den Deutschunterricht in Wissenschaft und Schule (2008): Themenheft »Kultur des Hörens«, Heft 1/2008.
- Schill, W (2009): Hörkultur in den Zeiten des Internet. In: Dieter Baacke Preis Handbuch 4, 2009 (S. 121-135)
- Welsch, W (2006): Auf dem Wege zu einer Kultur des Hörens? In: Bernius, V u. a. (Hrsg.) (2006): Der neue Aufstand des Ohrs – die neue Lust am Hören. Reader Neues Funkkolleg. Göttingen: S. 29-46

Die GEERS-STIFTUNG dankt allen Referentinnen, Referenten und Teilnehmern, die nicht nur das Kolloquium durch ihren wertvollen Beitrag bereichert haben, sondern durch ihre Mitwirkung an diesem Symposiumsbericht nun auch einer geschätzten breiten Öffentlichkeit die Möglichkeit geben, sich an der Diskussion über Hörkultur zu beteiligen.



(Quelle: Kircher Foto)

Die Referentinnen und Referenten des 16. Multidisziplinären Kolloquiums und der Vorstand der GEERS-STIFTUNG

Das Herz hört mit: Identifizierung eines neuen genetischen Syndroms mit Hörstörung und Herzrhythmusstörung

Der GEERS-Stiftungspreis in Höhe von 15.000 € wurde im Rahmen des 16. Multidisziplinären Kolloquiums der GEERS-STIFTUNG am 13.02.2012 in Berlin verliehen und ging in diesem Jahr an den Humangenetiker PD Dr. med. Hanno J. Bolz.

Mit dem Preis zeichnet die GEERS-STIFTUNG hervorragende Arbeiten auf dem Gebiet der Ursachenforschung, der Früherkennung und der Therapie von Hörschäden sowie der Anpassung und Versorgung mit Hörgeräten insbesondere bei Kindern aus.

Durch die von dem Humangenetiker Hanno Bolz vorgelegte herausragende wissenschaftlich fundierte Arbeit wurde ein wesentlicher Beitrag zur Ursachenforschung geleistet. Hörschäden können in Verbindung mit vielen Syndromen auftreten. Nach wie vor stellt die Differentialdiagnose und die Aufklärung der Ursachen von Syndromen die Wissenschaft vor große Herausforderungen. Bisher ist nur vom Jervell und Lange Nielsen-Syndrom bekannt, dass Hören und Herzrhythmus »zusammenhängend« beeinträchtigt sein können. Mit der Beschreibung des SANDD-Syndroms ist es Dr. Bolz gelungen, ein weiteres wichtiges genetisches Syndrom zu identifizieren, bei dem neben einer Hörstörung auch eine Herzrhythmusstörung auftritt. Durch seine Forschungen konnte Hanno Bolz nachweisen, dass der ursächliche Gendefekt neben einer Fehlfunktion der Haarzellen im Innenohr, die die Hörstörung verursacht, auch die Arbeit des »Schrittmachers« im Herzen, des Sinusknotens, beeinträchtigt. Dies zeigt sich in Form von Herzrhythmusstörungen und könnte unter bestimmten Umständen lebensbedrohlich sein.

Durch immense technische Fortschritte in der Genanalyse kann bei Vorliegen einer Hörstörung eine Routinediagnostik den Nachweis einer solchen Erkrankung jetzt bereits sehr früh ermöglichen, was sich natürlich äußert positiv auf die weitere Rehabilitation hörgeschädigter Kleinkinder auswirken kann.

Der Preisträger empfiehlt, dass zumindest das Tasten des Ruhepulses nun zur diagnostischen Routine bei Kindern mit Hörstörung gehören sollte.



(Quelle: Kircher Foto)

Hören persönlich empfunden – politisch bewertet



Günther Beckstein,
Bayerischer Ministerpräsident a.D.

Maybrit Illner ist eine kluge Frau. Sie ist immer bestens informiert. Aber eines wusste bis vor Kurzem auch Maybrit Illner nicht: Was ein Cochlea-Implantat (CI) ist.

Vor einer Sendung hat sie mich angeschaut und mir gesagt, ich könne ruhig meinen MP3-Player aus dem Ohr nehmen. Ich habe ihr erklärt, dass das kein MP3-Player ist, sondern ein CI. Das fand sie dann völlig in Ordnung, und so bin ich mit dem CI zur Aufzeichnung. Diese Episode zeigt: Dass es so etwas wie ein CI gibt, ist noch immer Insiderwissen in Deutschland. Ich schätze: In meiner privaten Umgebung konnte vor meiner Operation maximal jeder Zehnte etwas mit dem Begriff »Cochlea-Implantat« anfangen. Meine Frau kannte es aus der Schule, am Beispiel von ertaubten Kindern. Aber meine übrigen Bekannten hatten fast alle keine Ahnung.

Das ist natürlich keine böse Absicht. Aber für einen CI-Träger ist die Hemmschwelle besonders groß, wenn sein CI als etwas Außergewöhnliches wahrgenommen wird. Was nicht bekannt ist, fällt auf. Eine Brille ist längst etwas ganz Alltägliches, sogar ein modisches Accessoire! Kein Mensch würde sich nach einem Brillenträger umdrehen. Hörhilfen dagegen führen immer noch ein Nischendasein, obwohl Schwerhörigkeit und Taubheit in unserer Gesellschaft ganz, ganz häufig vorkommen.

Umso wichtiger ist es, Aufklärungsarbeit zu leisten. Dieser Aufklärungsarbeit widmet sich die GEERS-STIFTUNG seit über 30 Jahren.

Daher ist Selbstbewusstsein wichtig. Ich habe mein CI von Anfang an und ganz bewusst öffentlich gemacht. Zu den wenigen Menschen, die kein Verständnis haben, sage ich immer: »Es kommt nicht darauf an, was man am Kopf dran hat, sondern was man im Kopf drin hat!« Und daher sind Veranstaltungen wie diese wichtig. Auch wenn der Ansatz des heutigen Kolloquiums ein wissenschaftlicher ist: In ihrem Wert für einen offenen – ich möchte fast sagen: erwachsenen – Umgang mit Hörbehinderungen sind Veranstaltungen, wie das 16. Multidisziplinäre Kolloquium der GEERS-STIFTUNG daher sehr bedeutsam.

Einschränkend möchte ich vorausschicken: Was ich zu sagen habe, sage ich immer aus der Perspektive eines Privilegierten. Stellen Sie sich meinen Arbeitstag als Innenminister, als Ministerpräsident oder auch jetzt als Ministerpräsident a.D. vor: Bei einer Rede hören alle dem Redner zu – wenn er einigermaßen gut ist. Wenn Sie auf einem Podium sitzen und mit anderen diskutieren, dann gibt es meistens auch keine Verständnisprobleme, wenn nicht gerade alle durcheinander reden. Oder im Landtag: Einer steht am Rednerpult, die anderen hören zu.

Ich bin also auch schon vor dem CI meistens ein privilegierter Hörer gewesen. Meine Arbeit konnte ich ohne Einschränkung machen. Aber es gab natürlich auch schwierige Situationen: Gespräche mit mehreren Leuten in einem Raum zum Beispiel. Da habe ich oftmals nur Bruchstückhaftes gehört. Am Anfang bitten Sie noch darum, dass laut gesprochen wird. Aber irgendwann geben Sie es entnervt auf, weil die Leute nach wenigen Sekunden wieder leiser werden und in ihre Ausgangslautstärke zurückfallen. Oder, nach einer Rede, bei Fragen aus dem Publikum: Wenn da einer ganz leise und schüchtern seine Frage stellt, dann haben Sie als Schwerhöriger kaum eine Chance. Besonders schwierig war es natürlich im Bierzelt. In Bayern ist das ein heiliger Ort, den Sie als Politiker nicht einfach so meiden können.

Als Franke sage ich mit einem leichten Seitenhieb auf die Altbayern: Im Bierzelt geht es bierernst zu. Wenn Sie ein Witzchen machen über die schlecht eingeschenkte Maß Bier, dann stehen Sie am nächsten Tag in der BILD-Zeitung. Genauso ist es, wenn sich Ihre Frau untersteht, aufs Oktoberfest im Trachtenkostüm statt im Dirndl zu gehen. Daraus leite ich ab, dass man diesen Unterschied hier gar nicht erkennen würde, geschweige denn besprechen. In der Oktoberfestzeit aber gelten in Bayern andere Gesetze. Was dem Bayern eigentlich der Himmel ist, kann für einen Schwerhörigen zur Hölle werden. Wer nicht gut hört, für den ist die Kommunikation im Bierzelt eine echte Herausforderung. Ich weiß von einigen Kollegen, dass im Bierzelt sogar normale Hörer ihre Schwierigkeiten haben und nicht immer alle Hintergrund- und vor allem auch Vordergrundgeräusche ohne Weiteres wegfiltern können.

Meine Probleme haben begonnen, als ich 2004 mehrere Hörstürze erlitt. Das hat mich erst einmal nicht allzu sehr überrascht, weil auch mein Vater schon Probleme mit dem Hören hatte. Von diesem Zeitpunkt an trug ich in beiden Ohren Hörgeräte. Rechts kam ich damit sehr gut klar, links dagegen klappte es von Anfang an nicht so gut.

Im Frühjahr 2010 gab es links eine deutliche Verschlechterung, wahrscheinlich wegen einer Otitis, die ich nicht ernst genommen hatte. Eine schwere Mittelohrentzündung kam dazu, und zwar auf beiden Seiten. Ich hörte praktisch von einem Tag auf den anderen gar nichts mehr. Das machte mich fast verrückt.

Für meine Verhältnisse blitzschnell, habe ich deshalb meinen Ohrenarzt aufgesucht. Dieser hat mich untersucht und gesagt: »Da gibt es nur eins – ein Cochlea-Implantat.« Er hat mir erklärt, was das ist, mir Informationsmaterial mitgegeben und mich wieder nach Hause geschickt. So habe ich das erste Mal vom CI erfahren. Ich habe mir dann noch eine zweite Meinung beim Cochlear-Implant-Centrum CICERO in Erlangen eingeholt. Und auch dort hieß es: »Ein Cochlea-Implantat ist die richtige Lösung für Sie.« – »Gut«, habe ich gesagt, »dann am besten gleich morgen.«

Aber so schnell ging es natürlich nicht. Ich musste vorher noch geimpft werden. Dann musste der Termin noch einmal geschoben werden, weil wir schon eine Amerika-Reise gebucht hatten. Nach unserer Rückkehr suchte ich sofort die Klinik auf. Die Operation war nicht übermäßig schlimm, aber so »ganz ohne« war sie auch nicht. Drei, vier Wochen später wurde das CI angepasst. Die Anpassung selbst war problemlos.

Als ich schließlich nach Hause kam, dachte ich, wir hätten einen Wasserschaden in der Wohnung. Irgendwo tropfte es. Meine Frau hörte nichts und durchsuchte das ganze Haus. Dann haben wir herausgefunden, dass das Geräusch das Ticken des Weckers im Schlafzimmer war. Mein Gerät war so fein eingestellt, dass ich das durch die ganze Wohnung hörte. Außerdem klang am Anfang noch alles sehr blechern. Doch mein Gehirn gewöhnte sich schnell daran. Wahrscheinlich hat mir meine Kombination dabei auch geholfen: rechts Hörgerät, links CI. Und ich weiß auch, dass jemand, der das Hören bereits gelernt und jahrzehntelang geübt hat, im Vorteil ist gegenüber jemandem, der von Geburt an taub ist. Jedenfalls lief der ganze Lernprozess sehr schnell und sehr glatt.

Insgesamt muss ich wirklich sagen: Ich komme hervorragend mit dem CI zurecht. Zwar telefoniere ich aus alter Gewohnheit noch immer rechts, mit meinem »guten« Ohr. Das ginge links bestimmt besser, aber ich mag mich nicht umstellen.

Und ich kann bei einem Konzert auch nicht alle Instrumente heraushören – Trompeten etwa höre ich, Geigen aber nicht. Wahrscheinlich könnte man das einstellen, aber das ist mir zu aufwendig. Ich nehme von den vielen Programmen, die das CI hat, immer nur zwei. Das erste, wenn es kaum Nebengeräusche gibt. Und das zweite ist mein »Oktoberfest-Programm«, wenn es praktisch nur Nebengeräusche gibt. Das reicht an Aufwand, ich will keine große Wissenschaft daraus machen.

Genau das hat aber übrigens meine private Krankenversicherung versucht: Die wollte die Kosten für die Versorgung nicht übernehmen. Man versuchte, mir in einer ausführlichen Argumentation weiszumachen, es würde ausreichen, wenn man mit einem Ohr hört. Die Sache ist jedoch vor Gericht gegangen. Meine Forderungen wurden komplett anerkannt.

Aber, noch einmal: Alle diese Anstrengungen haben sich gelohnt. Ich höre viel, viel besser als früher. Meine Hörleistung liegt jetzt wieder bei 85 Prozent. Vorher hatte ich auf dem linken Ohr keine zehn Prozent mehr. Ich habe also faktisch nur noch mit dem rechten Ohr gehört und hatte auch kein Richtungshören mehr.

Über den Erfolg nach der Operation habe ich mich gefreut. Ich war echt erleichtert und bin ein richtig glücklicher Hörer. Aber ich habe

mich doch ziemlich darüber gewundert, dass das CI in der Öffentlichkeit so wichtig genommen wird. Ich war der Meinung: Mein CI ist vom Prinzip her auch nichts anderes als eine Brille, bloß eben zur Unterstützung des Hörens statt des Sehens. Deswegen bin ich auch davon ausgegangen, dass mein CI auf ungefähr dasselbe öffentliche Interesse stößt wie meine Lesebrille – nämlich auf gar keines.

Als ich gemerkt habe, dass das nicht so ist, bin ich ganz bewusst in die Offensive gegangen. Nie hätte ich versucht, mein CI zu verbergen.

- Ich habe es der BILD-Zeitung vorgestellt, so wie ich es bereits 2005 mit meinen Hörgeräten gemacht hatte. Schnell stand es daraufhin in allen Zeitungen.
- Als Nächstes bin ich mit dem CI aufs Oktoberfest gegangen. Da war ein Promi-Gespräch, das von einer Münchener Tageszeitung jedes Jahr auf der Wiesn veranstaltet wird – mit enormer Bierzeltgaudi im Hintergrund. Diesen Crashtest hat das CI gut bestanden. Außerdem wollte ich auf dem bayerischen Hochamt von Schick und Schickeria auch gleich zeigen: Das CI ist eine gute Sache. Und wenn jemand mit der äußerlich sichtbaren Prothese ein Problem hat, dann bitte schön: Aber mein Problem ist das garantiert nicht.

Ich korrigiere mich: Es ist nicht mein persönliches Problem, es ist mir schlichtweg einerlei. Als Politiker und als öffentliche Person aber möchte ich schon meinen Anteil dazu beitragen, dass es das Selbstverständlichste der Welt wird, dass in unserer immer älter werdenden Gesellschaft die Menschen sinnvolle technische Hilfsmittel in Anspruch nehmen.

Mangelndes Selbstbewusstsein kostet hier wirklich völlig unnötig Lebensqualität.

- Gerade bei Schwerhörigkeit kommt es doch darauf an, dass man sich frühzeitig an Hilfsmittel gewöhnt. Wenn Sie zu lange nichts tun und schwer hören, dann erschrecken Sie mit Ihrem neuen Hörgerät plötzlich über jedes Geräusch, mit dem Sie schon seit Jahren nicht mehr rechnen.
- Oder denken Sie an die Isolierung, die bei Schwerhörigkeit droht. Ich habe das bei meinem eigenen Vater erlebt, der sich mit zunehmender Schwerhörigkeit immer mehr zurückgezogen hat.

Also: Zum Ohrenarzt gehen, zu seiner Schwerhörigkeit stehen, Hörhilfen frühzeitig und selbstbewusst einsetzen – das ist es, was ich empfehle. Ich habe selbst nach meinen Erfahrungen einige Bekannte in der mir eigenen, nicht gerade indirekten Art zum Ohrenarzt geschickt. Die haben jetzt alle ein oder zwei Hörgeräte. Und sind froh, dass sie diesen Schritt getan haben!

Wenn es um den selbstverständlichen Umgang mit Schwerhörigkeit in unserer Gesellschaft geht, dann muss es in einem weiteren Schritt natürlich auch um Inklusion gehen. Ich möchte dem nächsten Redner dieses Thema keinesfalls wegnehmen, nur so viel:

Inklusion ist ein Idealzustand. Auf den Bereich der Bildung und Erziehung angewandt, bedeutet dieser Begriff: Alle Kinder haben das Recht auf eine optimale Bildung – alle, auch Kinder mit einer

Behinderung oder anderen speziellen Bedürfnissen. Diese Kinder sollen von Anfang an mit dabei sein. Nicht das Kind soll Voraussetzungen erfüllen müssen, um in eine Einrichtung zu kommen. Sondern die Einrichtung soll umgekehrt maximale Offenheit und maximales Bemühen um eine inklusive Pädagogik an den Tag legen.

- Dazu braucht es den unbedingten Willen aller Beteiligten – der Eltern, der Erzieher und Pädagogen, der Politiker.
- Dazu braucht es einen deutlich höheren personellen, materiellen und räumlichen Aufwand. Etwas anderes zu behaupten, wäre Augenwischerei.
- Und dazu braucht es einen langen Atem. Denn dieser Idealzustand der Inklusion wird sicher nicht von heute auf morgen erreichbar sein. Eine inklusive Gesellschaft und eine inklusive Bildung von frühester Kindheit an kann es nur auf evolutionärem Wege geben. Aber auf diesen Weg müssen wir uns machen, konsequent und ehrgeizig, damit es immer und immer wieder ein Stück vorangeht.

Bayern hat diesen Weg seit einiger Zeit beschritten. Es gibt einen Aktionsplan zur Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention. Und Bayern verfolgt zweitens den Gedanken eines Bundesleistungsgesetzes. Denn: Inklusion ist eine nationale Aufgabe. Ihre Kosten können von den Kommunen alleine auf Dauer nicht gestemmt werden. Ein Bundesleistungsgesetz soll hier der großen und immer größer werdenden Bedeutung der Gesellschafts- und Zukunftsaufgabe Inklusion Rechnung tragen.

Hildegard von Bingen, die große Mystikerin des Mittelalters, hat das Hören als einen Vorgang von großer Bedeutung begriffen: »Durch das Hören«, hat sie gesagt, »wird das Innere des Menschen erschüttert.«

Ich glaube, dass diese Charakterisierung sehr treffend ist: Das Hören lässt uns unsere Umwelt wahrnehmen, Musik und Gesang genießen, Lebensfreude empfinden. Es kann in seiner Bedeutung für das Glücksgefühl des Menschen gar nicht hoch genug bewertet werden. Daher wünsche ich diesem Symposium zur Hörkultur eine breite Signalwirkung, ganz nach dem Motto: Wer hören kann, der höre. Egal, mit welchem Hilfsmittel. Und wenn's wirkt, meinestwegen gerne auch mit einem MP3-Player.

Wer Inklusion will, sucht Wege, wer sie verhindern will, sucht Begründungen



*Hubert Hüppe, MdB,
Beauftragter der Bundesregierung für
die Belange behinderter Menschen*

Das Recht auf Teilhabe gilt für Menschen mit Behinderung in allen Lebensbereichen. Dies hat vor nicht ganz drei Jahren die UN-Behindertenrechtskonvention noch einmal klargestellt. Menschen mit Behinderung müssen mitten in der Gesellschaft leben können. Diese Inklusion bedeutet auch, dass jeder Mensch so angenommen wird, wie er ist. Seine unterschiedlichen Bedürfnisse müssen beachtet werden.

Die Bedürfnisse können bei Menschen mit Hörbehinderung sehr unterschiedlich sein. Je nach Grad der Hörbehinderung – ob beidseitig oder einseitig hörbehindert und ob von Geburt an oder bei

später eingetretener Hörbehinderung – gibt es unterschiedliche Bedürfnisse und oft auch unterschiedlich hohe Barrieren. Die größten Barrieren liegen bekanntermaßen im Bereich der Kommunikation. Hierbei spielt für Menschen mit einem Hörgerät sowohl eine nicht ausreichende Hörgeräteversorgung eine Rolle wie auch die konkrete Umgebung, in der sie sich befinden. Barrieren ziehen sich durch alle Lebensbereiche. Viele hörbehinderte Menschen empfinden es insbesondere am Arbeitsplatz als sehr belastend, wenn sie wichtige Informationen nicht mitbekommen. In der heutigen Arbeitswelt, in der Team- und Projektarbeit immer wichtiger werden und deshalb häufig eine Gesprächssituation mit vielen Menschen besteht, verstärkt sich diese belastende Situation noch. Andere Beispiele gibt es im privaten Bereich, aber auch auf öffentlichen Veranstaltungen, an Bahnhöfen und in öffentlichen Verkehrsmitteln. Wenn etwa schon für nicht hörbehinderte Menschen Lautsprecherdurchsagen an Bahnhöfen oder Redebeiträge auf Veranstaltungen oft kaum zu verstehen sind, werden sie für Menschen mit Hörbehinderung häufig zu unüberbrückbaren Hindernissen. Dieses und ähnliche Beispiele haben für die Menschen weitreichende Folgen, die viel zu häufig bei der Thematik nicht beachtet werden, wie Vereinsamung und schwere psychische Belastungen. Dies ist auch noch einmal bei der Gesundheitstagungsreihe »Teilhabe braucht Gesundheit« deutlich geworden, die ich 2010 und 2011 veranstaltet habe.

Dabei verdeutlicht etwa die UN-Behindertenrechtskonvention in Artikel 9, dass barrierefreie Kommunikation gewährleistet sein muss. Lösungen liegen auf dem Tisch, wie Barrieren für Menschen mit Hörbehinderung beseitigt werden können. Hierzu gehört die Beachtung des »Zwei-Sinne-Prinzips« im öffentlichen Raum, die Ausstattung von Räumlichkeiten mit induktiven Höranlagen sowie Gebärdensprach- und Schriftsprachdolmetscher bei öffentlichen Veranstaltungen oder Untertitelungen in Film und Fernsehen. Gerade beim letzten Punkt sehe ich durchaus Bewegung, insbesondere seitdem die UN-Behindertenrechtskonvention am 26. März 2009 in Deutschland in Kraft getreten ist. So haben ARD und ZDF vor Kurzem beschlossen, ihr Angebot an Sendungen mit Untertiteln auszuweiten. Im Bundestag sind Anträge eingebracht worden, die eine Ausweitung des barrierefreien Angebots fordern. Ich bin zuversichtlich, dass es gelingen wird, etwa die Filmförderung an die Barrierefreiheit, also etwa Untertitel, zu knüpfen. Hierzu gibt es auch entsprechende Aussagen im Nationalen Aktionsplan zur Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention.

Neben Barrierefreiheit in der Umgebung ist die Hörgeräteversorgung wichtiger Aspekt für barrierefreie Kommunikation vieler hörbehinderter Menschen. In meiner Gesundheitstagungsreihe gab es zu diesem Thema deshalb einen eigenen Workshop. Bei den im Workshop berichteten Versorgungsproblemen ging es nicht nur um das Gerät selbst, sondern auch um das Thema Anpassung und Training mit Hörgerät. Es wurde eine fehlende Ausfinanzierung bemängelt, aber auch – das will ich hier auch ansprechen – eine insgesamt intransparente Preisgestaltung. Hinsichtlich der fehlenden Ausfinanzierung wurde insbesondere bemängelt, dass die derzeitigen Festbeträge oft nicht für hochwertige Geräte reichten. Die einfachen Hörgeräte reichten nach Angaben der Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Workshops aber insbesondere nicht in geräuschvoller Umgebung aus. Dabei hat das Bundessozialgericht in seinem Urteil vom 17.12.2009 unterstrichen, dass es notwendig ist, hörbehinderten Menschen möglichst das Hören und Verstehen auch in großen Räumen und bei störenden Umgebungsgeräuschen zu ermöglichen. Dieses Urteil hat bekanntlich, wenn auch erste und vorsichtige, Reaktionen bei Verantwortlichen der Gesundheitsversorgung ausgelöst. So hat der Gemeinsame Bundesausschuss am 22.12.2011 eine neue Hilfsmittel-Richtlinie beschlossen, die am 1.4.2012 in Kraft treten wird. In der Richtlinie wird ausdrücklich geregelt, dass die Gesetzliche Krankenversicherung für solche Geräte aufkommt, die nach dem Stand der Medizintechnik Funktionsdefizite des Hörvermögens möglichst weitgehend ausgleichen. Das Sprachverstehen soll hierbei auch bei Umgebungsgeräuschen und in größeren Personengruppen erreicht werden. Als neuer Anspruch ist ein Anspruch auf Übertragungsanlagen festgelegt. Und es ist klargestellt, dass die Hörgeräteversorgung so erfolgen muss, dass die letztlich unbegrenzten Möglichkeiten eines nicht hörbehinderten Menschen erreicht werden. Der GKV-Spitzenverband hatte schon am 12.12.2011 neue Festbeträge für die Hörgeräteversorgung von Menschen mit an Taubheit grenzender Schwerhörigkeit beschlossen, die ab dem 1.3.2012 gelten sollen. Die hiernach etwa verdoppelten Festbeträge reichen aber nach Angaben von hörbehinderten Menschen oft nicht aus. Deshalb sehe ich sie auch nur als einen Schritt in die richtige Richtung zur Umsetzung der Entscheidung des Bundessozialgerichts, wobei die Festbeträge bereits nach geltendem Recht nicht das letzte Wort sind und individuell geprüft werden muss, was scheinbar oft nicht bzw. nicht ausreichend geschieht.

Wichtig ist beim Thema Hörbehinderung auch, das Wohl von Kindern mit Hörbehinderung im Blick zu haben, wie es die GEERS-STIFTUNG macht. Ich bin froh, dass das Neugeborenen-Hörscreening mit Wirkung ab Januar 2009 Leistung der gesetzlichen Krankenversicherung geworden ist. Diese Forderung, unter anderem von mir, wurde damit umgesetzt. Das frühkindliche Hören, das für ein Lautsprachverständnis sehr wichtig ist, kann damit seit 2009 früher gefördert werden. Allerdings habe ich auch immer deutlich gesagt: Die Versorgung mit Hilfsmitteln oder operative Eingriffe dürfen nicht zum Zwang werden. Insbesondere die Belange gehörloser Menschen, die etwa bewusst auf ein Cochlea-Implantat verzichten, muss berücksichtigt werden.

Bei der Inklusion von Menschen mit Hörbehinderung sind viele Akteure gefordert. Hierzu gehören Verantwortliche im Gesundheitsbereich auf Bundes- und Landesebene, aber auch Krankenkassen, Leistungserbringer, wie etwa Hörgeräteakustiker und Ärzte, oder auch Gremien, wie der Gemeinsame Bundesausschuss. Hierzu gehören aber auch Arbeitgeber, die bisher vielleicht Menschen mit Hörbehinderung nicht einstellen wollten, Arbeitskollegen, die sich nicht auf die Bedürfnisse ihrer hörbehinderten Kolleginnen und Kollegen einstellen, oder Kindertagesstätten, Schulen und Behörden, die Kinder mit Hörbehinderung an eine Sondereinrichtung verweisen. Es gibt schon heute viele gute Beispiele, in denen Menschen mit Hörbehinderung mitten in der Gesellschaft dabei sind. Ich erlebe, dass oft der Wille der Beteiligten ausreicht, um Inklusion zu ermöglichen.

Deshalb schließe ich mit den Worten: »Wer Inklusion will, sucht Wege, wer sie verhindern will, sucht Begründungen«.

Wer sagt uns, was uns die Sinne sagen?

Zur Anthropologie und Kultur des Hörens



Max Ackermann,
Fachhochschule Nürnberg

Wenn »... das Wort »Kultur« fällt«, so der bayerische Schriftsteller Carl Amery, »atmet gemeinhin der Philister auf und glaubt, dass man nichts fordert, wenn man die *kulturelle Wende* fordert. (In Wahrheit fordert man natürlich wesentlich mehr, als wenn man die politische fordert.)« (Amery, 1981). Doch das Echo kommt zurück, und nun ist es an mir zu erklären, was eine »kulturelle Wende« mit dem Hören zu tun haben könnte, und warum dieser Gedanke wirklich so brisant ist, wie Carl Amery es hier andeutet (Ackermann, 2007a; 2008a). So scheint es die Aufgabe dieses Textes, – wie es der berühmte Philologe Ernst Robert Curtius einmal formuliert hat – hinter zu steigen in die »Kellergewölbe« der Kulturgeschichte (Curtius, 1984). Man denke sich das am ehesten als eine Art »Grundlagenforschung« in Sachen Hörkultur und zugleich als ein tiefes Schürfen nach Mustern der Wahrnehmung.

Dabei ließe sich ein Teil der Geschichte als Teil meiner eigenen Biografie erzählen. Das könnte manchem vielleicht ebenso unwissenschaftlich wie verzichtbar anekdotisch scheinen, ich dagegen betrachte es eher als *pars pro toto* und als signifikantes Muster für eine bestimmte Entwicklung: Als ich mittlerweile – vor nun mehr als 20 Jahren – damit angefangen habe, mich mit der »Kultur des Hörens« zu befassen, bot meine Beschäftigung gleich zwei Einfallstore für den Zweifel und für teils höchst irritierte Nachfragen.¹ Galt es doch als zumindest fragwürdig, dass ich mich – ausgerechnet – mit dem Hören auseinandersetzen wollte. Wem aber dies offenbar verdächtige, ja obskure Tun kein Problem war, der fragte sich und mich, was ich denn eigentlich meine, wenn ich von einer »Kultur« spräche im Zusammenhang mit einer Wahrnehmung, ja gar von einer »Kultur des Hörens« (Ackermann, 2003a).

¹ Eine Initialzündung für mein Interesse war sicher das »Festival des Hörens« 1990 in Erlangen, dazu u. a.: Bill U – SAT – Siemens Audiologische Technik (Hrsg.): Symposium »Das Phänomen des Hörens«. Festival des Hörens. Erlangen, 20.-30. September 1990. Erlangen 1991. – Festival des Hörens e.V. [K M Fischer – Redaktion: Agentur VOX – Text u. Bild] (Hrsg.): Festival des Hörens Erlangen 1990 v. 20.-30. September 1990. Programm. Bd. 1-2. Erlangen 1990. – Ackermann M (1990) Das Hören des Textes. Über das Hörbare in Büchern. In: Christian Stelzer (Hrsg.): Vom Hören ist nicht viel zu lesen. Texte zu einem übersehenen Thema. Erlangen, S. 7-22

Was sich aus diesen Reaktionen ableiten lässt? Das Hören lag als Thema hinter dem topischen Horizont. Und wenn es auf einer Agenda stand, dann auf der von anderen, etwa auf der von Naturwissenschaftlern, von Physikern oder von Medizinern und Biologen, die aber ihrerseits völlig ohne den Begriff »Kultur« auskamen und allenfalls das Homonym berührten, etwa in Form einer Bakterienkultur. Zugegeben, das ist heute anders, aber: doch nicht gar so sehr.

Worum ist es mir also zu tun? Darum, einigen großen Fragen nachzugehen, ...

- ... zum Beispiel, ob es eine »Kultur des Hörens« überhaupt geben kann,

... und, ...

- ... wenn ja, was man sich unter ihr vorstellen müsste.

Obendrein wäre dann noch die These zu erörtern, ...

- ... inwiefern sich unser gegenwärtiger Umgang mit dem Hören vor allem einem *Medienwandel* verdankt,

... wenn ja, ...

- welcher das ist,

... und ...

- welche *Folgen* das hat, oder besser noch: bereits gehabt hat.

Zu fragen, was Kultur eigentlich sei, wirkt schnell ein wenig redundant. Ist »Kultur« doch ein Begriff, der sich geschmeidig verwenden und schnell an allerlei Kontexte anpassen lässt (Williams, 1989).

»Kultur« ist zunächst einmal ein Schlüsselwort der Moderne (Geyer, 1994). In der Philosophie umfasst Kultur wie nur wenige andere Begriffe, womit man sich nach dem Ende der großen philosophischen Systeme auseinandergesetzt hat. Dabei ist Kultur im Munde zu führen durchaus nicht ungefährlich. Denn einerseits ist sie für manche ein Kampfbegriff – etwa gegen die als allzu nüchtern diffamierte »Zivilisation« oder gegen andere Kulturen –, andererseits ist sie mittlerweile fähig, die gesamte menschliche Tätigkeit zu umfassen und auf eine radikale Weise zu reflektieren. Es ist das Jahr 1871: In einem Buch, betitelt »Primitive Culture«, wird Kultur gefasst als »... jener Inbegriff von Wissen, Glauben, Kunst, Moral, Gesetz, Sitte, Brauch und alle übrigen Fähigkeiten und Gewohnheiten, welche der Mensch als Mitglied der Gesellschaft sich angeeignet hat« (Tylor, 1873). Diese Definition stammt übrigens von Sir Edward Burnett Tylor, der als Begründer der Sozialanthropologie gilt. Aber um es mit einem aktuelleren Werk, mit David Chaney und seinem »Cultural Turn«, zu sagen: »Culture has different meanings in different cultural traditions.« (Chaney, 1994) Denn vieles spricht dafür, dass jeder Kulturraum und jede Epoche zu ihren eigenen Definitionen gelangen kann.

Mit dem 20. Jahrhundert hat eine Demokratisierung des Kulturbegriffs Raum gegriffen. Dazu haben viele Entwicklungen beigetragen: erst einmal selbstverständlich eine Demokratisierung von Gesellschaft überhaupt, aber dann auch seit den 1970er-Jahren die »Soziokultur« in der Kulturpolitik, das Diktum des Künstlers Joseph Beuys, dass

im Grunde jeder ein Künstler sein könne, die Aufwertung und Reflexion des Populären – bis hin zur »Alltagskultur« in Soziologie und Geschichte – und die Ausweitung des Kulturbegriffs auf Technik und Medien in den Kulturwissenschaften (Wagner & Sievers, 1997; Glaser & Stahl, 1974). Spätestens mit den 80er-Jahren öffnete sich dann die Kulturdebatte auch naturwissenschaftlichen und ökonomischen Fragestellungen.² Doch zugleich ist »Kultur« für Marktforscher und Werber das geblieben, was sie vorher oft sein sollte, ein Mittel der Distinktion, oder – etwas konkreter noch: im Sinne von Ess- oder Trinkkultur – die Aura eines Premiumprodukts, das auf eine gehobene Erwartung ebenso abzielt wie auf einen höheren Gewinn.

Wer also jetzt von einer »Hörkultur« spricht, folgt damit auch dem, was man heute alles unter Kultur verstehen kann, nicht zuletzt: der sinnfälligen Segmentierung eines vorher entgrenzten Begriffs. Das heißt, eine zu groß und unscharf gefasste Kultur wird wieder in übersichtlichere Begriffe geteilt, funktional oder thematisch, etwa im Sinne einer Kultur des Wohnens oder der Sexualität. Die Sexualkultur zum Exempel: Denn das ist nun wirklich kein unpassendes Thema, wenn man über Hörkultur sprechen mag. Denn in den kulturwissenschaftlichen Genderstudies, der Diskussion also, was an Geschlechtern und Sexualität biologisch beziehungsweise genetisch verstanden werden kann oder sozial und kulturell bestimmt ist, offenbart sich ein spannungsreiches Verhältnis, das so auch für die Hörkultur anzunehmen ist. Hier wirkt nämlich nichts Geringeres als die Beziehung zwischen unseren Körpern und ihrer Interpretation und die Frage, wie unsere biologische Grundausstattung mit ihrer kulturell geprägten Verwendung zusammenhängt, also: Natur mit Kultur (Hansen, 1993; Schroeder, 1997). Dabei geht es um Anthropologie und die Frage: Was ist der Mensch? (Böhme et al., 2000)

Um einem Missverständnis vorzubeugen: Ich will ausdrücklich nicht einem *Kulturalismus* das Wort reden und schon gar nicht an alten Wunden rühren, die auf der einen Seite Rechtsphilosophen, auf der anderen Neurobiologen davongetragen haben, als sie öffentlich über Geist und Gehirn, Bewusstsein und Determination, Schuld und Willensfreiheit stritten (Assheuer, 2002; Johler, 2009; Neuenschwander, 2010; Richards, 2011). Weit sinnvoller schiene mir ein schon 2003 geforderter »biokultureller Ko-Konstruktivismus«, der Natur nicht ausblendet und dem Kulturellen Bedeutung zuerkennt.³

Julia Fischer, Verhaltensforscherin und Leiterin der Forschungsgruppe Kognitive Ethologie am Deutschen Primatenzentrum in Göttingen, plädiert hier für eine begriffliche Differenzierung, so sollte man – ihrer Meinung nach – Intelligenz und »soziales Lernen« im Tierreich keineswegs mit menschlicher »Kultur« verwechseln.⁴ Denn, so Fischer, Menschen unterschieden sich hier ganz kategorisch. Ja, auch Tiere

lernen durch Erfahrung und Gedächtnis, aber für Menschen sei das unabdingbar (Vgl. Bandi, 1961). Darüber hinaus vermögen Menschen es nicht nur, Reiz und Reaktion zeitlich und räumlich voneinander zu trennen, sondern auch Antriebe zu sublimieren, die Welt zu repräsentieren und Handlungen gedanklich vorwegzunehmen.⁵ So besitzt bereits eine Gruppe von steinzeitlichen Jägern und Sammlern – etwa im Sinne Niklas Luhmanns – einen »semantischen Apparat«, also: einen »Vorrat an bereitgehaltenen Sinnverarbeitungsregeln«. Und der wiederum stellt »Gussformen für mögliche Erfahrungen zur Verfügung« (Eibl, 2004). Das aber meint ganz Grundlegendes: »Nature is an Agreement« (Mensvoort, 2012). Denn auf dieser Basis lassen sich Moral- und Rechtsstrukturen genauso entwickeln wie Gedächtniskulturen und solche der Wahrnehmung. All das konstituiert einen relativ autonomen Operationsraum, der aber nicht nur aus Lösungen besteht, sondern auch neue Probleme produziert. Und es heißt: Kultur muss auf Kultur reagieren, nicht nur auf Natur (Eibl, 2004).

Selbstverständlich ist die Frage angebracht, was das mit dem Hören zu tun hat. Denn es gehört ja noch gar nicht so lange zum Repertoire unseres Denkens, dass Wahrnehmung eine eigene Kultur haben könnte. Denn wenn wir etwas hören und darüber sprechen, haben wir das Gefühl, als sei uns allen alles gemeinsam und auch schon immer so gewesen. Die Naturwissenschaften haben diese Auffassung noch unterstützt, haben sie doch eher das überzeitlich Gültige und das allen Gemeinsame erforscht. Aber: Obwohl sich alle Menschen genetisch sehr ähnlich sind, variieren menschliche Kulturen enorm. Und so ist die Frage, was universal ist und was nicht, meist nicht so einfach zu beantworten (Antweiler, 2007). Denn alle Erklärungen menschlichen Verhaltens, die sich ausschließlich auf biologische Strukturen beziehen, greifen möglicherweise zu kurz.

Man bedenke etwa – schon als ein Muster für Hörkultur – unser Verhältnis zur Musik. Denn einesteils trifft uns Musik ganz unmittelbar, ganz körperlich, wirkt sie überzeitlich und interkulturell, andernteils be-

² Ein Beispiel nur, die Aktienkultur etwa in Stroczan K (2002) Der schlafende Dax oder Das Begehen in der Unkultur. Die Börse, der Wahn und das Begehren. Berlin (= Kleine Kulturwissenschaftliche Bibliothek; Bd. 67).

³ Wenn es also um das Gespräch im wissenschaftlichen Alltag geht, sind Gehirn und Kultur keine gleichwertigen Partner. Verhaltens- und Kulturwissenschaftler sind in die Defensive geraten, was die Rolle der Umwelt beim Kreieren des menschlichen Gehirns angeht. Diese Imbalance gibt Anlass zur kritischen Reflexion. – Baltes P B. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin, P Reuter-Lorenz, University of Michigan; F Rösler, Philipps-Universität Marburg; Brain, Mind, and Culture: From Interactionism to Biocultural Co-Constructivism. Berliner Kolloquium 2003. Zusammenfassung für die Presse von F Rösler und P Baltes v. 28. August 2003. – Quelle: <http://www.menschenzeit.de/uploads/Konferenzzusammenfassung.pdf>

⁴ Dazu schreibt Willem Warnecke: »Man könnte »soziales Lernen« bei Tieren durchaus als »Kultur« bezeichnen. Wie will man aber die Evolution von (menschlicher) Kultur verstehen, wenn der eigene Kulturbegriff ein ganz anderer ist? Ebenso sinnlos wird es, darüber zu spekulieren, ob Tiere »auch« Kultur hätten. Zudem ist es unvermeidlich, dass nicht eingeweihte Zuhörer oder Leser beim Wort »Kultur« an die menschliche Kultur denken, und nicht daran, ob bestimmte Affenpopulationen sich gegenseitig in der Nase popeln, und andere nicht. Wahrscheinlich ist dieser Effekt gewollt. Die geneigten Leser, die Geldgeber, die Medien interessieren sich in der Regel stärker für das Besondere, nicht das Banale.« Dies mutet an wie die zynische, dabei abgedroschene Klage, die typischerweise von Kulturwissenschaftlern oder Philosophen regelmäßig angestimmt wird – etwa angesichts neuer Ergebnisse verhaltensbiologischer Studien, die wieder einmal vorgeben zu belegen, dass es in Wirklichkeit gar keine gravierenden Unterschiede zwischen Mensch und Tier gibt. Doch es ist Julia Fischer, Primatenforscherin und Leiterin der Forschungsgruppe »Kognitive Ethologie« am »Deutschen Primatenzentrum« in Göttingen, die sich mit diesen Worten für »eine größere begriffliche Strenge« ausspricht. Sind hier Rollen vertauscht, die bis in die konkreten Thesen hinein in den Feuilleton-Debatten oft schon zementiert wirken? – Warnecke W (2009) Kultur ist mehr als Nasepopeln? Ein von Andreas Hüttemann herausgegebener Sammelband untersucht die »Deutungsmacht der Biowissenschaften«. In: literaturkritik.de Nr. 3, März 2009 »Kultur- und Medienwissenschaft« – Weitere Besprechungen – Quelle: http://www.literaturkritik.de/public/rezension.php?rez_id=12820

⁵ Karl Eibl schreibt dazu: »Eine der Voraussetzungen für Kultur ist das, was Arnold Gehlen den *Hiatus* genannt hat. Gemeint ist damit die »Abtrennbarkeit der Handlung von den Antrieben, die Möglichkeit, Antrieb und Handlung »auszuhängen«, wie er sagt. Ähnlich und unabhängig von Gehlen spricht der Emotionspsychologe Klaus Scherer von einer »Latenzphase«, durch die Reiz und Reaktion gewissermaßen »entkoppelt« werden.« – Eibl K (2009) Über den Zusammenhang der tierischen Natur des Menschen mit seiner geistigen. Nach Friedrich Schiller und Charles Darwin zu neuen Konzepten einer Evolutionstheorie der Kultur. In: literaturkritik.de Nr. 2, Februar »Schwerpunkt: 200. Geburtstag von Charles Darwin« – Charles Darwin aus heutiger Sicht – Quelle: http://www.literaturkritik.de/public/rezension.php?rez_id=12713&ausgabe=200902

ziehen wir uns auf sie differenziert nach Kulturen und abhängig von Gesellschaften und Epochen, individuell wie kollektiv und in vielen Fällen zeichenhaft. So nehmen wir sie in Rahmen und Kontexten wahr – und vor dem Hintergrund wechselnder Erwartungen. Unsere unmittelbaren Verwandten, die Menschenaffen, sind unmusikalisch. Schon anatomisch sind sie kaum in der Lage, komplexere Töne hervorzubringen. Schimpansen, Gorillas und Bonobos äußern sich mittels hechelnden und knarrenden Lauten sowie mit gutturalen oder spitzen Schreien. Andererseits kann man sich die Protosprache des Menschen als eine klanglich differenzierte vorstellen. Denn nicht erst Neandertaler lernten es, Laute zu artikulieren (Mithen, 2006). Ja, Artikulation scheint charakteristisch für frühe Hominiden (Anonymus, 2001). Und das, obwohl es anfangs kaum um Worte ging, sondern wahrscheinlich eher um Sprachklänge, also: um den hörbaren Ausdruck von Emotion. Doch wie und warum Musik entstand, wird im Grunde immer noch kontrovers diskutiert.⁶ Nach Darwin entwickelte sich Musik als ein Balzritual. Hier war Musik als männliches Phänomen gedacht. Andererseits gibt es die These, das ideale Muster aller Musik sei das Schlaflied. Hier war Musik als weibliches Phänomen gedacht. In einer dritten Variante hat Musik auch eine Gemeinschaftsfunktion und dient der Befriedung von Konflikten, also vor allem dem sozialen Zusammenhalt. Und in einer vierten Variante schließlich ist Musik ein Spiel, das der Sprache folgt, indem es vor allem ihre emotionalen Elemente übernimmt oder simuliert. Was also war zuerst da, Sprache oder Musik? Sind musikalische Tonsysteme von der Sprache herzuleiten? Und wenn ja, gilt das für jede Kultur? (Dichgans, 2004, 2005, 2006; Monaghan, 2003; Anonymus, 2004)

Wir reagieren auf Musik physiologisch und in einigen Teilen evolutiv, etwa wenn uns tiefe Töne irritieren, weil wir sie so schlecht orten können. Auch gibt es oft erstaunliche Übereinstimmungen in den musikalischen Strukturen: Etwa wenn europäische Sprachen in einigen Fällen mit der Chromatik korrelieren.⁷ Etwa wenn so verschiedene Instrumente wie die äthiopische Krar, die finnische Kantele oder der schottische Dudelsack auf ein System aus fünf Tönen abzielen (Anonymus, 2009).

Aber es entstehen eben auch Unterschiede: So erkennen erwachsene Amerikaner kaum mehr als den Vier-Viertel-Takt. Wohingegen Osteuropäer komplexe Taktverhältnisse und Rhythmen besser aufnehmen und reproduzieren können. Woran aber liegt das, wenn doch beim Rhythmusgefühl sieben Monate alter Kinder kaum ein Unterschied festzustellen ist? Vielleicht an unterschiedlichen Hörangeboten und letztlich an einer unterschiedlichen Hörkultur (Schnabel, 2002; Lehnen-Beyel, 2003). Das erinnert an eine teils meteorologische, teils musik-

wissenschaftliche Studie, nach der sich britische Komponisten in ihren Werken signifikant stärker mit dem nationalen Stereotyp des Wetters befassen, ja insgesamt fast doppelt so oft wie Komponisten im Rest Europas.⁸

Was sich da zeigt, sind zwei fundamentale Prinzipien von Hörkultur – ein »Hören, was man weiß« und: ein »Wissen, das man hört« (Baumann, 1993).

Ein Extremfall: Im Sommer 2008 hat ein Journalist den weltbekannten Violinisten Joshua Bell dazu animiert, auf seiner beinahe unbezahlbaren Stradivari vor einer U-Bahn-Station zu spielen. Das Ergebnis: Niemand hörte zu. Von den knapp 2000 Menschen, die an dem vermeintlichen Straßenmusiker vorübergingen, stoppten gerade einmal sieben, um ihm etwas länger zu lauschen (Weingarten, 2008a, 2008b). Das Experiment führte zu der Einsicht, dass musikalische Spitzenleistungen nicht einfach von selbst wahrgenommen werden, sondern erst durch einen ihnen angemessenen Rahmen. Das Setting also bestimmt die Qualitäten. Eben: »Hören, was man weiß« und: »Wissen, das man hört«.

Dabei ist menschliche Kultur vor allem eines: *veränderlich*. Mit ihr verändern sich Interpretationen und Wertigkeiten, Zeichen und Symbole. Durch den Umgang mit der Umwelt, durch veränderte Arbeits- und Lebensweisen, durch Technik und Medien wandeln sich auch die Vorstellungen, die man sich vom Hören und vom Gehörten so macht. In den ersten Siedlungen der Menschheit hörte man auf die Geräusche der Natur, um sich – womöglich – gegen Sturmschäden oder wilde Tiere zu schützen. Heute hören wir auf Richtung und Geschwindigkeit von Autos. In der neueren Evolution blieben sich die Ohren des Menschen relativ gleich. Dagegen unterscheidet sich, was Menschen *wie* hören, von Kultur zu Kultur, von Weltteil zu Weltteil, von Epoche zu Epoche und sogar von Individuum zu Individuum.

So ist das Hören über Physik und Psychoakustik, Physiologie und Pathologie hinaus neben bloßer Wahrnehmung ebenso eine Summe von kulturellen Mustern und hat auf diese Weise Anteil an Geschichte und Medien. Das Prinzip ist anscheinend ganz einfach, hat aber weitreichende Folgen. Besonders dann, wenn man außer Acht lässt, dass es uns stark beeinflusst – und dass es das immer noch tut.

Wir haben also nun geklärt, dass es aller Wahrscheinlichkeit nach so etwas wie eine Hörkultur gibt – und was sie umgreift. Nun steht noch aus zu erörtern, ob und auf welche Weise uns Medien sagen, was uns die Sinne sagen.

Kulturhistoriker und Medienwissenschaftler betrachten, wie sich unsere Beziehung zu den Sinnen und konkret auch zum Hören verändert hat.⁹ Und sie sehen dies oft im Zusammenhang damit, wie sich Medien entwickelten. Kurz gefasst, eine wichtige These lautet: Medien prägen

⁶ Zu Beginn eine popularisierte Fassung schwieriger Debatten: C Drösser (2009a) Entstehung der Musik. Lets rock! Warum hat der Mensch die Musik erfunden? Bot sie ihm evolutionäre Vorteile? Drei Theorien versuchen, ihren Ursprung zu erklären. In: Die Zeit. 27 (2009) v. 25. Juni 2009 – Quelle: <http://www.zeit.de/2009/27/Entstehung-Musik> – Und noch mehr dazu unter Drösser C (2009b) Hast Du Töne? Warum wir alle musikalisch sind. Reinbek bei Hamburg

⁷ ... Some think that language and musicality evolved in tandem (see the singing Neanderthals), and Mendelsohn thought that the communicative ability of music is even more precise than that of language – What language is music? Western musical intervals are derived from speech tendencies, according to Duke scientists. Specifically, »most of the 12 chromatic scale intervals correspond to peaks of relative power in the normalized spectrum of human vocalizations.« – Purves D (2009) An Empirical Explanation of Pitch and Music Based on the Statistical Structure of Natural Tonal Sounds. Since human speech sounds are the principal naturally occurring sources of tone-evoking stimuli, we examined whether observed consonance ordering is predicted by the statistical distribution of sound energy in the periodic stimuli that human listeners normally encounter. In: purves-lab – Laboratory of Dale Purves, MD | Center for Cognitive Neuroscience | Duke University – Stand: 16. März 2009 – Quelle: <http://www.purveslab.net/research/explanation/sound/sound.html#f1>

⁸ »Die Meteorologen K Aplin und P Williams haben ausgezählt, wie oft das Wetter Thema orchesterlicher Musik vom 16. Jahrhundert bis heute ist. Dabei haben sie festgestellt, dass die britischen Komponisten das nationale Stereotyp des Wetters ungewöhnlich oft bedienen. Typische Beispiele für musikalische Wetterberichte in England sind etwa Britten's Four Sea Interludes und Vaughan Williams' Sinfonia Antarctica.« – cf: Die Briten mögen musikalische Wetterberichte. Weltbewegendes hat eine Studie der Universitäten von Oxford und Reading an den (trüben britischen) Tag gebracht: Die Komponisten der Insel beschäftigen sich musikalisch doppelt so oft mit dem Wetter wie ihre Kollegen vom Kontinent. In: codex flores v. 26. September 2011 – Quelle: http://www.codexflores.ch/nachrichten_ind2.php?art=8488

die Wahrnehmung schon durch ihre Medialität – und man kann ergänzen: sie prägen auch die Stellung der Sinne zueinander. Und in diesem Bereich gilt, dass das Sehen mit der Zeit das Hören ablöste, und zwar hinsichtlich seiner Relevanz für den Alltag wie für die Gesellschaft. Um nun – frei nach Bert Brecht – die Spannung vom Ausgang auf den Gang zu richten und den Clou gleich vorab zu verraten: Entscheidend sind offenbar die Wirkungen eines einzigen Mediums, nämlich: die der Schrift (Giesecke, 1991, 1994; Goody, 1990; Havelock, 1982, 1992; Ong, 1987; Schön, 1987). In einer Kultur, in der noch keine Schrift existierte, muss – so ein recht weitreichender Konsens – das Hören besonders wichtig gewesen sein. War es doch der übliche Weg, um Informationen aufzunehmen, zwar gestützt durch Mimik und Gesten, durch Merkzeichen wie Bilder, aber eben auch besonders tauglich für komplexe Botschaften.

In der anfangs ausschließlich mündlichen Kultur der Antike spielte das Hören noch eine zentrale Rolle. Zu erfahren ist das etwa durch die frühesten Texte, die uns erhalten blieben. Auch religiöse Sammlungen – wie etwa die Bibel – geben Zeugnis davon. Nicht das *Bild* eines Gottes, sondern seine *Stimme* wird erwähnt. Und immer wieder wird das Hören angesprochen, als Quelle, Vermittlungsinstanz und Anspruch (Arambarri, 1990). Je wichtiger aber die Schrift wurde, desto mehr verlor das Hören an gesellschaftlicher Wertschätzung. Je besser die Schrift zum externen Wissensspeicher taugte, je besser Bilder beschrieben und schließlich verbreitet werden konnten, und je weniger sie einer mündlichen Erklärung bedurften, desto stärker löste das Auge das Ohr ab. Und mit der Zeit galt das Geschriebene als verlässlicher und das Gesehene als glaubhafter.

In den ersten Schriftkulturen der Antike war das noch nicht so ausgeprägt. Auch im Mittelalter existierten nur vereinzelte Handschriften, und das meiste wurde noch mündlich geregelt. Durch den Buchdruck mit beweglichen Lettern und das optische Prinzip der Zentralperspektive verschoben sich die Gewichte. Aber erst in den Epochen nach der Aufklärung setzte sich die Schrift vollends durch: nämlich – zumindest in Mitteleuropa – durch eine beinahe vollständige Alphabetisierung der Bevölkerung. So verabschiedete man sich – über mehrere tausend Jahre hinweg – Stück für Stück von den Resten einer mündlichen Kultur wie vom Hören als einer kulturellen Kernkompetenz.

⁹ Zu Wahrnehmung und Geschichte (auffallend häufig unter dem Aspekt der Medienentwicklung) siehe u. a.: Aichinger W, Franz X E, Leitner C (Hrsg.) (2003) Sinne und Erfahrung in der Geschichte. Innsbruck u. a. (= Querschnitte; Bd. 13). – Asendorf C (1984) Batterien der Lebenskraft. Zur Geschichte der Dinge und ihrer Wahrnehmung im 19. Jahrhundert. Gießen (= Werkbund-Archiv; Bd. 13). – Bexte P (1999) Blinde Seher. Wahrnehmung von Wahrnehmung in der Kunst des 17. Jahrhunderts. Mit einem Anh. zur Entdeckung des blinden Flecks im Jahre 1668. Dresden. – Bleumer H, Patzold S (Hrsg.) (2004) Wahrnehmungs- und Deutungsmuster im europäischen Mittelalter. Berlin (= Das Mittelalter. 8 (2003) 2). – Breidbach O (2005) Bilder des Wissens. Zur Kulturgeschichte der wissenschaftlichen Wahrnehmung. München. – Burckhardt M (1994) Metamorphosen von Raum und Zeit. Eine Geschichte der Wahrnehmung. Frankfurt a. M.; New York. – Corbin A (1991) Wunde Sinne (Le Temps, le Désir et l'Horreur. Essais sur le dix-neuvième siècle, dt.). Über die Begierde, den Schrecken und die Ordnung der Zeit im 19. Jahrhundert. Aus dem Französischen von Carsten Wilke. Stuttgart 1993 (Zuerst: 1991). – Czerwinski P (1989) Der Glanz der Abstraktion. Frühe Formen von Reflexivität im Mittelalter. Frankfurt a. M.; New York (= Exempel einer Geschichte der Wahrnehmung; Bd. 1). – Czerwinski P (1993) Gegenwärtigkeit. Simultane Räume und zyklische Zeiten. Formen von Regeneration und Genealogie im Mittelalter. München (= Exempel einer Geschichte der Wahrnehmung; Bd. 2). – Desportes M (2005) Paysages en mouvement. Transports et perception de l'espace XVIIIe – XXe siècle. Paris 2005 (= Bibliothèque illustrée des histoires; o.Bd.). – Dotzler B J, Müller E (Hrsg.) (1995) Wahrnehmung und Geschichte. Markierungen zur Aisthesis materialis. Berlin. – Raab J (2001) Soziologie des Geruchs. Über die soziale Konstruktion olfaktorischer Wahrnehmung. Konstanz. – Schnell R (1999) Medienästhetik. Zu Geschichte und Theorie audiovisueller Wahrnehmungsformen. Stuttgart.

Als Phänomen der Wissenschaftsgeschichte, etwa ab dem 17. Jahrhundert, kennen wir die Entwicklung, dass das Sehen selbst beweiskräftig wurde, und zwar in dem Maß, in dem es als wichtigster Sinn der Empirie und zugleich als distanziert, abstrakt und objektiv verstanden werden konnte (Febvre, 1990). Dabei verlor es zunächst an sinnlichem Potenzial, gewann dafür aber an Überzeugungskraft (Schön, 1987; Utz 1990; Zimmermann, 2009). Unterdessen jedoch ist das Sehen für uns gleich mehrfach attraktiv: Denn es herrscht durch eine *Doppelbelichtung* aus Beweiskraft und Schaulust: Da sind PowerPoint und Werbefrafiken, Kriegsberichterstattung und Actionfilme, Tomografie und Pornografie. So hat das Sehen heute jeweils beides: Abstraktion und Sinnlichkeit, Wahrheit und Lust – und damit Einfluss wie Aufmerksamkeit. Bis heute bleibt beinahe jede größere Debatte über die Sinne vor allem dem Sehen vorbehalten: Man spricht über den »iconic turn« und die Bildwissenschaften, über »Visuelle Kompetenz«, über eine Kultur der Piktogramme oder die Optik digitaler Simulation. Auch äußert man sich – nicht von ungefähr – schon seit mehreren Jahrhunderten über »Perspektive« und »Aspekte«, »Transparenz« und »Einsicht«, über »Fokus« und »Betrachtungsweisen«. Man redet vom Menschen als einem »Augenmenschen« und behauptet, ein Bild sage mehr als tausend Worte.

In den letzten Jahren habe ich mich als Wissenschaftler, aber auch als Autor und Radiomacher mit den unterschiedlichsten Aspekten des Hörens und Zuhörens beschäftigt. Und ich kann Sie beruhigen: Unser Ohr ist kein Dodo. Unser Hören ist nicht vom Aussterben bedroht. Aber an ein paar Stellen ist seine Vernachlässigung *evident* – schmerzhaft spürbar und gesellschaftlich heikel. In der Wissenschaft dient Visualisierung dazu, Erkenntnisse zu vermitteln, aber auch dazu, sie zu gewinnen. Doch warum ist Visualisierung längst ein Allgemeingut, Sonifikation oder Auralisation aber nicht (Ackermann, 2005, 2008b)? Warum gelten hörende Wissenschaften wie Bioakustik und Soundarchäologie immer noch als eher rätselhafte Beschäftigungen, wo sie doch so faszinierende Ergebnisse vorweisen können (Ackermann, 2010a, 2010b)? Oder warum hat es so lange gedauert, bis bei der Aufklärung von Verbrechen die Akustische Forensik eine Rolle spielte (Ackermann, 2009)? Warum wird die Bedeutung des Hörens und Zuhörens in der Medizin so wenig bedacht, wenn doch alle von bildgebenden Verfahren sprechen (Ackermann, 2007b)? Warum denkt man bei Kunst an Malerei, Progressivere vielleicht noch an Performances und Installationen, aber nicht an Hörkunst beziehungsweise Sound oder Audio Art (Ackermann, 2003b, 2006)? Warum stehen Wohlklang und Lärm in der Stadtplanung erst seit Kurzem auf der Agenda (Ackermann 2008c)¹⁰? Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde der deutsche Philosoph Theodor Lessing noch verlacht, als er dergleichen forderte (Baron, 1982; Marwedel, 1987). Warum wurde die Rolle des Zuhörens in Unternehmen und Wirtschaft bislang so wenig untersucht (Stiftung Zuhören, 2003; Ackermann, 2010c)? Und warum gilt in Schulen das Zuhören einfach als voraussetzungslos, wo doch weder die übliche Architektur noch der übliche Unterricht diesen so bedeutenden Parameter des Lernens würdigen?

¹⁰ Merzouga: donnerbogenflüsterkuppel. Ein Klangspaziergang mit A Bosshard. Der Schweizer Klangkünstler A Bosshard beschäftigt sich seit vielen Jahren mit dem Klang urbanen Zusammenlebens. Er arbeitet mit Stadtplanern und Architekten und hat einen Klangreiseführer über Zürich geschrieben. Bosshard spricht von der Notwendigkeit, die Hörspähre der Stadt genauso zu gestalten und zu unterhalten wie Grünanlagen und öffentliche Plätze. Im Laufe der Zeit hat er eine Terminologie entwickelt, um Klangphänomene zu beschreiben, die zwar unser tägliches Leben prägen, für die wir aber keine Worte haben. Radiofeature. Deutschlandfunk Köln 2012 (= Sendung v. 17. Februar 2012, Deutschlandfunk).

Vielleicht erinnern wir uns an dieser Stelle an das Eingangszitat von Carl Amery (Amery, 1981)? Was also wäre die »kulturelle Wende«, die jedermann fordern könnte? Auch innerhalb einer voll ausgeprägten visuellen Kultur, auch innerhalb einer Gesellschaft, die sich selbst harthörig zeigt und schwerhörig macht, ist es möglich, dem Hören Aufmerksamkeit zu verschaffen. Nur ist das eben alles andere als selbstverständlich. Denn wer sagt uns, was uns die Sinne sagen? Wer sagt uns, was uns das Hören sagen und bedeuten darf? Das sind Geschichte, Medien und Erziehung, unsere Vorfahren und Lehrer, es sind kommunikative Erfahrungen und Sprichwörter, es ist das unhinterfragte Wissen einer Gesellschaft und Epoche. Aber es sind eben nicht nur irgendwelche Settings und anonymen Agenten der Sozialisation. Es sind – je nach Bewusstheit und Interesse – auch wir selbst.

Literatur

- Ackermann M (2003a) Die Kultur des Hörens. Wahrnehmung und Fiktion. Texte vom Beginn des 20. Jahrhunderts. Haßfurt; Nürnberg 2003 (Vorher: Phil.-Diss, Univ. Erlangen-Nürnberg 1998)
- Ackermann M (2003b) Ein Spaziergang in akustischen Welten. Feature über das Symposium »Klang und Raum« beim Erlanger Hörfest 2003. Bayerischer Rundfunk 2003 [= Transkript einer Sendung v. 21. Mai 2003, Bayern2-Radio]. – 85:00 Min.
- Ackermann M (2005) Reden ist Silber, Hören ist Gold – Zuhören in der Informationsgesellschaft. In: werden. Jahrbuch für die deutschen Gewerkschaften. Mit Beiträgen von U Engelen-Kefer, F Hengsbach, J Strasser, J Trittn u.a. 2004/2005, S. 202-207
- Ackermann M (2006) Vom Klang, der Grenzen zieht und überwindet. Ein Feature vom 4. Erlanger Hörfest 2006. Bayerischer Rundfunk 2006 [= Sendung v. 16. November 2006, Bayern2Radio]. – 58:00 Min.
- Ackermann M (2007a) Kampf um Aufmerksamkeit. Die Renaissance des Hörens. In: V Bernius, P Kemper, R Oehler, K-H Wellmann (Hrsg.): Erlebnis Zuhören. Eine Schlüsselkompetenz wieder entdecken. Mit Beiträgen von M Ackermann, F Hildebrand, U Köppchen, C Lay, S Poelchau, H Sarkowicz, M Schramm u. v.a. Mit Audio-CD. Göttingen (= Edition Zuhören; Bd. 7), S. 289-296
- Ackermann M (2007b) Hörende Medizin. Akustische Interaktion in bilderseligen Zeiten. In: Frank Stahnisch/Heiko Bauer (Hrsg.): Bild und Gestalt: Wie formen Medienpraktiken das Wissen in Medizin und Humanwissenschaften? Münster; Hamburg; London (= Medizin und Gesellschaft; Bd. 13), S. 211-228
- Ackermann M (2008a) acoustic turn – neues Hören im Zeitalter der Bilder. In: Hear the world. Das Magazin für Hör-Kultur. 8 (2008), S. 38-41
- Ackermann M (2008b) Sounds of Science – wie Wissenschaft klingt. In: Hear the world. Das Magazin für Hör-Kultur. 6 (2008), S. 42-44
- Ackermann M (2008c) Unsere Städte stinken akustisch. In: Hear the world. Das Magazin für Hör-Kultur. 5 (2008), S. 40-42
- Ackermann M (2009) Hören und Forensik. Wer auf Unfälle und Verbrechen lauscht, hört Fakten und Fiktionen. In: Hear the world. Das Magazin für Hör-Kultur. 12 (2009), S. 40-42. – Quelle: http://www.hear-the-world.com/de/das-magazin/top-thema/archiv/hearing-and-forensics/teil-1-wer-auf-unfaelle-und-verbrechen-lauscht-hoert-fakten-und-fiktionen.html?__utma=1.1559277382.1261254077.1261254077.1261254077.1&__utmb=1.5.10.1261254077&__utmc=1&__utmz=&__utmz=1.1261254077.1.1.utmcsr=google|utmccn=%28organic%29|utmcmd=organic|utmctr=max%20ackermann%20hear&__utmvl=&__utmk=167320510
- Ackermann M (2010a) Ein paar Blasen blubbern lassen ... – die Sounds und das Hören der Tiere. In: Hear the world. Das Magazin für Hör-Kultur. 17 (2010), S. 48-51
- Ackermann M (2010b) Grabt tiefer, hört hin! – zur Archäologie der Sounds. In: Hear the world. Das Magazin für Hör-Kultur. 14 (2010), S. 44-46
- Ackermann M (2010c) Zuhören – das unentdeckte Land des Geschäftslebens. In: Hear the world. Das Magazin für Hör-Kultur. 15 (2010), S. 46-48
- Amery C (1981) Für eine neue Kirchturmspolitik. In: Evangelische Akademie Tutzing (Hrsg.) [Red. Margareta Gulden]: Bekenntnis zur Provinz. Neue Mode oder echtes Bedürfnis. München (= Tutzing Studien. Texte und Dokumente zur politischen Bildung; 1/1981), S. 9-16
- Anonymus (2001) Evolution. Nicht erst Neandertaler lernten sprechen. Sie hatten zwar Probleme mit den Vokalen, doch schon frühe Hominiden konnten sich mithilfe der Sprache verständigen. Die Kommunikation könne, so Forscher, sogar als »menschlich« beschrieben werden. In: SPIEGEL ONLINE v. 7. August
- Quelle: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/0,1518,148931,00.html>
- Anonymus (2004) Diana Deutsch – »Sometimes They Behave So Strangely«. Warning: The phrase – sometimes they behave so strange is a meme. It will infect your brain. You will never be able to hum any other tune, ever. But at least you know just how tenuous the connection is between speech and song. Psychologist Diana Deutsch, of the University of California at San Diego, explains. We interviewed Diana Deutsch with the help of NPR member station WKUSC. In: WNYC, Radiolab v. 9. Juli 2004 – Quelle: <http://www.wnyc.org/shows/radiolab/episodes/2004/07/09/segments/33013> [vgl. <http://www.wnyc.org/stream/ram.py?file=radiolab/radiolab070904.ra&start=3:38.8&end=7:05.9>]
- Anonymus (2009) The Pentatonic Scale. In the following video, Bobby McFerrin, best known for his 1988 hit song »Don't Worry, Be Happy«, demonstrates the power of the pentatonic scale, using audience participation, at the event »Notes & Neurons: In Search of the Common Chorus«, from the 2009 World Science Festival, June 12, 2009. In: Geeks are sexy. Weblog v. 1. August 2009 – Quelle: <http://www.geeksaresexy.net/2009/08/01/the-pentatonic-scale/> [vgl. <http://vimeo.com/5732745>]
- Antweiler C (2007) Was ist den Menschen gemeinsam? Über Kultur und Kulturen. Darmstadt
- Arambarri J (1990) Der Wortstamm »hören« im Alten Testament. Semantik und Syntax eines hebräischen Verbs. Stuttgart 1990 (= Stuttgarter biblische Beiträge; Bd. 20) (Zugleich: Theol. Diss., Univ. Mainz 1989)
- Assheuer T (2002) Im Labyrinth der Synapsen. Was macht den Menschen zum Menschen? Ein Streit zwischen Hirnforschern und Philosophen. In: Die Zeit. Nr. 39 v. 26. September 2002, Wissen – Quelle: http://www.zeit.de/2002/39/Wissen/print_200239_kongress.html
- Bandi HG (Hrsg.) (1961) Urgeschichte als Kulturanthropologie. Beiträge zum 70. Geburtstag von K J Narr. Freiburg i.Br. u.a. o.J. – Narr K J Urgeschichte der Kultur. Stuttgart (= Kröners Taschenausgabe; Bd. 213)
- Baron L (1982) Noise and Degeneration. Theodor Lessing's Crusade for Quiet. In: Journal of Contemporary History. 17 (1982), S. 165-178
- Baumann M P (1993) Vom Hören, was man weiß und vom Wissen, das man hört. In: Paragrana. Internationale Zeitschrift für Historische Anthropologie [Themenheft: Das Ohr als Erkenntnisorgan]. 2 (1993) Heft 1-2, S. 126-140
- Böhme H, Matussek P, Müller L (2000) Orientierung Kulturwissenschaft. Was sie kann, was sie will. Reinbek (= rowohlt's enzyklopädie; Bd. 55608)
- Chaney D (1994) The Cultural Turn. Scene-setting essays on contemporary cultural history. London; New York, S. 2
- Curtius E R (1984) Europäische Literatur und lateinisches Mittelalter. 10. Aufl. Bern; München, S. 89
- Dichgans J (2004) Mimik, Gesten und Sprachmelodie. Medien sozialer Kommunikation und ihre neuronalen Grundlagen. In: W. Frühwald/ K. Beyreuther/ J. Dichgans/ Durs Grünbein/ K. Kardinal Lehmann/ W. Singer: Das Design des Menschen. Vom Wandel des Menschenbildes unter dem Einfluß der modernen Naturwissenschaft. Köln
- Dichgans J (2005) Wie können wir ohne Sprache sprechen und verstehen? Wir verständigen uns nicht nur über den Sinngehalt der Sprache, sondern auch non-verbal durch Mimik, Gestik und Sprachmelodie. Die beiden Weisen zu kommunizieren vermitteln unterschiedliche Informationen. Der Sprachgehalt ist präziser und erlaubt auch den Austausch abstrakter Begriffe. Der wortlose Signalaustausch dient überwiegend der sozialen Kommunikation. Er ist älter als die Sprache. Wir haben ihn zu Teilen mit den höher entwickelten Tieren gemeinsam. Ein Vortrag (= Tübinger Sommeruniversität 2005; o.Nr.). In: Universität Tübingen v. 8. August 2005
- Dichgans J (2006) Bewusste und unbewusste Sprache. Ein Vortrag (= Forum Scientiarum; o.Nr.). In: Universität Tübingen v. 9. November 2006 – Quelle: <http://www.forum-scientiarum.uni-tuebingen.de/de/lehrangebot/studienkolleg/archiv/studienkolleg0607/dichgans.html>
- Eibl K (2004) Über den Zusammenhang der tierischen Natur des Menschen mit seiner geistigen. a.a.O. – ... verweist hier auf Friedrich Schillers »Versuch über den Zusammenhang der tierischen Natur des Menschen mit seiner geistigen«. Der ist u.a. zu finden in: Schiller, Friedrich: Sämtliche Werke, Bd. 5: Erzählungen, Theoretische Schriften. Hrsg. von Wolfgang Riedel. München, S. 289-324
- Febvre L (1990) Zwischen dem Ungefähr und dem strengen Wissen liegt das Hören-Sagen. In: Ders.: Das Gewissen des Historikers. Hrsg. und aus dem Französischen von Ulrich Raulff. Frankfurt a.M., S. 199-206
- Geyer C F (1994) Einführung in die Philosophie der Kultur. Darmstadt
- Giasecke M (1991) Sinnenwandel, Sprachwandel, Kulturwandel. Studien zur Vorgeschichte der Informationsgesellschaft. Frankfurt a.M.
- Giasecke M (1994) Der Buchdruck in der Frühen Neuzeit. Eine historische Fallstudie über die Durchsetzung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien. Frankfurt a.M.

- Glaser H, Stahl K H (1974) Die Wiedergewinnung des Ästhetischen. Perspektiven und Modelle einer neuen Soziokultur. München 1974
- Taylor E B (1873) Die Anfänge der Cultur (Primitive Culture, dt.). Leipzig (Zuerst: 1871), S. 1
- Goody J (1990) Die Logik der Schrift und die Organisation von Gesellschaft (The Logic of Writing and the Organization of Society, dt.). Aus dem Englischen von Uwe Opolka. Frankfurt a.M.
- Hansen K P (Hrsg.) (1993) Kulturbegriff und Methode. Der stille Paradigmenwechsel in den Geisteswissenschaften. Eine Passauer Ringvorlesung. Tübingen.
- Havelock E A (1982) The Literate Revolution in Greece and Its Cultural Consequences. Princeton
- Havelock E A (1992) Als die Muse schreiben lernte (The Muse Learns to Write, dt.). Aus dem Amerikanischen von Ulrich Enderwitz u. Rüdiger Hentschel. Frankfurt a.M. (Zuerst: 1986)
- Johler J (2009) Neurowissenschaften: »Natürlich basteln wir daran«. Auf seiner Jahrestagung mit Vorträgen und Diskussionen über Neurowissenschaften und Hirnforschung behandelte der Deutsche Ethikrat die Ethik unter ferner liefen. Grenzen? Keine! In: Telepolis v. 2. Juni 2009 – Quelle: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/30/30432/1.html>
- Lehnen-Beyel I (2003) Italiener denken von links nach rechts, Araber von rechts nach links. Kulturelle Prägung überdeckt biologisch angelegte Bevorzugung (= Psychologie, dt.). In: bild der wissenschaft online v. 19. Juli 2003 – Quelle: <http://www.wissenschaft.de/wissen/news/225073>
- Marwedel R (1987) Theodor Lessing. 1872-1933. Eine Biographie. Darmstadt u. Neuwied
- Mensvoort K v (2012) Tracy Metz – Nature is an Agreement. Writer and NRC journalist Tracy Metz dissects our Image of Nature, how it is constructed, by whom and for what reason. Her conclusion: »Nature is an Agreement«. In: Next Nature. Weblog v. 20. Januar 2012 – Quelle: <http://www.nextnature.net/2012/01/tracy-metz-%E2%80%93-nature-is-an-agreement/> [vgl. http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=HVg8MGgLYk]
- Mithen S J (2006) The Singing Neanderthals: The Origins of Music, Language, Mind and Body. Cambridge, Mass
- Monaghan P (2003) Listening Carefully. In the Twilight Zone of Sound [Memory and Speech, Musical Illusions, Phantom Words and other Paradoxes and Curiosities]. A short phrase of speech in Diana Deutsch's mellifluous voice, with its faded English accent, loops over and over from the loudspeakers in her sparse, windowless sound studio. »Sometimes behave so strangely,« comes the phrase. »Sometimes behave so strangely.« And, strangely, after only a few repetitions, a striking effect emerges. With the rhythms and cadences of her voice, the sounds become undeniably musical. In: CHE. The Chronicle of Higher Education. 50 (2003) 11 v. 7. November 2003, Section: Notes From Academe, Page A56 – Quelle: http://philomel.com/pdf/Monaghan_twilight_zone.pdf
- Neuenschwander T (2010) Magnet knipst Moral aus. Wissenschaftler identifizieren den Sitz des ethischen Urteilvermögens im Gehirn. Eine kleine Gehirnregion hinter dem rechten Ohr ist dafür verantwortlich, dass sich der Mensch in die Absichten und Beweggründe anderer einfühlen kann. Dies haben Wissenschaftler bewiesen, indem sie dieses Hirnareal mit einem Magnetfeld ausschalteten. In der Folge haben sich Versuchspersonen bei der Beurteilung einer Handlung als gut oder schlecht lediglich noch auf die Konsequenzen der Handlung berufen. Die dahinter steckende Absicht blendeten sie dagegen weitgehend aus. Die Untersuchungsergebnisse dürften unter anderem wichtig sein, um Schuldfragen bei Gerichtsfällen zu bewerten. In: bild der wissenschaft online v. 30. März 2010 – Quelle: <http://www.wissenschaft.de/wissenschaft/news/310623>
- Ong W J (1987) Orality and Literality (Orality and Literacy, dt.). Die Technologisierung des Wortes. Aus dem Amerikanischen von Wolfgang Schömel. Opladen (Zuerst: 1982)
- Richards R J (2011) Trust in Neurons [Churchland, Patricia S.: BRAINTRUST. What Neuroscience Tells Us about Morality. Princeton, N.J. 2011
- Schnabel U (2002) Knetmasse der Kultur. Das Gehirn ist erstaunlich formbar. Musik und Folter, Tsunamis und Postleitzahlen hinterlassen ihre Spuren in den grauen Zellen. Das Wechselspiel von Welt und Hirn können Geistes- und Naturwissenschaftler nur gemeinsam erklären. In: Die Zeit online v. 10. Februar 2002 – Quelle: http://www.zeit.de/2005/07/Kultur_2fGeist
- Schön E (1987) Der Verlust der Sinnlichkeit oder die Verwandlungen des Lesers. Mentalitätswandel um 1800. Stuttgart (= Sprache und Geschichte, Bd. 12)
- Schroeder S M (Hrsg.) (1997) Vom Ende der Humboldt-Kosmen. Konturen von Kulturwissenschaft. Baden-Baden 1997. – Vgl. dazu jetzt auch Oexle O G (Hrsg.) Naturwissenschaft, Geisteswissenschaft, Kulturwissenschaft: Einheit – Gegensatz – Komplementarität. Göttingen 1998 (= Göttinger Gespräche für Geschichtswissenschaft; Bd. 6)
- Stiftung Zuhören/ Abteilung Bildungsprojekte Hörfunk des Bayerischen Rundfunks (Hrsg.) (2003) [Redaktion: Katja Bergmann/ Max Ackermann]: Wirt-
- schaftsfaktor Zuhören?! Dokumentation eines Werkstattgesprächs in der Schweisfurth-Stiftung, München am 25. Juni 2003. Nur intern. Frankfurt a.M.; München; Nürnberg
- Taylor E B (1873) Die Anfänge der Cultur (Primitive Culture, dt.). Leipzig (Zuerst: 1871), S. 1
- Utz P (1990) Das Auge und das Ohr. Literarische Sinneswahrnehmung in der Goethezeit. München
- Wagner B, Sievers N (1997) Überquerte Grenzen, geschlossene Gräben? Soziokultur und die Antwort der Geistesaristokratie. In: Ästhetik und Kommunikation. Thema Kulturkämpfe. Jg. 28. Heft 97. Juni, S. 60-68
- Weingarten G (2008a) Pearls Before Breakfast. Can one of the nation's great musicians cut through the fog of a D.C. rush hour? Let's find out. With Audio and Video. In: The Washington Post v. 29. Juni 2008 – Quelle: <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/04/04/AR2007040401721.html> [vgl. <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/video/2007/04/09/VI2007040900536.html>] – cf. Joshua Bell als beteiligter Musiker in Metrostation. Die »Washington Post« wollte wissen, ob musikalische Spitzenleistungen auch ausserhalb ihrer gewohnten Umgebung wahrgenommen werden und liess den Stargeiger Joshua Bell (mit Stradivari!) in der Metro als Strassenmusiker aufspielen. In: codex flores v. 10. April 2007 – Quelle: http://www.codexflores.ch/nachrichten_ind2.php?art=3677
- Weingarten G (2008b) Fiddling Around With History. Gene's idea wasn't old, it was well-aged. In: The Washington Post v. 29. Juni 2008 – Quelle: <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2008/06/24/AR2008062401153.html> – cf. J Bells Experiment in London wiederholt. Die Violinistin T Little und der britische »Independent« haben unter der Londoner Waterloo-Brücke das Experiment der »Washington Post« und des Geigers J Bells als Strassenmusiker wiederholt – mit ähnlichem Resultat. In: codex flores v. 25. April 2007 – Quelle: http://www.codexflores.ch/nachrichten_ind2.php?art=3743
- Williams R (1989) Keywords. A vocabulary of culture and society. Revised and expanded edition. Third impression. London; Glasgow 1989 (Zuerst: 1976). – Vgl. zum Folgenden auch Sulzer C (2002) Cultural Studies und Postmoderne. Hochschulschrift. In: Cultural Studies. Seminar für Diplomanden und Dissertanten. Leiter: Prof. Dr. W Duchkowsch. Cultural Studies. Univ. Wien SS 2001 – Stand: 20. April 2002 – Quelle: http://demos.pub.univie.ac.at/SS2001/Cultural_Studies.html
- Zimmermann A (2009) Ästhetik der Objektivität. Genese und Funktion eines wissenschaftlichen und künstlerischen Stils im 19. Jahrhundert. Bielefeld

Unerhörte Lebensräume



Philip Leistner,
Universität Stuttgart,
Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Die individuelle Bewertung der gehörten Umwelt beruht auf einer Gesamtbilanz von akustischen Reizen, die nahezu überall und ständig präsent sind. Dabei ist das Gehör ständig gefordert, da es sich als »Alarmorgan« nicht abschalten lässt. Auch geht es nicht nur um laut und leise, denn selbst kaum hörbare Geräusche führen zu teils drastischen Reaktionen, wenn sie bestimmte Inhalte transportieren. Die jeweilige Intensität, Dosis und Charakteristik dieser Schallereignisse sowie eine Reihe von Begleitfaktoren führen zu einer Gesamtwirkung, die immer häufiger das erträgliche Maß überschreitet. Zugleich lässt der technisch verursachte Lärm nicht nach, akustisch geeignete Räume und Gebäude sind keinesfalls die Regel und auch auf das bewusste Hören, ob als Klangerlebnis oder Kommunikation, mag nicht verzichtet werden. Vor diesem Hintergrund der immer seltener werdenden Orte der Ruhe wächst die Bedeutung einer ganzheitlichen akustischen Umweltgestaltung.

Akustik in Lebensräumen

Da uns akustische Reize nahezu ständig und überall begleiten, lohnt sich ein Blick in die Lebensbereiche oder -räume. Es sind Lern- und Lehrräume, Wohn- und Arbeitsräume, Erholungs- und Kommunikationsräume, in denen sich zusammengenommen ein durchschnittlicher Mitteleuropäer immerhin mehr als 90 % seiner Lebenszeit aufhält.

Kita

Neben der Wohnung ist für ca. 2,4 Mio. Kinder hierzulande eine der 47 000 Tageseinrichtungen ein wichtiger Lebensraum. In den Außenbereichen wie Spielplätzen usw. können sich die Kinder mittlerweile per Gesetz laut artikulieren, ohne Sanktionen z. B. durch geräuschsensible Anwohner befürchten zu müssen. Mit der gleichen Vielfalt und Dynamik (Abbildung 1) erzeugen sie in halligen Innenräumen eine mitunter ohrenbetäubende Geräuschkulisse für sich selbst und für das Betreuungspersonal. Unumstritten, wenn auch noch nicht in allen Details untersucht, sind die negativen Folgen für alle Beteiligten. Um diesen akustischen Lebenseindruck zu verbessern, gibt es viele wertvolle Initiativen¹, aber der raumakustische Soll-Ist-Vergleich bei Kitas fällt meist noch ungenügend aus. Viele Tausend Plätze müssen noch neu geschaffen werden, eine bessere Raumakustik ist dabei unverzichtbar.

Schule

Die öffentliche Diskussion zur Qualität von Bildungseinrichtungen ist ein Dauerbrenner. Leider erhalten dabei die akustischen Lehr- und Lernbedingungen nicht den ihnen gebührenden Stellenwert. Ihre Bedeutung für erfolgreiches Lernen hingegen ist evident, da z. B. optimierte Unterrichtsraumakustik nicht nur zur Entlastung des Lehrpersonals beiträgt, sondern auch zur Steigerung des Wohlbefindens und grundlegender kognitiver Leistungen der Kinder². Ungünstige raumakustische Bedingungen wiederum wirken sich durch die erhöhte Belastung selbst langfristig negativ auf das sozial-emotionale »Klima« in einer Klasse aus. Die Befunde sind also eindeutig, dennoch erweist sich die Schule viel zu oft als lärm- und dadurch stressbelasteter Arbeitsplatz sowie als ein Lebensraum, der Konzepten wie Ganztagschule und Aspekten wie Inklusion akustisch nicht gewachsen ist.

Industrie

Bei der Betrachtung von Schallereignissen gilt der erste Gedanke meist dem Lärm, der akute und chronische Hörschäden verursacht. Nach wie vor sind davon zu viele Menschen betroffen. Nach Angaben von Berufsgenossenschaften war Lärmschwerhörigkeit im Jahr 2007 immer noch die häufigste anerkannte Berufskrankheit in Europa mit millionenschweren Behandlungskosten bei den Versicherungsträgern. Erfreulich ist aber auch, dass die Anzahl der Fälle in Deutschland rückläufig ist. Liegt das an neuen Richtlinien oder leiseren Maschinen oder nicht doch am Rückgang der Industriearbeitsplätze?

Büro

Tatsächlich stieg in den vergangenen Jahren die Zahl der nicht industriellen Arbeitsplätze, z. B. in Büros, immer weiter an. Hier ist es der »leise Lärm« in Gestalt verständlicher Hintergrundsprache, der sich mittlerweile zur Hauptstörquelle entwickelt hat. In Abbildung 2 sind Befragungsergebnisse zur Rangordnung der Wichtigkeit bzw. des empfundenen Handlungsbedarfs hinsichtlich verschiedener Einflüsse am Arbeitsplatz in einem Mehrpersonenbüro dargestellt³.

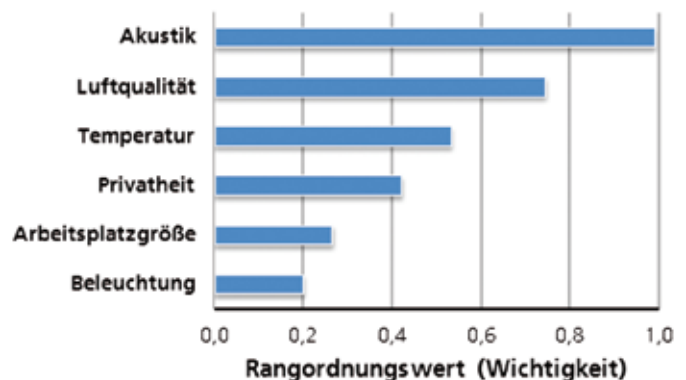


Abb. 2: Befragungsergebnisse zur Rangordnung der Wichtigkeit bzw. des empfundenen Handlungsbedarfs hinsichtlich verschiedener Einflüsse am Arbeitsplatz in einem Mehrpersonenbüro (ca. 600 Teilnehmer)

Die Arbeitsumgebung der befragten ca. 600 Teilnehmer bestand dabei keineswegs in einer »alten Büro-Galerie« sondern in modern und aufwändig eingerichteten Räumen. Bei wichtigen Themen wie der Beleuchtung wurde daher auch ein geringerer Handlungsbedarf festgestellt. Die Akustik an der Spitze steht jedoch für einen erheblichen Nachholbedarf. Büros sind heute akustisch bei Weitem noch nicht auf einem befriedigenden Niveau.

Wohnung

Unruhiges Wohnen ist keineswegs nur dem sozialen Wohnungsbau vorbehalten. Das breite Beschwerdeprofil zeigt vielmehr, dass unzureichende akustische Wohnqualität nur gering mit dem Quadratmeterpreis korreliert. Ein Blick auf die seit mehr als 50 Jahren unveränderten Mindestanforderungen an den Schallschutz im Hochbau⁴ als Maß der Dinge veranlasst zu dem Schluss, dass dem gesundheitlichen Verbraucherschutz in diesem Bereich nur eine mittlere Priorität eingeräumt wird. Aber auch das Informations- und Wissensangebot lässt zu wünschen übrig, wenn z. B. mit dem Argument des zweifellos wichtigen Energieeinsparbedarfs empfohlen wird, Isolierverglasungen durch besser wärmedämmende Dreifachverglasungen zu ersetzen. Bei gleichem Gewicht, wie bei Sanierungen üblich, bieten diese neuen Fensterscheiben einen hörbar schlechteren Schallschutz.

Hotel

Die akustischen Störenfriede im Hotelzimmer sind bekannt, also der noch ewig brummende Badlüfter oder die rauschende Klimaanlage. Die akustische Umgebung kann den Hotelgast in vielfältiger Weise betreffen. Sie reicht vom Schallschutz der Hotelzimmer bis hin zur Raumakustik im hoteleigenen Freizeit-, Wellness- oder Tagungsbereich. Selbst fünf Sterne bürgen nicht zwangsläufig für Qualität, da nur zwei dezidiert akustische Kategorien im Klassifizierungssystem enthalten sind. So wundert es nicht, dass »Ruhiges Schlafen« zu den grundlegenden Erwartungen von Hotelgästen gehört und zugleich hellhörige Zimmer zu den führenden Beschwerdegründen zählen.

Stadt

Die bisherige Aufzählung muss und darf unvollständig bleiben, zumal die genannten Brennpunkte und Herausforderungen ausreichen, um die Allgegenwart akustisch zu gestaltender Lebensräume zu verdeutlichen. Die Klammer bildet der urbane Kontext, dessen geeignete akustische Gestaltung, nicht ganz unerwartet, ebenfalls noch vielfach ungelöst ist. Ruhebereiche sind selten, und selbst die akustisch sicher geglaubte Peripherie ist keine Garantie, wenn z. B. eine Umgehungsstraße die Verkehrslärbalance zwischen Innenstadt und Außenbezirk umkehrt.

Die akustischen Effekte sind vielfältig und ausnahmslos für jedermann spürbar. Dabei manifestieren sich die Lärmwirkungen auf verschiedenen Ebenen. Unmittelbar betreffen sie das Gehör, darüber hinaus aber auch physiologische Funktionen sowie das psychosoziale Wohlbefinden. Durch Störungen von Kommunikation, Leistung und Schlaf beeinträchtigt Lärm die Lebensqualität. Auch Wirkungen auf das Sozialverhalten wurden beschrieben. Zu den physiologischen Wirkungen ist allerdings zu konstatieren, dass abgesehen von Lärmschwerhörigkeit bislang keine klinischen Erkrankungen eindeutig auf Lärmwirkungen zurückgeführt werden konnten. Es wird angenommen, dass Lärm unspezifische Reaktionen hervorruft und damit zur Genese von Erkrankungen beitragen kann, die durch verschiedene Einflussfaktoren bedingt sind. Zu den eindeutigsten Lärmwirkungen zählt die empfundene Lärmbelästigung. Diese ist allerdings nur zu einem Drittel

durch physikalische Determinanten des Geräusches bestimmt. Ein weiteres Drittel wird durch Moderatoren, wie die individuelle Lärmempfindlichkeit oder die Einstellung (z. B. Gefährlichkeit) gegenüber der Lärmquelle begründet. Das letzte Drittel kann derzeit nicht erklärt werden⁵.

Gerade in der urbanen Umgebung mit hoher Personendichte und Reizüberflutung besteht akustisch eine Überlastungsgefahr der menschlichen Informationskapazität. Als Reaktion darauf wird die Aufnahme von Informationen aus der Umgebung reduziert, Signale werden zunehmend übersehen bzw. nicht mehr verarbeitet. Dies wird als eine mögliche Erklärung dafür angesehen, dass die Bereitschaft zu prosozialem Verhalten in Städten weniger stark ausgeprägt ist. Experimentelle Untersuchungen belegten z. B. einen Zusammenhang zwischen dem Ausmaß von hilfsbereitem Verhalten und Umgebungslärm. Bei höheren Lärmpegeln zeigte sich eine geringere Hilfsbereitschaft.

Allerdings führen diese und andere Lärmfolgen nicht etwa zur Stadtfucht. Weltweit ist Urbanisierung einer der Megatrends. Städte ziehen durch den Reichtum an Möglichkeiten immer mehr Menschen an. Daraus erwachsen spezifische Herausforderungen, insbesondere jene, die aus der Überlastung der verfügbaren Systeme und Strukturen resultieren. Eine dieser Herausforderungen betrifft die hohe Intensität und weite Verbreitung der Umgebungsgeräusche, da sie in direkter Beziehung zur Qualität des Lebens und Zusammenlebens stehen. Die geeignete akustische Gestaltung urbaner Lebensräume ist und bleibt daher eine vorrangige gesellschaftliche Aufgabe.

Urbane Gesamtbilanz

Die Schilderung der akustischen Lebensräume in und außerhalb von Gebäuden mit dem gewählten kritischen Blickwinkel hinterlässt den Eindruck eines Horrorszenarios. Der akustische Lebenslauf wäre also geprägt von Lärm und schlechter Umgebungsakustik. Dieser Standpunkt entspricht aber nicht den Erfahrungen aller Betroffenen und Beteiligten, weder des Einzelnen noch größerer Gruppen. Einerseits ist die Betroffenheit nicht gleich verteilt, andererseits darf die aktuell zunehmende lärmkritische Haltung vieler Menschen nicht über eine verbreitete Unbedarftheit im Umgang mit der hörbaren Umwelt hinwegtäuschen. Tatsächlich ist die Priorität der akustischen Umweltbewertung und -gestaltung zeitlichen Schwankungen unterworfen, auch in Abhängigkeit anderer sozialer, ökonomischer und ökologischer Themen. Insbesondere in Städten geht es immer mehr um eine tragfähige Balance von gesellschaftlichen Erfordernissen und individuellen Bedürfnissen, die durch Kollision und Koinzidenz geprägt ist. Dies äußert sich auch in der Beurteilung von Umweltqualität und Lebensqualität.

Drei Beispiele aus einer sicher großen Auswahl seien hier genannt. Das Wirtschaftsmagazin »The Economist« verwendete den sogenannten »Green City Index« (GCI)¹ für die Bewertung von Umweltleistungen und -initiativen in europäischen Städten. Auf der Basis öffentlich zugänglicher Daten wurde ein breites Spektrum qualitativer und quantitativer Indikatoren herangezogen, um mit einem Index die Städte zu vergleichen. Energie- und Wasserverbrauch, Emissionen und Luftqualität, Abfall- und Verkehrskonzepte, fast alles wurde einbezogen. Fast, denn Lärmemissionen wurden explizit nicht berücksichtigt. Daten lagen z. B. in Form von Lärmkarten usw. vor, aber anscheinend gehört Ruhe nicht zu den »grünen« Indikatoren. Im Übrigen schnitten beim GCI-Vergleich zehn deutsche Großstädte quer durchs Land mit Spitzenplätzen ab.

Ganz so gut fiel das deutsche Ergebnis bei einer weiteren europäischen Studie zur »Positiven Lebenseinschätzung«² nicht aus. Kaum noch steigerbar landete Dänemark mit 96 % auf Platz eins, gefolgt von Griechenland und Italien. Deutschland hingegen bleibt mit 61 % unterdurchschnittlich. In welchem Maße sich hier eine positive Einschätzung zur Umweltqualität auswirkte, ist nicht herauszulesen, aber eine vorrangige Priorität hatte sie nicht. Als letztes Zahlenbeispiel sei eine deutsche Studie zur Lebenszufriedenheit³ zitiert, in der Menschen in Hamburg sowie in den Regionen Niedersachsen und Südbayern Höchstwerte (größer als sieben auf einer Skala von null bis zehn) angaben. Aus akustischer Sicht wird sich Hamburg von Südbayern relativ deutlich unterscheiden, sodass dieser Aspekt zumindest keinen gravierenden Einfluss auf das Zufriedenheitsurteil zu haben scheint. Ein Seitenblick zum »Green City Index« zeigt, dass zumindest Hamburg auch dort überdurchschnittlich abschnitt.

Wie wird Lärm beurteilt? Auch hierzu liegen statistische Ergebnisse vor. Auf die vermutlich meisten Beteiligten kann die viel zitierte Umfrage des Umweltbundesamtes⁶ verweisen. Dort werden Bevölkerungsanteile quantifiziert, die angeben, von unterschiedlichen Lärmquellen belästigt zu sein. Die Verkehrsträger Auto, Flugzeug und Bahn sowie gewerbliche Lärmverursacher und die Nachbarschaft erreichen allesamt über 20 %, der Straßenverkehr liegt mit mehr als 50 % ganz vorn. Diese Ergebnisse sollten an sich die Brisanz der Thematik ausreichend belegen. Da sich die Zahlen in den letzten zehn Jahren kaum verändert haben, stellen sich Fragen, wie z. B. nach den Ursachen. Sind die Lärmpegel zu hoch, treten sie zur »falschen Zeit am falschen Ort« oder an zu vielen Orten auf? Zur Beantwortung besteht bereits ein beachtlicher Daten- und Literaturfundus, den es gegebenenfalls auszuwerten und zu erweitern gilt. Ein Aspekt davon ist die flächenbezogene Gesamtlärmexposition in urbanen Ballungsräumen. Wenn viele Städte permanent weiter wachsen und dafür urbane Bereiche verdichten, ist eine lärmbezogene Maßzahl für den vorhandenen Spielraum hilfreich. Wie groß und wo sind z. B. die noch ruhigen Flächen für akustisch anspruchsvolles Wohnen?

Zur Bewertung liegen seit einigen Jahren Lärmkarten vor, die nach Europäischen Standards berechnete Lärmindizes illustrieren, z. B. den L_{DEN} als 24-Stunden-Wert, wobei der Index DEN für »Day Evening Night« steht. Diese Lärmkartierung erfolgte getrennt nach den Verursachern Straßen-, Schienen- und Flugverkehr sowie Industrie und Gewerbe. Um den flächenbezogenen Gesamtlärm zu erhalten, werden diese Daten zusammengeführt, also die Flächenbereiche mit den einzelnen L_{DEN} -Stufen in dB(A) z. B. mittels eines grafischen Verfahrens. Verschiedene Details sind dabei zu beachten, wie z. B. die Behandlung von Flächen mit überlagerter Exposition durch mehrere Lärmverursacher. So kann die Gesamtheit der Lärmflächen z. B. mit einem Lärmindex L_{DEN} höher als 55 dB(A) in Relation zur Stadtfläche gesetzt werden. Dieser Lärmindex wird als Grenzwert für Konsequenzen im Sinne von Lärminderungsmaßnahmen angesehen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Lärmquelle mit der größten Flächenwirkung der Straßenverkehr ist. Angesichts der o. g. Befragungsergebnisse und früherer Betrachtungen zur Betroffenheit⁷ von Bevölkerungsanteilen durch Straßenverkehrslärm ist das nicht überraschend. Die

folgenden Verursacher sind der Schienenverkehr sowie Industrie und Flugverkehr auf etwa gleichem Niveau. Die Gesamtfläche mit einem Lärmindex höher als 55 dB(A) erreicht in den betrachteten deutschen Großstädten Werte zwischen 17 und 70 % der Stadtfläche. In mehr als 75 % der Städte bleibt der Flächenanteil unter 50 %. Vorsicht ist insbesondere bei den niedrigen Prozentwerten geboten, da die nationalen Regeln der Kartierung gewisse Spielräume lassen, die in einigen Fällen auch genutzt wurden. Die Interpretation der Zahlen könnte dennoch mit der Frage beginnen, wie diese Zahlen mit Belastigungsaussagen und Betroffenheitswerten verbunden sind.

Bei den zum Teil sehr großen mit Lärm belasteten Flächenanteilen der Städte ist sicher eine detaillierte Betrachtung angebracht, um welche Arten von Flächen und Nutzungen dieser Flächen es sich handelt. Ein nahe liegender Ansatz könnte die besondere Fokussierung auf Wohngebiete sein, da dort wiederum der ungestörte Schlaf einen hohen Stellenwert einnimmt. Die Beschränkung auf diese Bereiche müsste dann aber auch den baulichen Schallschutz der Wohngebäude einbeziehen. Ruhiger Schlaf bei frischer Luft bedeutet nicht zwangsläufig, dass die Fenster geöffnet sein müssen. Das lässt sich heute z. B. auch mit schalldämmter Wohnraumlüftung erreichen. Aber nicht nur der urbane Schlaf ist vom Lärm beeinträchtigt, sondern auch das urbane Leben. Es findet außerhalb der Gebäude statt, auf Terrassen und Balkonen, auf Straßen und Plätzen, in Freizeit- und Erholungsgebieten. Die überwiegend im Waldgebiet am Stadtrand verlaufende Autobahn z. B. wird dann nicht mehr nur als fern der Wohngebiete und damit unkritisch eingestuft. Die Erholung Suchenden erwarten auch hier eine natürliche Ruhe. Auch sind größere Städte nicht zwangsläufig die stärker lärmbelasteten Städte. Stark befahrene Straßen, z. B. innerstädtische Autobahnen, und Schienenwege gibt es in vielen Städten. Dies allein ist aber nicht das Indiz für große, lärmbelastete Flächen.

Insgesamt ist von einem ursächlichen Mix für diese Ergebnisse auszugehen. Ein ursprüngliches Element für die Lärmanfälligkeit städtischer Infrastrukturen liegt zweifellos in historischen Entwicklungen und Entscheidungen. In vielen Städten folgen Hauptverkehrsstraßen dem Verlauf früherer Pferdestraßenbahnen, die lange vor dem automobilen Zeitalter und unter völlig anderen Annahmen bzw. Voraussetzungen konzipiert wurden. In anderen Städten wurden nach den Zerstörungen des 2. Weltkrieges mit gewaltigen Anstrengungen Verkehrsstrukturen umgesetzt, die nicht auf heutige Methoden und Instrumente der Stadt- und Verkehrsplanung zurückgreifen konnten. Ein fundierter Blick in die Zukunft war damals kaum möglich. Mit diesem Erbe und dem nach wie vor unbändigen Mobilitätsbedarf muss künftig umgegangen werden. Eine zweifellos komplexe und komplizierte Herausforderung für alle Beteiligten. Die ganzheitliche akustische Umweltgestaltung muss zugleich im Kontext aller übrigen Anforderungen betrachtet und behandelt werden. So lässt sich die aktuell intensiv beworbene energetische Sanierung von Gebäuden und Quartieren auch für die akustische Verbesserung nutzen. Umgekehrt gilt natürlich das Gleiche, zumal die Lärmsanierung heute einen durchaus nennenswerten Umfang angenommen hat.

Ganzheitliche Umweltgestaltung

Mit Blick in die Zukunft gilt es mehr denn je, die akustischen Umgebungseinflüsse in nahezu allen Lebensräumen zu erkennen, konkret zu bewerten und in den meisten Fällen geeignet zu behandeln. Eine große Herausforderung, die aber durch eine Verschiebung oder Vernachlässigung nicht kleiner wird. Dabei ist es ratsam, nicht einzelne Aspekte oder Lebensräume hervorzuheben, sondern eine nachhaltige Gesamtbilanz in

¹ Im Auftrag der SIEMENS AG

² Hamburger Stiftung für Zukunftsfragen 2011

³ Deutsche Post AG 2011

den Vordergrund zu stellen. Dazu zählt auch die Einbeziehung in den Gesamtcontext der Umweltgestaltung, um einerseits akustische Qualität als spürbare Umweltqualität zu etablieren und andererseits akustische Belange in Gestaltungsprozesse zu integrieren. Dabei stehen Interessierte und Engagierte, Betroffene und Beteiligte vor mehreren Aufgaben. Erstens muss nach wie vor für entsprechende Information und breite Kommunikation gesorgt werden. Zur Versachlichung dieses Austausches stehen immer mehr und auch bessere Hilfsmittel zur Verfügung. Zweitens müssen noch mehr gesicherte Erkenntnisse in verbindliche Regeln überführt werden. Drittens bedarf es für eine Reihe von Gestaltungskonflikten, z. B. zwischen Mobilität und Ruhebedürfnis, zwischen Wirtschaftlichkeit und Lebensqualität, auch der Investition in neue, praktikable Technologien.

Literatur

- ¹ Lärmschutz für kleine Ohren - Leitfaden zur akustischen Gestaltung von Kindertagesstätten. Hrsg.: Umweltministerium Baden-Württemberg Stuttgart
- ² Klatte M; Hellbrück J; Seidel J; Leistner P: Effects of classroom acoustics on performance and well-being in elementary school children: A field study. *Environment and Behavior* 42 (2010) 5, 659-692
- ³ Liebl A; Drotleff H; Sedlbauer K; Schleuniger F; Uygun A: Raumakustische Zielgrößen und Maßnahmen zur Optimierung der kognitiven Leistungsfähigkeit sowie des akustischen Komforts in Mehrpersonenbüros. *Bauphysik*, 33 (2011) 2, 87-93
- ⁴ DIN 4109 - Schallschutz im Hochbau, 1989
- ⁵ Guski R: Moderatoren der Lärmwirkung. In: Wichman, Schlipkötter, Fülgraß (Hrsg.): *Handbuch der Umweltmedizin. Kapitel VII-1 Lärm*. Ecomed, Landsberg 2001
- ⁶ www.umweltbundesamt.de/laermumfrage
- ⁷ *Auto und/oder Umwelt?* Umweltbundesamt Berlin 2001

Wie hört Deutschland?



*Eckhard Hoffmann,
Fachhochschule Aalen*

Wie hört Deutschland? Da das menschliche Gehör für die Kommunikationsfähigkeit eine entscheidende Rolle spielt und der Verlust der Hörfähigkeit sowohl für die Betroffenen, das direkte Umfeld als auch für die Gesellschaft (Gesundheitskosten etc.) erhebliche Konsequenzen nach sich zieht, ist die Frage nach dem aktuellen Stand der Hörfähigkeit nicht nur von medizinischer, sondern auch von gesellschaftspolitischer und wirtschaftlicher Relevanz. Die berufliche Lärmschwerhörigkeit belegte bei den anerkannten Berufskrankheiten auch 2010 eine Spitzenposition¹. Eine frühzeitige Erkennung von Gesundheitsgefahren für das Gehör ist jedoch auch außerhalb des beruflichen Umfelds angebracht, da schallbedingte Hörverluste nicht heilbar, sondern nur vermeidbar sind. Bei jungen Menschen wird des Öfteren laute Musik als eine häufige Ursache für Hörverluste postuliert. Dies reicht bis zu der gewagten These, dass mit 50 Jahren jeder Dritte ein Hörgerät aufgrund von Freizeitlärm benötigen werde². Aktuelle Studienergebnisse sprechen eher gegen diese Vermutung. Rabinowitz konnte z. B. bei Berufsanfängern in den USA nachweisen, dass es bei jungen Menschen in den letzten 20 Jahren keine Zunahme von Hörverlusten gab³. Um einen aktuellen und repräsentativen Überblick über die Hörfähigkeit der deutschen Bevölkerung zu gewinnen, wurde in einer Querschnittsuntersuchung die Hörfähigkeit

in den Altersgruppen von 10 bis 85 Jahren untersucht. Kern der Untersuchungen bildete eine sorgfältige Audiometrie im Frequenzbereich zwischen 250 Hz und 16 kHz.

Die »normale« Alterung des Gehörs gemäß ISO 7029

Die ISO 7029 »Akustik – Statistische Verteilung von Hörschwellen als eine Funktion des Alters«⁴ gibt die zu erwartende Hörschwelle einer gescreenten Population in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht an. Die in der ISO 7029 publizierten Formeln beschreiben die normale Hörfähigkeit im Alter zwischen 18 und 70 Jahren bei Personen ohne Lärmbelastung und ohne Ohrerkrankungen. Die audiometrischen Untersuchungsdaten, die die Basis für die ISO 7029 bilden, sind bis zu 50 Jahre alt. Die Lebensumstände haben sich jedoch in den letzten fünf Jahrzehnten stark verändert, sodass eine neue Untersuchung über alle Altersklassen notwendig erscheint.

1985 führte das Grüne Kreuz mit dem IFO-Institut für Wirtschaftsforschung eine Befragung zur Hörfähigkeit in Deutschland einschließlich audiometrischer Untersuchungen durch. Die von Stange 1992⁵ publizierten Daten sowie der Bericht des IFO-Institutes lassen leider keine Rückschlüsse auf die Hörschwellen in den einzelnen Altersklassen zu. Aktuelle Daten aus Deutschland existieren daher nicht. Erste Zwischenergebnisse der Studie »Wie hört Deutschland?« mit einer kleineren Datenbasis wurden von Hoffmann 2009⁶ publiziert.

Material und Methoden

Konzeption der Querschnittsuntersuchung der Bevölkerung

Repräsentative audiometrische Daten wurden durch eine Querschnittsuntersuchung der Bevölkerung im Alter von 10 bis 85 Jahren gewonnen.

Auswahl der Probanden

Es erfolgte eine zufällige Ziehung der Probanden gemäß den Altersgruppen aus dem Einwohnermelderegister der Stadt Aalen. Ein Vergleich verschiedener Kennzahlen (Populationskennzahlen, Ausländerquote, Wirtschaftskennziffern) ergab, dass die Bevölkerung von Aalen als durchaus repräsentativ für Deutschland angesehen werden darf. Längerfristig ist ein Vergleich mit Teilstichproben aus anderen Regionen Deutschlands (z. B. Berlin) zusätzlich anzustreben. Die gezogenen Probanden wurden angeschrieben und zu einem Hörtest während festgelegter Aktionszeiträume eingeladen. Um die Motivation an einer Teilnahme zu erhöhen, erhielten die Probanden im Anschluss an den Test einen Ausdruck ihres Hörtests und eine individuelle Erklärung der Ergebnisse. Bei den unter 18-Jährigen erfolgte eine Audiometrie ganzer Schulklassen. Das Einverständnis der Eltern wurde eingeholt, so konnte die Altersklasse 10 und 15 Jahre ebenfalls repräsentativ abgedeckt werden.

Bildung von Fünfjahresaltersklassen

Die Hörfähigkeit in den einzelnen Frequenzen weist eine starke Alters- und Geschlechtsabhängigkeit auf. Aus diesem Grunde wurden nach Geschlecht getrennt Altersklassen von jeweils fünf Jahren gebildet, beginnend mit 10 Jahren bis hin zu 85 Jahren. Es wurden somit pro Geschlecht jeweils 16 Altersklassen gebildet, insgesamt 32 Altersklassen. Jede Altersklasse ist durch das Fünfjahresalter +/- 2,5 Lebensjahre definiert.

Audiologisches Assessment

Gehörgang und Trommelfell wurden mittels Otoskopie beurteilt. Zur Mittelohrdiagnostik wurde ein Tympanogramm aufgenommen. In der Tonaudiometrie erfolgte die Hörschwellenmessung im konventionellen Frequenzbereich bis 8 kHz und bei ausgewählten Frequenzen des erweiterten Hochtonbereichs bis 16 kHz. Bei einem Hörverlust von 20 dB oder mehr bei mindestens einer Frequenz von 250 Hz bis 1 kHz wurde zusätzlich eine Messung der Knochenleitungshörschwelle durchgeführt.

Durchführung der audiologischen Messungen

Die audiologischen Messungen wurden in einem mit Schallschutzkabinen ausgestatteten Audiolastzug durchgeführt. Alle Messdaten wurden direkt in einem Netzwerk unter Noah abgespeichert.

Befragung mittels standardisiertem Fragebogen

Die Probanden wurden mittels eines standardisierten Fragebogens befragt. In die Entwicklung des Fragebogens gingen die Ergebnisse der Literaturrecherche in Bezug auf potenziell hörschädigende Parameter ein. Auf Grundlage von in der Literatur beschriebenen Schädigungshypothesen sowie eigener Ansätze wurden die abzufragenden Items bestimmt.

Der Fragebogen umfasst Basisdaten (Alter, Geschlecht), Daten zur beruflichen Qualifikation, zur Schallbelastung am Arbeitsplatz, der Schallbelastung in der Freizeit, der Wehrdienstzeit, Erkrankungen des Ohres, dem Vorliegen eines Tinnitus, erinnerebaren Knalltraumata und die subjektive Einschätzung der eigenen Hörfähigkeit.

Ausgewertete audiologische Parameter

Da die Hörschwelle stark altersabhängig ist, erfolgte die Auswertung getrennt für die beiden Geschlechter in den einzelnen Fünfjahresaltersklassen. Analysiert wurde für jede getestete Frequenz der Median des Hörverlustes, da der Median gegenüber dem Durchschnitt den Vorteil bietet, dass er nicht durch Extremwerte beeinflusst wird und sehr gut die Lage der Hörschwelle der

jeweiligen Altersklasse repräsentiert. Auch in der ISO 7029 sowie den meisten relevanten Publikationen wird der Median der Hörschwelle als Lagekriterium für den Hörverlust gewählt. Werden der otoskopische Befund, die Fragebogenergebnisse bezüglich Ohroperationen, Mittelohrentzündungen und Lärmbelastungen sowie der tympanometrische Befund mit einbezogen, so kann auch eine gescreente Subpopulation gebildet werden, die den Kriterien gemäß ISO 7029 entspricht. Werden alle Daten ausgewertet, so entspricht dies der typischen und repräsentativ ausgewählten ungescreenten Bevölkerung.

Messzeitraum

Die Querschnittsuntersuchung der Aalener Bevölkerung fand von 2008 bis 2009 statt. Es wurden in der Gruppe von 18 bis 87 Jahren insgesamt 8400 Einladungen versandt, pro Fünfjahresgruppe je 300 Einladungen pro Geschlecht. Bei den Schülern der Altersklasse 10 Jahre und 15 Jahre wurden jeweils ganze Schulklassen audiometriert.

Ergebnisse

Es nahmen an der Studie 1.762 Personen teil, sie liefern die Datenbasis für die Auswertung von 3.524 Ohren. Die Verteilung zwischen den Geschlechtern war bei der Teilnahme an den Hörtests nahezu ausgeglichen (47 % Männer, 53 % Frauen).

Die Responsequote war jedoch bei den einzelnen Altersgruppen sehr unterschiedlich. Während ab 55 Lebensjahre aufwärts die Teilnahme an den Hörtests sehr rege war, blieb die Teilnahme insbesondere bei Männern in den Altersgruppen 20 bis 45 Jahren sowie bei Frauen in der Altersklasse der 30-Jährigen unter den Erwartungen. Die beste Quote lag in der Altersgruppe der 60- und 65-Jährigen vor.

Analyse der Hörfähigkeit bei 4 kHz

Da schallverursachte Hörverluste in der Regel zuerst bei 4 kHz zu beobachten sind, stellt die Hörschwelle bei 4 kHz einen guten Marker für die durch Schall verursachten Hörverluste dar. Mit steigendem Lebensalter sind zudem insbesondere bei hohen Frequenzen

Anzahl der Teilnehmer pro Altersklasse

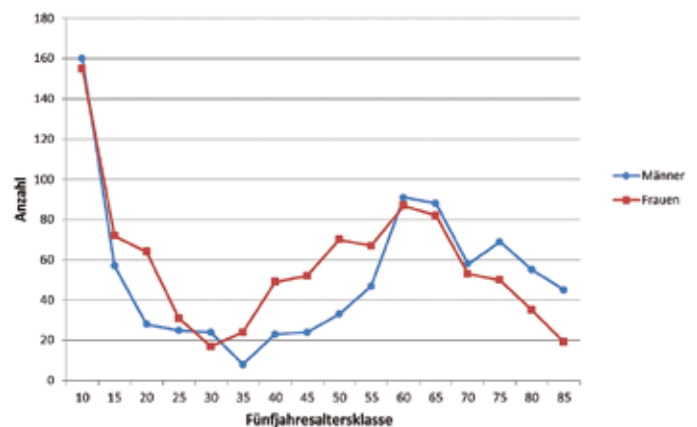


Abb. 1: Teilnahme am Hörtest in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht

Alter [Jahre]	Anzahl Ohren Männer	Median 4 kHz Männer [dB HL]	Anzahl Ohren Frauen	Median 4 kHz Frauen [dB HL]
10	324	0	312	0
15	116	5	144	0
20	56	0	128	0
25	50	5	62	0
30	48	5	34	5
35	16	5	48	5
40	46	5	98	5
45	48	15	103	5
50	66	20	140	10
55	94	30	134	15
60	181	35	174	20
65	176	40	164	25
70	116	45	106	25
75	138	50	99	35
80	109	55	70	50
85	86	70	38	55
Summe	1670		1854	

Tab. 1: Anzahl der ausgewerteten Ohren pro Altersgruppe und Geschlecht, Median der Hörschwelle bei 4 kHz in der jeweiligen Altersgruppe

generell zunehmende Hörverluste zu beobachten. Inwieweit diese Folge der über das Leben auf lange Sicht angesammelten schallbedingten Hörverluste sind und wie groß die Rolle der schallunabhängigen Alterungsprozesse ist, ist noch nicht abschließend geklärt. Es spricht jedoch vieles dafür, dass generelle schallunabhängige Alterungsprozesse eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen.

Beispielhaft ist die Verteilung der Hörverluste bei 4 kHz bei Männern und Frauen in der Altersgruppe von 60 Jahren (57,5 bis 62,5 Jahren) in einem Histogramm dargelegt.

Auswertung der Hörfähigkeit bei 4 kHz: Männer versus ISO 7029

Vergleicht man den beobachteten Hörverlust mit dem nach ISO 7029 zu erwartenden Hörverlust, so zeigt sich über die von der ISO-Norm abgedeckten Altersspanne bis 70 Jahre bei der Mehrzahl der Altersklassen eine recht gute Übereinstimmung. Die größten Differenzen zur ISO 7029 traten in der Altersklasse 55 Jahre mit 8 dB und der Altersklasse 60 Jahre mit 7 dB auf.

Die Bevölkerung in Aalen war jedoch nicht gescreent, sondern zufällig eingeladen und nicht weiter selektiert worden. Eine nach den Kriterien laut ISO 7029 (otologischer Normalbefund, keine Lärmexposition) gesiebte Population würde hier noch bessere Hörschwellen erwarten lassen, diese Analyse steht jedoch noch aus.

Auswertung Hörfähigkeit bei 4 kHz: Frauen versus ISO 7029

Der Median der Hörfähigkeit bei 4 kHz stimmt bei der untersuchten weiblichen Bevölkerung mit der nach ISO 7029 für Frauen zu erwartenden Hörschwelle bei 4 kHz gut überein. Die größte Differenz zur ISO 7029 trat in der Altersklasse 60 Jahre mit 5 dB auf.

Auswertung Hörfähigkeit bei 4 kHz: Männer versus Frauen

Ein Vergleich des Medians der Hörverluste bei 4 kHz zwischen Männern und Frauen zeigt, dass ab dem 45. Lebensjahr die Hörfähigkeit von Männern in der getesteten Frequenz deutlich schlechter ist als bei den Frauen. Im Alter von 70 Jahren beträgt der Unterschied der Mediane 20 dB.

Diskussion

Hörtestergebnisse bei 4 kHz im Vergleich zur ISO 7029

Der Median der Hörschwelle bei 4 kHz stimmt sowohl bei Frauen als auch bei Männern in den meisten Altersgruppen recht gut mit den nach ISO 7029 zu erwartenden Ergebnissen überein. Zu berücksichtigen ist, dass die Bevölkerungsstichprobe eine ungescreente Personengruppe darstellt, die ISO 7029 beschreibt dagegen die zu erwartende Hörfähigkeit einer in Bezug auf Ohrenerkrankungen und Lärmanamnese gescreenten Population. Der Median bei den gemessenen Hörschwellen ändert sich bedingt durch die 5 dB-Stufen bei der Hörschwellenmessung immer in Sprüngen von 5 dB. Die beobachteten Differenzen zur ISO 7029 sind nur bei Männern in den Altersklassen 55 Jahre (8 dB Differenz) und 60 Jahre (7 dB Differenz) größer als 5 dB.

Vergleich der Mediane bei 4 kHz: Frauen versus Männer

Ab dem 45. Lebensjahr zeigt sich eine deutliche Differenz zwischen dem Median der Hörverluste bei Männern und Frauen. Frauen schnitten bei dieser Analyse in den Altersgruppen ab 45 Jahren deutlich besser ab. Denkbare Ursachen sind geschlechtsspezifische, schallunabhängige Alterungsvorgänge und die Tatsache, dass insbesondere die Schallbe-

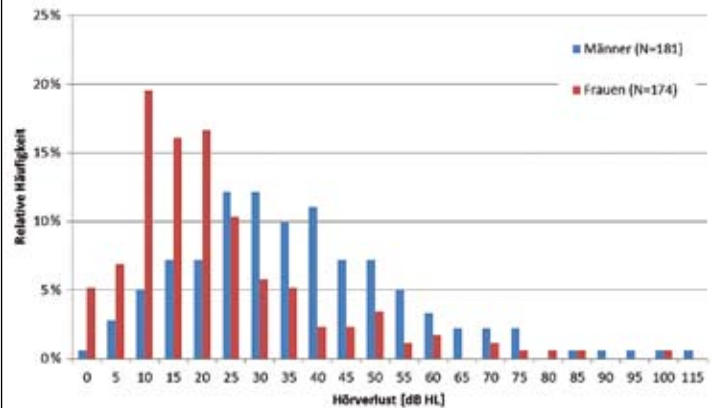


Abb. 2: Histogramm, Hörverlust bei 4 kHz in der Altersklasse 60 Jahre

	Männer	Frauen
Median	35 dB	20 dB
Erwarteter Median gemäß ISO 7029	28 dB	16 dB
Mittelwert	36,6 dB	22,3 dB
Standardabweichung	19,5	17,3
Spannbreite	0 – 115 dB	0 – 100 dB

Tab. 2: Statistische Kennzahlen: Hörverlust bei 4 kHz in der Altersklasse 60 Jahre

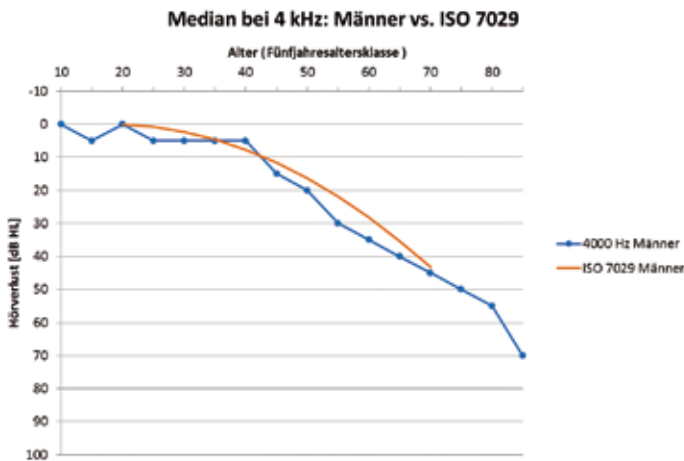


Abb. 3: Vergleich des Medians der Hörfähigkeit bei 4 kHz von Männern versus ISO 7029 (m)

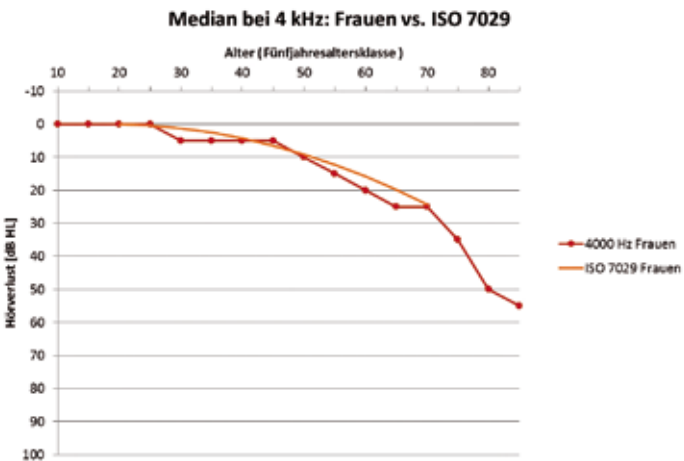


Abb. 4: Vergleich des Medians der Hörfähigkeit bei 4 kHz von Frauen versus ISO 7029 (w)

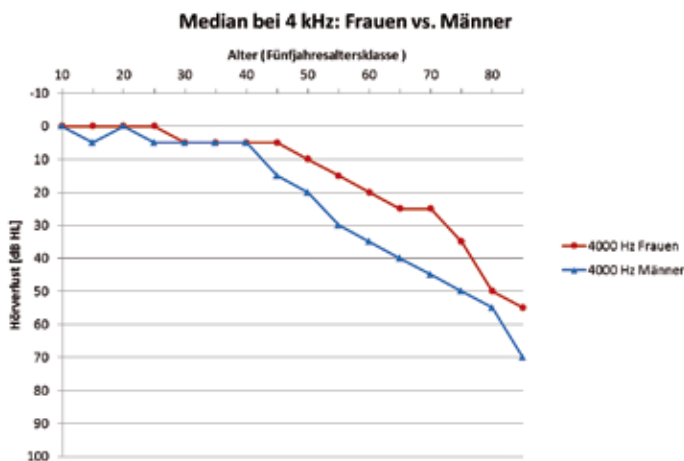


Abb. 5: Vergleich des Medians der Hörfähigkeit bei 4 kHz von Frauen vs. Männer

lastung am Arbeitsplatz bei Männern tendenziell größer ist und daher im Rentenalter die kumulierten Hörverluste bei Männern ausgeprägter zu beobachten sind.

Keine Hinweise auf eine generell stark zunehmende Schwerhörigkeit

Die Lebensumstände haben sich in den letzten 50 Jahren an vielen Punkten entscheidend geändert, und des Öfteren wurde eine deutliche Zunahme der zu erwartenden Schwerhörigkeit durch den Freizeitlärm postuliert¹. Im Bereich der Lärmbelastung am Arbeitsplatz wurden in den letzten Jahrzehnten enorme Fortschritte erzielt, jedoch hat die Schallbelastung in der Freizeit durch Diskotheken, Walkman und MP3-Player zum Teil deutlich zugenommen. Die Analysen bei der in Bezug auf schallverursachte Hörverluste besonders empfindlichen Frequenz von 4 kHz liefern zumindest bei der untersuchten Population keine Hinweise auf eine generell zunehmende schlechtere Hörfähigkeit.

Mehr Schwerhörige durch die demografische Entwicklung

Die Hörfähigkeit lässt mit steigendem Alter nach, insbesondere der Hochtonbereich ist davon betroffen. Wenn auch keine generelle Verschlechterung der Hörschwelle gegenüber der ISO 7029 zu erkennen ist, so ist jedoch aufgrund der Altersentwicklung in der Bevölkerung von einem steigenden Anteil an Schwerhörigen auszugehen. Laut Statistischem Bundesamt betrug im Jahr 2010 der Anteil der Bundesbürger ab 65 Jahre 21 % und der ab 80 Jahre 5 %. Bis zum Jahr 2050 wächst der erwartete Anteil der Personen ab 65 Jahre auf 33 % und der ab 80 Jahre auf 15 %. Es ist somit aufgrund des steigenden Anteils an Personen ab 65 Jahren auch mit einer Zunahme der Personenanzahl mit Schwerhörigkeit zu rechnen.

Schlussfolgerungen

Es existieren derzeit noch keine umsetzbaren Ansätze, um die generelle Alterung des Gehörs aufzuhalten. Der schallverursachte Anteil der Hörverluste sollte jedoch weiter minimiert werden. Eine breit angelegte Prävention schallverursachter Hörschäden für alle Alters- und Bevölkerungsgruppen ist anzustreben, um langfristig eine gute altersgemäße Hörfähigkeit zu erhalten. Der Anteil der Bevölkerung mit Presbyakusis wird aufgrund der demografischen Entwicklung in Deutschland weiter steigen. Eine Berücksichtigung der Einschränkungen und Bedürfnisse dieser größer werdenden Gruppe sollte erfolgen. Dies reicht von der Verständlichkeit von Durchsagen (z. B. im Bahnhof) bis hin zur Musikbeschallung in Restaurants, die für einen Schwerhörigen das Sprachverstehen deutlich erschwert, da Schwerhörige ein besseres Signal-Störlärmverhältnis (SNR signal to noise ratio) benötigen, um Sprache zu verstehen. Die weitere Entwicklung der Hörfähigkeit der deutschen Bevölkerung sollte in regelmäßigen Abständen untersucht werden, um langfristige Trends zu erkennen und frühzeitig auf Veränderungen der Hörfähigkeit z. B. bei Jugendlichen reagieren zu können.

Literatur

- ¹ <http://www.dguv.de/inhalt/zahlen/documents/dguvstatistiken2010d.pdf>, S. 56/57, Stand: 10.04.12
- ² »103. Deutscher Ärztetag – Entschließung zum Tagesordnungspunkt VI: Tätigkeitsbericht der Bundesärztekammer«, Deutsches Ärzteblatt, vol. 97, no. 20, pp. A-1384 bis A-1392 bzw. C-1062 bis C-1069
- ³ P.M. Rabinowitz, M.D. Slade, D. Galusha, C. Dixon-Ernst, and M.R. Cullen,

»Trends in the prevalence of hearing loss among young adults entering an industrial workforce 1985 to 2004.«, *Ear and hearing*, vol. 27, no. 4, pp. 369–375, Available at doi:10.1097/01.aud.0000224125.12338.9a

- ⁴ Akustik – Statistische Verteilung von Hörschwellen als eine Funktion des Alters; ISO 7029, Jan. 2001/Mai 2000
- ⁵ Stange, G. (1992): »Hörtest – Wie gut hören die Bürger der (alten) BRD und West-Berlins?«, *TW Kopf/Hals*, Jg. 2, H. 1, S. 17–21
- ⁶ Hoffmann (2009): »Wie hört Deutschland?«, in Grieshaber, Romano; Stadel, Martina; Scholle, Hans-Christoph (Hg.), 15. Erfurter Tage. Prävention von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und Erkrankungen. Jena: Bussert u. Stadel. S. 143-154

Sensible Phasen, Sprache und Gehörlosigkeit



*Peter Baumhoff,
Medizinische Hochschule Hannover*



*Andrej Kral,
Medizinische Hochschule Hannover*

Die universelle Verwendung von strukturierter Sprache stellt eines der offensichtlichsten Unterscheidungsmerkmale des Menschen zum Tierreich dar. Dabei dient Sprache nicht nur der Kommunikation, sondern erfüllt auch wichtige Funktionen beim bewussten Zugriff auf die Inhalte und im Besonderen auf die Ergebnisse der neuronalen Verarbeitung im Gehirn. Um zu verstehen, wie Sprachentwicklung in die Individualentwicklung des Menschen eingebunden ist, hilft es, Sprache in einen evolutionären Zusammenhang zu stellen. Es gibt schlüssige Hinweise darauf, dass Sprache und Gehirn in der Menschheitsgeschichte keine Koevolution durchlaufen haben, sondern dass Sprache – mit allen kulturellen und strukturellen Unterschieden – das Resultat einer umfassenden Anpassung flexibler und rekursiver Zeichen an die Struktur und Arbeitsweise des menschlichen Gehirns, des Hörsystems und des Sprechapparats darstellt (Chater et al. 2009). Lautsprache, auch in ihrer geschriebenen Form, ist folglich limitiert durch die Möglichkeiten des Sprechbaren, Hörbaren und durch das Gehirn Analysierbaren.

Eine solche Betrachtung verdeutlicht, warum auch ein teilweiser Verlust der arttypischen Funktionalität des Gehirns weitreichende Konsequenzen für den individuellen Spracherwerb haben kann. Anhand verschiedener Studien soll erörtert werden, wie sich angeborene Gehörlosigkeit auf die Hirnstruktur auswirkt, was dies für den menschlichen Spracherwerb bedeuten könnte und wie den frühen Auswirkungen von Gehörlosigkeit nach einer Cochlea-Implantation am effektivsten begegnet werden kann.

Ein Tiermodell zur Untersuchung von genetisch bedingter, angeborener Gehörlosigkeit kommt aus einer Zuchtlinie von weißen Katzen, bei denen Gehörlosigkeit in 50 bis 75 Prozent der Würfe auftritt. Die gehörlosen Tiere dieser Zuchtlinie zeichnen sich durch einen vollständigen Verlust äußerer und innerer Haarzellen aus. Die Ganglienzellen, deren Axone den Hörnerv konstituieren, sind aber größtenteils intakt und mit denen von gehörlosen Menschen vergleichbar. Man kann bei diesem Tiermodell folglich untersuchen, welche Auswirkungen das Ausbleiben auditorischer Reize auf Struktur und Verarbeitung der zentralnervösen Hörbahn hat (Kral 2007).

Bei vergleichenden Studien mit diesen gehörlosen und normalhörend geborenen Katzen zeigten sich sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede in der Antwort der primären auditorischen Hirnrinde (kortikales Feld A1) auf eine elektrische Reizung des Hörnervs durch ein Cochlea-Implantat (Kral et al. 2005). Die Hirnrinde ist der Teil des Hörsystems, das für die komplexesten Hörfunktionen zuständig ist, inklusive bewusstem Erleben, Lernen und Aufmerksamkeit. Die Hirnrinde besteht aus sechs Schichten von Zellen, die in säulenartigen Strukturen organisiert sind.

Sowohl juvenile als auch adulte Tiere reagieren auf eine elektrische Stimulation des Hörnervs mit der Ausbildung von Feld- und Aktionspotentialen in der Hirnrinde (Kral et al. 2005). Im Laufe der Individualentwicklung führt eine Stimulation zunächst zu einer zunehmenden

Aktivierung von Feld A1 (ibid.). Bei gehörlosen Tieren wird diese maximale Aktivierung später in der Entwicklung erreicht als bei normal hörenden Tieren. Die maximale Aktivierung ist gefolgt von einer entwicklungsbedingten Abnahme der Aktivität, die fast bis ins Erwachsenenalter abläuft. Diese Abnahme ist bei gehörlosen Tieren ausgeprägter. Dadurch ist die Aktivierung der Hirnrinde bei erwachsenen gehörlosen Tieren im Vergleich zu hörenden Tieren signifikant verringert. Das zeigt, dass die Aktivierbarkeit der Hirnrinde durch Erfahrung gesteuert wird und bei Gehörlosigkeit zu vielen funktionalen Defiziten in der Hirnrinde führt (Übersicht in Kral und Sharma 2012). Bei adulten gehörlosen Tieren ist außerdem die Aktivierung der sogenannten infragranulären (tiefen) Schichten in A1 reduziert. Folglich funktionieren Rückprojektionen aus höheren kortikalen Arealen, die diese Schichten aktivieren, nicht normal (Übersicht in Kral 2007). Rückprojektionen aus höheren Arealen sind für ein »Ausfüllen« von Lücken im auditorischen Eingang (z. B. bei Sprache) von entscheidender Bedeutung, spielen eine Rolle bei der Aufmerksamkeitsmodulation im Cortex und sind für die Steuerung der Plastizität von Bedeutung (Übersicht in Kral und Eggermont 2007).

Darüber hinaus gibt es Hinweise, dass manche kortikalen Areale, die in der Anlage eigentlich auditorische Funktionen erfüllen, bei Gehörlosigkeit z. T. Aufgaben bei der Verarbeitung anderer Sinnesmodalitäten übernehmen können. In einer Studie zu den visuellen Fähigkeiten hörender und gehörloser Katzen (Lomber et al. 2010) wird berichtet, dass gehörlose Tiere in einem Verhaltensexperiment zur Lokalisierung visueller Reize und Bewegungsrichtung bessere Leistungen zeigten als die normalhörenden Kontrollen. Schaltet man allerdings mittels eines speziellen, reversiblen Kühlverfahrens bei den gehörlosen Tieren Cortexareale aus, die bei hörenden Tieren der auditorischen Verarbeitung dienen, verschwinden diese supernormalen Leistungen. Das bedeutet, dass die Hirnareale, die normalerweise für auditorisches Verhalten zuständig sind, bei Gehörlosigkeit visuellem Verhalten dienen. Diese Daten erklären Befunde an gehörlosen Menschen (Bavelier und Neville 2002). Sie zeigen, dass das visuelle System neuronale Ressourcen vom Hörsystem übernehmen kann, falls dieses nicht genutzt wird.

Während die auditorische Grundlagenforschung den Mechanismen akustischer Verarbeitung auf der Spur ist, zeigen klinische Studien die globalen Auswirkungen fehlender Hörerfahrungen. In verschiedenen Untersuchungen zur Individualentwicklung prälingual gehörloser Kinder wurden Hinweise auf vermehrte Verhaltensauffälligkeiten, verminderte Aufmerksamkeitsspannen (Barker et al. 2009), zeitlich verringertes Kurzzeitgedächtnis (Rudner et al. 2009) und sogar Defizite in der feinmotorischen Koordination (Horn et al. 2006) beobachtet. Darüber hinaus haben von Geburt an gehörlose Menschen bis ins Erwachsenenalter Leseschwächen, die auf Probleme mit der phonologischen Wahrnehmung zurückzuführen sind (McQuarrie und Parrila 2009).

Viele dieser Befunde lassen sich auf plastische Umstrukturierungen des Gehirns in Folge der Gehörlosigkeit zurückführen (Übersicht in Kral und Sharma 2012). Dabei kann beobachtet werden, dass eine frühzeitige Versorgung durch ein Cochlea-Implantat und eine entsprechende, intensive Nachsorge und Betreuung diesen nachteiligen globalen Effekten von perilingualer Gehörlosigkeit wie auch deren neuronalen Korrelaten bei Tieren effektiv entgegenwirken kann (ibid.). Bleibt eine Implantation über die frühe Entwicklungsphase hinaus aus und erfolgt die Kommunikation visuell (gebärdensprachlich), passt sich das Gehirn daran an, indem sich z. B. die Verarbeitung von Bewegung – einer

wichtigen Eigenschaft von Gebärdensprache – in die linke, sprachdominante Gehirnhälfte »verschiebt« (Bosworth und Dobkins 1999).

Die angeborene Gehörlosigkeit ist also keinesfalls nur ein Verlust des Höreingangs. Vielmehr zieht sie eine Reihe tiefgreifender Veränderungen in der neuronalen Verarbeitung und Wahrnehmung nach sich (Übersicht in Kral und Sharma 2012). Eine große Anzahl von Studien legt nahe, dass es eine sensible Phase der Reifung des Hörsystems gibt: Nur wenn der fehlende Höreingang früh in der Entwicklung kompensiert wird, ist ein annähernd adäquates auditorisches Verhalten erreichbar (ibid.). Selbst eine frühe Kompensation des Hörverlustes durch eine Cochlea-Implantation kann aber die Verarbeitungsdefizite nicht ohne weiteres alle ausgleichen, da einerseits das Cochlea-Implantat nicht alle Eigenschaften des akustischen Reizes vermitteln kann, andererseits ist auch eine frühe Kompensation erst nach der Diagnose, also grundsätzlich immer verspätet zum normalen »Höranfang« (Mitte der Schwangerschaft), möglich. Hinzu kommt, dass bei fortgesetzter Gehörlosigkeit höhere Zentren der kortikalen Hörbahn, wie erwähnt, neue Aufgaben, z. B. in der visuellen Verarbeitung, übernehmen. Die dazu notwendige Umstrukturierung der kortikalen Vernetzung verhindert so wohlmöglich die effektive Nutzung dieser Areale bei einer späteren Stimulation der Hörbahn durch ein Implantat.

Nimmt man die Befunde von gehörlos geborenen Kindern im Vergleich von normalhörenden Altersgenossen hinzu, zeigt sich, dass sich Gehörlosigkeit auf nahezu das gesamte Gehirn auswirkt. Die fehlenden sensorischen Eingänge und die dadurch nicht vorhandene Verarbeitung in der zentralen Hörbahn führen nicht nur direkt, durch Deprivation, sondern auch indirekt, durch kompensatorische Umstrukturierungen, zu einer veränderten Wahrnehmung der Außenwelt. Trotz einiger aufgabenspezifischer Fähigkeiten, die über das Vermögen normalhörender Menschen hinausgehen, gibt es auch etliche nachteilige Begleiterscheinungen der veränderten neuronalen Verarbeitung.

Das schrittweise Erkennen, Nachahmen, Verstehen und gezielte Einsetzen des Hörens während der Entwicklung bildet die Grundlage für Kommunikation. Lautsprache ist auf mehreren Ebenen repräsentiert: als Sequenz von Sprachlauten, die einzeln in phonologische Kategorien repräsentieren, als ihre Verbindung in Kombinationen, die Bedeutung transportieren (Morpheme) und als Kombinationen von Morphemen, die in Sätze münden und eine Aussage vermitteln. Die Schriftsprache ist eine formalisierte Umsetzung der gesprochenen Sprache auf (etwa) der phonologischen Ebene. Durch Verknüpfung von Gehörtem und Geschriebenem wird der Lernprozess des Lesens stark vereinfacht, da z. B. implizite Regeln der Phonemenkombinationen von dem Sprechapparat mitbestimmt und dem hörenden Kind bereits unbewusst bekannt sind.

Die Gebärdensprache alleine erlaubt keine Etablierung von phonetisch-phonologischen Regeln. Damit trennt sie die Schrift von der erlernten Kommunikationssprache. Das behindert die Lesefähigkeit des Gehörlosen. Ein gehörloser Teenager nach Schulabschluss ist folglich in der Lesefähigkeit um viele Jahre verzögert (Kyle und Harris 2006; Kral und O'Donoghue 2010), was den Zugang zur Bildung wesentlich erschwert.

Das Hörsystem ist, wie oben diskutiert, in sensiblen Phasen besonders formbar und empfänglich für Veränderungen. Daher ist es entscheidend, dass man nach einer frühen Cochlea-Implantation die Hörbahn lautsprachlich fördert und trainiert. Der Zugang zur Lautspra-

che ist in den ersten beiden Jahren (je früher, desto besser) essentiell (Niparko et al. 2010), da ansonsten die sensible Phase für phonetische und phonologische Sprachprozesse ausläuft und durch Gebärdensprache auch nicht kompensiert werden kann. Eine frühe Therapie ist also von entscheidender Bedeutung. Sollten aber implantierte Kinder die Gebärdensprache erlernen, z. B. um im Falle eines Geräteausfalls eine weitere Sprache nutzen zu können? Es gibt leider nicht genug Untersuchungen, um diese Frage eindeutig zu beantworten.

Gebärden- und Lautsprache sind unterschiedliche Sprachen. Der frühe Spracherwerb, der eine frühe Kommunikation zwischen Kind und Eltern fördert, ist eine Voraussetzung für eine normale kognitive Entwicklung. Eine kleine Minderheit gehörloser Kinder wird in gehörlose Familien hineingeboren. Diese Kinder werden in einem Umfeld aufwachsen, das der Gebärdensprache mächtig ist und diese sehr früh spontan an die Kinder weitergegeben wird. In dem Fall ist ein »bilingualer-bimodaler« Ansatz (Laut und Gebärde) des Spracherwerbs der geeignete. Das Selbstbestimmungsrecht der Person und der Familie kann auch nicht außer Acht gelassen werden. Das Erlernen der Gebärdensprache darf dabei aber auch nicht als Argument für eine spätere Implantation dienen. Die auditorischen sensiblen Phasen werden durch den Erwerb der Gebärdensprache nicht verlängert. Folglich sollte bei diesen Kindern eine Cochlea-Implantation nicht verzögert werden.

Über 90 Prozent der gehörlosen Kinder stammen aber aus »hörenden« Familien, die nicht der Gebärdensprache mächtig sind (Musselman 2000; Kral und O'Donoghue 2010). Diese kann dann auch nicht an die Kinder korrekt weitergegeben werden. Eine frühe Implantation ist in diesem Fall eine Voraussetzung für eine effektive Kommunikation mit den Eltern.

Bilingual aufwachsende normal hörende Kinder sind in der Sprachentwicklung anfänglich verzögert, die Sprachen werden anfänglich vermischt und üben letztendlich einen höheren Aufwand an exekutiven Funktionen aus (z. B. um die Sprachen »trennen« zu können, Übersicht in Bialystok 2009). Auch der Lautsprachenerwerb über ein Cochlea-Implantat erfordert an sich schon mehr neuronale Ressourcen als der Spracherwerb über ein hörendes Ohr. Ein bilingual-bimodales Konzept (Laut und Gebärde) repräsentiert dann einen zusätzlichen Aufwand für exekutive Funktionen. Schlussendlich ist zu bedenken, dass eine bilinguale Entwicklung bei hörenden Kindern in einige Verzögerungen mündet, die auch im Erwachsenenalter nachweisbar sind (z. B. in Lexikon, Übersicht in Bialystok 2009). Aus diesen Gründen sollte für einen bilingualen-bimodalen Ansatz ausgeschlossen werden, dass dieser Nachteile für die Entwicklung des Kindes bringt. Die Daten von Kindern, die in gehörlose Familien hineingeboren werden, sollten für diesen Zweck einer wissenschaftlichen Analyse unterzogen werden.

Eine frühe Versorgung mit einem Cochlea-Implantat stellt also in Bezug auf die sensiblen Phasen den jetzigen Standard der medizinischen Behandlung von Gehörlosigkeit dar (Kral und O'Donoghue 2010).

Unterstützt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Kr 3370 und Exzellenzcluster Hearing4All).

Literatur

- Barker DH, Quittner AL, Fink NE, Eisenberg LS, Tobey EA & Niparko JK (2009) Predicting behavior problems in deaf and hearing children: the influences of language, attention, and parent-child communication. *Development and psychopathology* 21: 373–92
- Bavelier D & Neville HJ (2002) Cross-modal plasticity: where and how? *Nature reviews neuroscience* 3(6): 443–52
- Bosworth RG & Dobkins KR (1999) Left-Hemisphere Dominance for Motion Processing in Deaf Signers. *Psychological Science* 10: 256–262
- Bialystok E (2009) Bilingualism: The good, the bad, and the indifferent. *Bilingualism: Language and cognition* 12: 3–11
- Chater N, Reali F & Christiansen MH (2009) Restrictions on biological adaptation in language evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106: 1015–20
- Horn DL, Pisoni DB & Miyamoto RT (2006) Divergence of fine and gross motor skills in prelingually deaf children: implications for cochlear implantation. *The Laryngoscope* 116: 1500–6
- Kral A (2007) Unimodal and cross-modal plasticity in the »deaf« auditory cortex. *International journal of audiology* 46: 479–93
- Kral A & Eggermont JJ (2007) What's to lose and what's to learn: Development under auditory deprivation, cochlear implants and limits of cortical plasticity. *Brain Res Rev* 56: 259–269
- Kral A & O'Donoghue GM (2010) Profound deafness in childhood. *The New England journal of medicine* 363: 1438–50
- Kral A. & Sharma A (2012) Developmental neuroplasticity after cochlear implantation. *Trends in neurosciences* 35: 111–22
- Kral A, Tillein J, Heid S, Hartmann R & Klinke R (2005) Postnatal cortical development in congenital auditory deprivation. *Cerebral cortex* 15: 552–62
- Kyle FE, Harris M (2006) Concurrent correlates and predictors of reading and spelling achievement in deaf and hearing school children. *Journal of deaf studies and deaf education* 11(3), 273–88
- Lomber SG, Meredith MA & Kral A (2010) Cross-modal plasticity in specific auditory cortices underlies visual compensations in the deaf. *Nature neuroscience* 13: 1421–7
- Musselman C (2000) How do children who can't hear learn to read an alphabetic script? A review of the literature on reading and deafness. *Journal of deaf studies and deaf education* 5(1), 9–31
- McQuarrie L & Parrila R (2009) Phonological representations in deaf children: rethinking the »functional equivalence« hypothesis. *Journal of deaf studies and deaf education* 14: 137–54
- Niparko JK, Tobey EA, Thal DJ, Eisenberg LS, Wang NY, Quittner AL et al. (2010) Spoken language development in children following cochlear implantation. *JAMA* 303 (15): 1498–506
- Rudner M, Andin J & Rönnberg J (2009) Working memory, deafness and sign language. *Scandinavian journal of psychology* 50: 495–505

Stört Lärm beim Lernen? Wirkungen akustischer Bedingungen auf kognitive Leistungen bei Kindern



Maria Klatte,
TU Kaiserslautern

Die Frage nach den Wirkungen von Lärm mittlerer Pegel auf die geistige Leistungsfähigkeit ist seit Langem Gegenstand intensiver Forschung. In den letzten ca. 30 Jahren wurden neben Erwachsenenstudien auch zahlreiche Untersuchungen mit Kindern durchgeführt. Hierzu gehören zum einen Studien zur Wirkung akuten Lärms auf die Leistungen bei verschiedenen Lernaufgaben und zum anderen Studien zu chronischen Wirkungen dauerhafter, über Jahre hinweg andauernder Lärmbelastung auf die kognitive Leistungsfähigkeit. Chronische Wirkungen bestehen in persistierenden Beeinträchtigungen bestimmter kognitiver Funktionen, welche als Folge permanent einwirkender akuter Lärmstörungen eintreten können. Chronische Lärmwirkungen auf kognitive Fähigkeiten bei Kindern wurden insbesondere im Zusammenhang mit dauerhafter Fluglärmexposition untersucht.

Experimentelle Untersuchungen zur Wirkung akuten Lärms

Experimentelle Studien unter Laborbedingungen ermöglichen die systematische und kontrollierte Variation von Lärm-, Aufgaben- und Personparametern und in der Folge die Identifikation von Einflussfaktoren, welche die Stärke der Lärmwirkungen determinieren. Solche Erkenntnisse bilden die Grundlage für Vorhersagen über akute Lärmwirkungen in Alltagssituationen und die Planung effizienter Gegenmaßnahmen. Im Folgenden betrachten wir zunächst die Wirkungen akuten Lärms bei Aufgaben, die das Verarbeiten mündlich übermittelter Information erfordern. Anschließend erfolgt eine Darstellung von Lärmwirkungen bei nicht-auditiven Aufgaben.

Wirkungen von Lärm auf das Hörverstehen bei Kindern

Schulisches und vorschulisches Lernen basiert zum großen Teil auf mündlicher Kommunikation. Ungünstige akustische Bedingungen wie Lärm oder Nachhall können Kommunikationsprozesse beeinträchtigen oder ganz unmöglich machen. Dies gilt für Kinder in besonderer Weise.

Kinder haben im Vergleich zu Erwachsenen größere Schwierigkeiten, Sprache in Störgeräuschsituationen zu verstehen. Erst im Alter von etwa 14 Jahren gleicht sich die Verstehensleistung in solchen Situationen der von Erwachsenen an (Johnson, 2000; Stuart, 2005; Talarico et al., 2007). Das Verstehen von Sprache unter Lärm erfordert, dass die Hintergrundgeräusche ausgeblendet und unvollständige Informationen kontinuierlich ergänzt werden. Die hierfür relevanten auditiven, sprachlichen und kognitiven Fähigkeiten entwickeln sich bis ins zweite Lebensjahrzehnt hinein fort.

Jugendliche und Erwachsene verfügen über robuste Sprachwahrnehmungskategorien, die auch unter schwierigen Hörbedingungen ein effizientes und schnelles Erkennen ermöglichen. Diese phonetischen Kategorien werden schon im Verlauf des ersten Lebensjahres durch das Hören der Muttersprache erworben; ihre Festigung und Ausdifferenzierung dauert aber noch bis in die späte Kindheit hinein an (Hazan & Barrett, 2000). Entsprechend zeigen jüngere Kinder schlechtere Leistungen in Aufgaben, die das Unterscheiden ähnlicher Laute oder das Identifizieren von Lauten auf der Grundlage unvollständiger, durch Nachhall verzerrter oder von Störgeräuschen begleiteter Sprachsignale beinhalten (Edwards et al., 2002; Eisenberg et al., 2000). Auf der Ebene ganzer Wörter setzen sich die Schwierigkeiten fort. Die phonologischen Wortrepräsentationen im Langzeitgedächtnis sind bei jüngeren Kindern eher ganzheitlicher Natur und weniger in einzelne Phonemeinheiten segmentiert (Metsala, 1997). Daher können schon kleine »Lücken« im sprachlichen Input die Identifikation des Zielworts verhindern.

Kinder mit Lernbehinderungen, Aufmerksamkeitsstörungen, Lese-/Rechtschreib- oder Sprachentwicklungsstörungen werden durch ungünstige akustische Bedingungen noch stärker beeinträchtigt als unauffällige Kinder. In diesbezüglichen Studien zeigten die »Problemkinder« signifikant stärkere Verschlechterungen der Sprachverstehensleistung als die Kontrollgruppen, wenn Störgeräusche vorhanden waren (Bradlow et al., 2003; Ziegler et al., 2005; Steinbrink & Klatte, 2008). Besonders stark wirken sich Störgeräusche auch auf das Verstehen der Zweitsprache aus. Dies gilt selbst dann, wenn die zweite Sprache hervorragend beherrscht wird und bei Testung in Ruhe keine Verstehensunterschiede zu Muttersprachlern nachweisbar sind (Lecumberri et al., 2010).

In diesen Studien wurde das Sprachverstehen durch das Nachsprechen einzelner Wörter oder Silben erfasst. In alltäglichen Situationen, insbesondere im Schulunterricht, werden jedoch viel höhere Anforderungen an die Zuhörkompetenz der Kinder gestellt. Sprachliche Informationen müssen nicht nur aufgenommen, sondern auch im Arbeitsgedächtnis gespeichert und mit vorhandenem Wissen in Beziehung gesetzt werden. Auch diese »höheren« Hörverstehensprozesse werden durch Lärm und Nachhall beeinträchtigt. Die erhöhten Anforderungen

bei der Informationsaufnahme führen zu schnellerer Ermüdung sowie zu einer Verringerung der kognitiven Ressourcen, welche für das Behalten und Verarbeiten der gehörten Information zur Verfügung stehen. Ungünstige Hörbedingungen können daher zu Leistungsbeeinträchtigungen beim Behalten und Verarbeiten von sprachlicher Information führen, selbst dann, wenn das Verstehen einzelner Wörter und Laute noch fehlerfrei gelingt (Heinrich et al., 2008; Kjellberg et al., 2008). Ausgehend von diesen Erkenntnissen aus Erwachsenenstudien prüften Klatte und Koautoren (2010a) die Wirkungen von Hintergrundgeräuschen moderater Pegel (55 dB LAeq) auf das Verstehen und Ausführen komplexer mündlicher Anweisungen bei Grundschulkindern und Erwachsenen. Durch Einbeziehung einer Kontrollaufgabe zur Lautdiskrimination wurde gewährleistet, dass die Probanden die Sprachsignale auch im Hintergrundgeräusch einwandfrei identifizieren konnten. Die Hintergrundgeräusche bewirkten bei den Kindern erhebliche Beeinträchtigungen des Anweisungsverständnisses, während die Erwachsenen unbeeinflusst blieben. Die subjektiven Beurteilungen der Geräuschwirkungen durch die Kinder korrelierten nicht mit den tatsächlichen Leistungsver schlechterungen. Die gravierenden Wirkungen der Geräusche auf die Verstehensleistungen waren den Kindern offensichtlich nicht bewusst. In der Erwachsenenstichprobe hingegen zeigten sich signifikante Zusammenhänge zwischen der Störungsbeurteilung und der tatsächlichen Leistungsver schlechterung.

Diese Erkenntnisse sind in Bezug auf die akustische Gestaltung von Lernräumen für Kinder (Klassenräume, Gruppenräume in Kitas) von großer Bedeutung (Imhof & Klatte, 2011). Schulisches und vorschulisches Lernen basiert maßgeblich auf mündlicher Kommunikation. Die Räume sollten daher so gestaltet sein, dass Kommunikation mit und unter Kindern gefördert wird. Hierzu gehört nicht nur die Minimierung der Schalleinträge von außen (Nebenräume, Straße, Hof) durch entsprechende Gebäudeplanung und bauakustische Maßnahmen, sondern auch die Optimierung der Raumakustik. Die negativen Wirkungen von Lärm auf das Sprachverstehen werden durch lange Nachhallzeiten in den Räumen erheblich verstärkt (Johnson, 2000; Klatte et al., 2010a). Richtlinien für die akustische Gestaltung von Unterrichtsräumen sind in der DIN 18041 »Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen« gegeben. Hiernach wird für normal große Unterrichtsräume eine Soll-Nachhallzeit von ca. 0,55 Sekunden im besetzten Raum und ein Grundgeräuschpegel von unter 30 dB gefordert. Beide Werte werden jedoch oft deutlich überschritten. In einer Studie von Shield und Dockrell (2004) betrug der mittlere Lärmpegel in unbesetzten Klassenräumen Londoner Grundschulen 47 dB LAeq. Lärm aus Nachbarräumen sowie Straßenverkehr stellten die wesentlichsten Lärmquellen dar. Durch solche Bedingungen werden insbesondere Kinder an den hinteren Sitzplätzen im Raum erheblich beeinträchtigt, da der Signalpegel (Lehrerstimme) mit zunehmender Entfernung abnimmt, während der Störgeräuschpegel an allen Sitzplätzen etwa gleich bleibt (Klatte et al., 2010a; Neumann et al., 2010).

Wirkungen von Lärm bei nicht-auditiven Aufgaben

Auch geistige Tätigkeiten, bei denen es nicht um Hören und Zuhören geht, können durch Lärm beeinträchtigt werden. Plötzlich eintretende laute, ungewöhnliche und/oder unbekannte Geräusche ziehen automatisch die Aufmerksamkeit auf sich, lenken von der aktuellen Tätigkeit ab und unterbrechen Denkvorgänge. Leistungsbeeinträchtigungen durch lärmbedingte Aufmerksamkeitsdistraktionen sind bei Kindern in besonderem Maße zu erwarten. Sie reagieren auf Geräusche, an die Erwachsene bereits habituiert sind. Weiterhin sind jüngere Kinder im Vergleich zu älteren Kindern und Erwachsenen we-

niger in der Lage, ihre Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum auf eine gegebene Aufgabe zu fokussieren und Störreize auszublenden (Bartgis et al., 2003). Übereinstimmend hiermit zeigten Erstklässler und Vorschulkinder Verschlechterungen der Gedächtnisleistung für Bilder durch Hintergrundgeräusche, während ältere Kinder und Erwachsene unbeeinflusst blieben (Klatte et al., 2010b; Pröbß et al., 2012).

Neben solchen allgemeinen, durch Aufmerksamkeitsdistraktionen vermittelten Lärmwirkungen gibt es auch spezifische Störeffekte von bestimmten Geräuscharten auf bestimmte kognitive Prozesse. Bei Aufgaben, die das Behalten sprachlicher Information (z.B. Folgen von schriftlich oder bildlich präsentierten Wörtern) im Kurzzeitgedächtnis erfordern, erwiesen sich sprachliche und bezüglich der temporalen Struktur sprachähnliche Geräusche als besonders beeinträchtigend. Bei der automatischen Verarbeitung solcher Hintergrundgeräusche scheinen spezifische Arbeitsgedächtnisressourcen gebunden zu werden, die dann für das Behalten der Information nicht mehr zur Verfügung stehen (»Irrelevant Sound Effect«, Jones, 1999). Dieser Störeffekt ist bereits bei Grundschulkindern ab dem ersten Schuljahr nachweisbar (Klatte et al., 2010b; Pröbß, Lachmann & Klatte, 2012; Elliott, 2002).

Die Befunde zum Irrelevant Sound Effect belegen die besondere Anfälligkeit des sprachlichen Kurzzeitgedächtnisses für Störungen durch Lärm. Diese Erkenntnis ist im Hinblick auf Kinder besonders wichtig, da das Kurzzeitgedächtnis für den Erwerb der Laut- und Schriftsprache von maßgeblicher Bedeutung ist (Baddeley et al., 1998). Leseanfänger können die meisten Wörter noch nicht als Ganzheiten erkennen – sie müssen sie Schritt für Schritt »lesen«. Dabei müssen die einzelnen Grapheme in Laute übersetzt, die einzelnen Laute müssen gespeichert und schließlich zusammengezogen werden. Dies stellt erhebliche Anforderungen an das Kurzzeitgedächtnis. Bei Aufgaben, die das Kurzzeitgedächtnis beanspruchen, sollte daher besonders auf eine ruhige Lernumgebung geachtet werden. Lese- und Rechtschreibübungen bei Schulanfängern verlaufen sicher weniger effizient, wenn die Aufgabe am Gruppentisch unter der Unterhaltung der Mitschüler oder zu Hause bei laufendem CD-Spieler o.Ä. erledigt wird. Dasselbe gilt für das Kopfrechnen oder das Lernen von Vokabeln. Die Geräusche lenken die Kinder nicht nur ab – sie stören auch ganz direkt die bei diesen Aufgaben notwendigen Verarbeitungsprozesse.

Chronische Wirkungen von Lärm auf kognitive Leistungen bei Kindern

Angesichts der beschriebenen Wirkungen von akutem Lärm auf die Leistungen stellt sich die Frage, was passiert, wenn lärmbedingte Störungen nicht nur sporadisch auftreten, sondern über Jahre hinweg quasi permanent einwirken. Können solche Bedingungen zu überdauernden Beeinträchtigungen der betroffenen kognitiven Funktionen führen, d.h. lassen sich chronische Wirkungen dauerhafter Lärmexposition nachweisen? Die bislang zu dieser Frage durchgeführten Studien deuten tatsächlich auf negative Wirkungen chronischer Lärmbelastung auf die Entwicklung kognitiver Funktionen bei Kindern hin. Präzise Aussagen über die Bedingungen, unter denen mit solchen Wirkungen zu rechnen ist, sind aber zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht möglich.

Chronische Wirkungen des Lärms in Schulen und Kitas

Zu chronischen Wirkungen von Lärm in Bildungseinrichtungen liegen bislang nur wenige Untersuchungen vor. Diese zeigen über-

einstimmend schlechtere sprachliche Leistungen bei Kindern, die in raumakustisch ungünstigen Einrichtungen mit hohen Innenlärmpegeln unterrichtet wurden (Maxwell & Evans, 2000; Klatte et al., 2010c). Die Autoren gehen davon aus, dass chronischer Lärm die Entwicklung von sprachlichen Funktionen beeinträchtigt, welche für den Schriftspracherwerb von maßgeblicher Bedeutung sind.

Chronische Wirkungen von Fluglärm

Studien, die seit den 1990er-Jahren an großen internationalen Flughafenstandorten durchgeführt wurden, deuten darauf hin, dass sich eine dauerhafte Belastung durch Fluglärm ungünstig auf die geistige Entwicklung von Kindern auswirken kann (Hygge et al., 2002; Haines et al., 2001; Stansfeld et al., 2005). In diesen Studien wurden Aufmerksamkeits-, Gedächtnis- und Leseleistungen einbezogen. Über die Studien hinweg erwies sich das Lesen konsistent als assoziiert mit dem Ausmaß der Fluglärmbelastung: Höhere Belastung geht mit einer Verringerung der Leseleistung einher, wobei die Leistungsunterschiede teilweise nicht im Gesamtest, sondern nur bei separater Analyse der schwierigsten Items im Lesetest nachweisbar waren. In der multizentrischen RANCH-Studie (»Road Traffic and Aircraft Noise and Children's Cognition and Health«, Stansfeld et al., 2005) zeigte sich eine signifikante Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen Fluglärmbelastung und Leseverständnis. Eine Erhöhung der Lärmbelastung um 20 dB ging mit einer Verringerung der Leseleistung um 0.125 Standardabweichungen (Niederlande) bzw. 0.2 Standardabweichungen (Großbritannien) in den Leseleistungen einher. Es handelt sich um geringe Effektstärken.

Bezüglich der Wirkungen von Fluglärm auf Aufmerksamkeitsleistungen sind die Befunde widersprüchlich. Bei Standardtests zur Aufmerksamkeitsleistung, welche das schnelle Markieren von Zielzeichen in visuellen Reizanordnungen erfordern, zeigten sich keine Zusammenhänge zur Fluglärmbelastung der Kinder. In der RANCH-Studie wurde zusätzlich ein computerbasierter Aufmerksamkeitsstest eingesetzt, der das Unterdrücken irrelevanter Information und das flexible Ändern von Strategien erfordert. Hier zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Fluglärmbelastung am Schulstandort und der Fehlerzahl im schwierigsten Untertest (van Kempen et al., 2010). Auch hier erwiesen sich die Effektstärken jedoch als so gering, dass die klinische Relevanz des Befundes von den Autoren selbst infrage gestellt wird.

Inkonsistente Befunde zeigten sich auch bezüglich der Wirkungen von Fluglärm auf Gedächtnisleistungen. In der RANCH-Studie zeigte sich eine signifikante Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen Fluglärmbelastung und dem Wiedererkennen des Inhalts eines zuvor vorgelesenen Textes, jedoch zeigten sich erwartungswidrig keine Zusammenhänge zu Maßen der freien Wiedergabe. Weiterhin wurde in der RANCH-Studie eine signifikante Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Belastung durch Straßenlärm und den Gedächtnisleistungen in umgekehrter Richtung nachgewiesen: Eine Erhöhung der Belastung ging mit einer **Verbesserung** der Gedächtnisleistung einher (Matheson et al., 2010). Dieses Ergebnis zeigt, dass der Nachweis statistisch signifikanter Dosis-Wirkungs-Kurven als Evidenz für einen Kausalzusammenhang zwischen Lärmbelastung und Leistung nicht ausreicht. Derartige Zusammenhänge können auch aus einer Überlagerung (Konfundierung) der Lärmbelastung mit anderen Einflussfaktoren resultieren. Hierzu gehören insbesondere sozioökonomische und soziokulturelle Aspekte der familiären Umwelt. In vielen Studien zeigten sich negative Korrelationen zwischen Fluglärmbelastung und Sozialstatus (d.h. in stark fluglärmbelasteten Wohngebieten finden sich vermehrt Familien

mit niedrigem Sozialstatus; Evans, 2004; Haines et al., 2001, 2002). Da niedriger Sozialstatus mit zahlreichen Risiken für die Kindesentwicklung einhergeht (z.B. geringere elterliche Unterstützung, schlechtere Sprachkenntnisse in der Unterrichtssprache, schlechtere unterrichtliche Angebote in »Brennpunktschulen«) ist es methodisch sehr schwer, den Einfluss des Fluglärms auf die Leistungen separat zu bestimmen.

Ein weiteres Problem besteht in der Konfundierung zwischen akuten und chronischen Lärmwirkungen. Chronische Wirkungen umfassen persistierende Einschränkungen kognitiver Funktionen, die als Folge dauerhafter Lärmexposition entstehen und auch bei Testung unter optimalen akustischen Bedingungen nachweisbar sind. Da die Testung der Kinder an den Schulstandorten in den gering bzw. stark belasteten Wohngebieten erfolgte, kann nicht ausgeschlossen werden, dass akute Störungen durch Lärm während der Testdurchführung (z.B. Überflüge) zu den Leistungsdefiziten der exponierten Kinder beitrugen.

Trotz dieser methodischen Probleme muss nach derzeitigem Forschungsstand davon ausgegangen werden, dass chronische Lärmbelastung die Entwicklung kognitiver Funktionen, insbesondere das Lesenlernen, beeinträchtigen kann. Einige Autoren vermuten, dass die Wirkungen des Lärms auf den Leseerwerb durch Störungen von sprachlichen Vorläuferfertigkeiten des Lesens vermittelt werden (Evans & Maxwell, 1997). In der zurzeit im Umfeld des Frankfurter Flughafens durchgeführten Lärmwirkungsstudie NORAH (»Noise-Related Annoyance, Cognition, and Health«, Schreckenberget al., 2011; s.a. www.norah-studie.de) werden daher neben den Leseleistungen der Kinder auch sprachliche Vorläuferfertigkeiten erfasst. Hierdurch sollen die den Lärmwirkungen zugrunde liegenden Mechanismen analysiert und effiziente Maßnahmen zur Prävention solcher Wirkungen abgeleitet werden.

Literatur

- Baddeley A D, Gathercole S E & Papagno C (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158-173
- Bartgis J Lilly A R & Thomas D G (2003). Event-Related Potential and Behavioral Measures of Attention in 5-, 7-, and 9-Year-Olds. *Journal of General Psychology*, 130, 311-335
- 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). Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen. Berlin: Beuth-Verlag
- Edwards J, Fox R A, & Rogers C L (2002). Final consonant discrimination in children: Effects of phonological disorder, vocabulary size, and articulatory accuracy. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 45, 231-242
- Eisenberg L S, Shannon R V, Martinez A S, Wygonski J, & Boothroyd A (2000). Speech recognition with reduced spectral cues as a function of age. *Journal of the Acoustical Society of America* 107 (5), 2704-2710
- Elliott E M (2002). The irrelevant speech effect and children: Theoretical implications of developmental change. *Memory & Cognition*, 30, 478-487
- Evans G W (2004). The environment of childhood poverty. *American Psychologist*, 59, 77-92
- Evans G & Maxwell L (1997). Chronic noise exposure and reading deficits: The mediating effects of language acquisition. *Environment and Behavior*, 29, 638-656
- Haines M; Stansfeld S; Brentnall B Head J; Berry B; Jiggins M; & Hygge S (2001). The West London Schools Study: the effects of chronic aircraft noise exposure on child health. *Psychological Medicine*, 31, 1385-1396
- Haines M; Stansfeld S; Head J; Job R (2002). Multilevel modelling of aircraft noise on performance tests in schools around Heathrow Airport London. *Epidemiology and Community Health*, 56, 139-144
- Hazan V, & Barrett S (2000). The development of phonemic categorization in children aged 6-12. *Journal of Phonetics*, 28, 377-396
- Heinrich A, Schneider B & Craik F (2008). Investigating the influence of continuous babble on auditory short-term memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 735-751
- Hygge S; Evans G, & Bullinger M (2002). A prospective study on some effects of aircraft noise on cognitive performance in school children. *Psychological Science*, 13(5), 469-474
- Imhof M & Klatt M (2011). Hören und Zuhören als Voraussetzung und Ergebnis von Unterricht und Erziehung. In: Huber, G.L. (Hrsg.). *Enzyklopädie Erziehungswissenschaften Online (EEO)*. Fachgebiet Pädagogische Psychologie, Konstruktion und Evaluation von Lernumwelten. Weinheim: Juventa.
- Johnson C E (2000). Children's phoneme identification in reverberation and noise. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43, 144-157.
- Jones D M (1999). The cognitive psychology of auditory distraction: The 1997 BPS Broadbent Lecture. *British Journal of Psychology* 90, 167-187
- Kjellberg A; Ljung R & Hallmann D (2008). Recall of words heard in noise. *Applied Cognitive Psychology*, 1088-1098
- Klatt M, Lachmann T & Meis M (2010a). Effects of noise and reverberation on speech perception and listening comprehension of children and adults in a classroom-like setting. *Noise & Health*, 12, 270-282
- Klatt M, Lachmann T, Schlittmeier S & Hellbrück J (2010b). The irrelevant sound effect in short-term memory: Is there developmental change? *European Journal of Cognitive Psychology*, 22(8), 1168-1191
- Klatt 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 & Behavior*, 42(5), 659-692
- Lecumberri M L; Cooke M, & Cutler A (2010). Non-native speech perception in adverse conditions: A review. *Speech Communication*. DOI: 10.1016/j.specom.2010.08.014
- Matheson M; Clark C; Martin R; Haines M; Barrio I; Hygge S & Stansfeld S (2010). The effect of road traffic and aircraft noise exposure on children's episodic memory: The RANCH project. *Noise and Health*, 12(49), 244-254
- Maxwell L & Evans G (2000). The effects of noise on pre-school children's pre-reading skills. *Journal of Environmental Psychology*, 20, 91-97
- Metsala J (1997). An examination of word frequency and neighborhood density in the development of spoken-word recognition. *Memory & Cognition*, 25, 47-56
- Neumann A C; Wroblewski M; Hajicek J; Rubinstein A (2010). Combined effects of noise and reverberation on speech recognition performance of normal-hearing children and adults. *Ear and Hearing*, 31(3), 336-344
- Pröhl A; Lachmann T & Klatt M (2012). Wirkungen von Hintergrundgeräuschen auf Arbeitsgedächtnisleistungen bei Kindern und Erwachsenen. In: *Fortschritte der Akustik. Beiträge zur 38. Jahrestagung für Akustik*. Berlin: Deutsche Gesellschaft für Akustik DEGA
- Schreckenberg D, Guski R; Seidler A & Klatt M (2011). Lärmwirkungsstudie Rhein/Main in Auftrag gegeben. *Umweltmedizin in Forschung und Praxis*, 16(3), 133-139
- Shield B & Dockrell J E (2004). External and internal noise surveys of London primary schools. *Journal of the Acoustical Society of America*, 115, 730-738
- Stansfeld S, Berglund B; Lopez-Barrio I; Fischer P; Öhrström E; Haines M, Hygge S; van Kamp I; Berry B (2005). Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. *Lancet*, 365, 1942-1949
- Steinbrink C & Klatt M (2008). Phonological working memory in second-graders with poor reading and spelling abilities. *Dyslexia*, 14, 271-290.
- Stuart A (2005). Development of auditory temporal resolution in school-age children revealed by word recognition in continuous and interrupted noise. *Ear and Hearing*, 26, 78-88
- Talarico M; Abdilla G; Aliferis M; Balazic I; Giaprakis I; Stefanakis T, et al. (2007). Effect of age and cognition on childhood speech in noise perception abilities. *Audiology and Neuro-Otology*, 12, 13-19
- Van Kempen E; van Kamp I; Lebrecht E; Emmen H & Stansfeld S (2010). Neurobehavioral effects of transportation noise on primary school children: A cross-sectional study. *Environmental Health*, 9:25, 2-13
- Ziegler J C; Pech-Georgel C; George F; Alario F & Lorenzi C (2005). Deficits in speech perception predict language learning impairment. *PNAS*, 102 (39), 14110-14115

Kognitionspsychologische Grundlagen vom Zuhören



Margarete Imhof,
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Zuhören als Informationsverarbeitung ist von Hören als (psycho) akustischem Wahrnehmungsphänomen zu unterscheiden. Zuhören wird als mentaler Prozess der Informationsverarbeitung modelliert und verstanden als intentionale Selektion, Organisation und Integration verbaler und nonverbaler Aspekte mündlich vermittelter Kommunikation. Die kognitiven Aktivitäten in den einzelnen Prozessschritten werden beschrieben. Daraus werden Hinweise für Sprecher und Zuhörer abgeleitet, wie die Prozessschritte optimiert werden können. Forschungsbedarf wird in drei Aspekten gesehen: (1) der genaueren Beschreibung des Verstehens gesprochener Sprache und der Faktoren, die dieses Verstehen beeinflussen; (2) in der Frage nach der Entwicklung des Sprachverstehens im Lebenslauf; und (3) zur Frage nach dem Unterschied im Sprachverstehen bei normalhörigen Menschen im Vergleich zu Menschen mit Hörschwierigkeiten und Hörhilfen.

Hören und Zuhören

Die akustische Wahrnehmung, also das Hören, ist die notwendige, aber keineswegs hinreichende Voraussetzung für die umfassende Verarbeitung der akustisch vermittelten Information. Bedeutung entsteht, wenn der Zuhörer die akustischen Signale selektiert, sortiert und dem Gesamtkomplex einen Sinn zuweist. In die kognitive Aktivität zur Konstruktion von Bedeutung bringt der Zuhörer sein Wissen von der Welt und über Sprache und Kommunikationskonventionen sowie seine aktuellen Befindlichkeiten mit ein. Diese Informationsquellen werden im Prozess der Informationsverarbeitung miteinander verknüpft. Im Folgenden werde ich auf der Basis eines kognitionspsychologischen Modells der Informationsverarbeitung den Zuhörprozess erläutern und empirische Befunde zu den inneren und äußeren Bedingungen von Zuhören vorstellen.

Die Wahrnehmung und Verarbeitung der akustischen Reize, also das Hören, stellt eine notwendige, aber keineswegs hinreichende Bedingung für Sprachverständnis, also Zuhören, dar. In einer Analogie könnte man sagen, Hören zu Zuhören verhält sich wie Sehen zu Lesen und, ebenfalls ähnlich wie beim Lesen, gilt, dass der kompetente Zuhörer in der Lage sein sollte, Texte »zu verstehen, zu nutzen und über sie zu reflektieren, um eigene Ziele zu erreichen, das eigene

Wissen und Potenzial weiterzuentwickeln und am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen« (Prenzel, Carstensen, Frey, Drechsel & Rönnebeck, 2007, S. 39).

Zuhören als Informationsverarbeitung

Hören

Dem Zuhören geht das Hören, also die Wahrnehmung von Schallwellen voraus. Das menschliche Gehör ist für Sprachlaute besonders sensibel, denn die Zone des schärfsten Hörens liegt im Frequenzbereich der menschlichen Sprache. Akustische Wellen werden vom Ohr zum Trommelfell bzw. Mittelohr zum Innenohr über den Hörnerv an den auditiven Cortex weitergeleitet und auf diesem Weg bereits auf den Informationsgehalt hin ausgewertet (vgl. z. B. Gerrig & Zimbardo, 2008; Goldstein, Irtel, Lay & Plata, 2007). Das Gehör analysiert die physikalischen Merkmale des Schalls bereits auf einer frühen Verarbeitungsstufe, sodass sehr schnell Information darüber bereitsteht, ob das Schallereignis als Lärm, Geräusch, Musik oder Sprache einzuordnen ist. Das Wahrnehmungssystem ermittelt bereits auf der Ebene des Hirnstamms Information über Alter und Geschlecht des Sprechers. Diese Analyse findet automatisch statt, d. h., es ist nicht erforderlich, dass ein Hörer substanziell kognitive Kapazität einsetzt. Erst danach setzen die syntaktische und semantische Analyse ein. Schallwellen, die als Sprache erkannt werden, werden in anderen Arealen des Gehirns weiterverarbeitet als andere Schallereignisse (vgl. Koelsch, Gunter, Friederici & Schröger, 2000).

Die Wahrnehmung eines akustischen Reizes kann – bei funktionierendem Gehör – gar nicht verhindert werden, weil das Ohr im Prinzip immer offen und damit empfangsbereit ist. Das Ohr erhält kontinuierlich akustische Reize, die in aller Regel aber weder mit Aufmerksamkeit bedacht noch weiter interpretiert oder gar gespeichert werden. Damit Zuhören stattfindet, also eine nachhaltige und sinnhafte Verarbeitung der akustischen Information, muss ein Informationsverarbeitungsprozess in Gang gesetzt werden.

Vom Hören zum Zuhören

Zuhören geht über Hören hinaus und wird definiert als die intentionale Selektion, Organisation und Integration verbaler und nonverbaler Aspekte mündlich vermittelter Kommunikation. Beim Zuhören werden neben dem akustischen Signal auch weitere Informationsquellen beachtet, z. B. werden die non- und paraverbalen Signale des Sprechers, die Situation oder der Kontext mit betrachtet. Ziel von Zuhören ist die Konstruktion einer umfassenden mentalen Repräsentation der mündlich vermittelten Mitteilung (vgl. Imhof, 2010b, 2010c). Dabei wird notwendigerweise vorausgesetzt, dass Prozesse wie etwa die syntaktische und semantische Analyse der mündlichen Textbotschaft erfolgreich ablaufen (vgl. Friederici, 2002). In Abbildung 1 ist ein Modell des Zuhörprozesses aus der Perspektive der Informationsverarbeitung skizziert (vgl. Imhof, 2008; Mayer, 2003; Pressley, 2000).

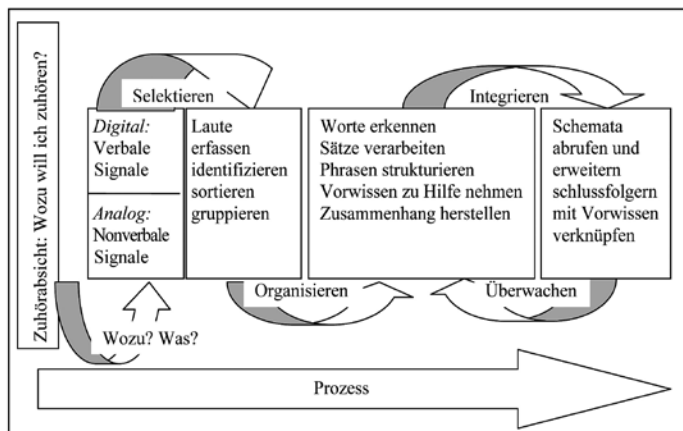


Abb. 1: Zuhören als mehrstufiger Prozess der Informationsverarbeitung

Im Folgenden werden die einzelnen Phasen des Zuhörprozesses näher besprochen und empirische Befunde dazu berichtet.

Die Phasen des Zuhörprozesses

Der Prozess des Zuhörens wird hier auf die Besonderheiten beim Verstehen von Sprache bezogen. Die Regeln, nach denen die Verarbeitung anderer akustischer Reize, z.B. Geräusche, Lärm oder Musik, erfolgt, werden hier nicht näher betrachtet.

Intention

Zuhören erfordert notwendig die Bildung einer Zuhörabsicht. Ein akustisches Signal erreicht das menschliche Ohr zu jedem Zeitpunkt, weil das Ohr im Prinzip immer offen ist, das heißt das akustische Signal wird stets »gehört«, was man daran erkennen kann, dass bei einem akustischen Reiz selbst im Schlaf ein sogenanntes ereigniskorreliertes Potenzial im Hörnerv feststellbar ist. Es ist jedoch nicht in allen Fällen eine umfassende Weiterverarbeitung dieses Signals nötig oder möglich. Man kann auf ein Pausenklingeln hin den Klassenraum verlassen, ohne den Ton zu analysieren. Ein Zuhörer kann einen Redeschwall in einer ihm fremden Sprache hören, aber trotz allem Bemühen diesem keinen Sinn entnehmen. Die Zuhörabsicht und die entsprechende Informationsverarbeitungskompetenz sind notwendige Voraussetzungen dafür, dass die Prozesse der Informationsverarbeitung vorbereitet, initiiert und aufrechterhalten werden. Zusätzlich ist in diesem Zusammenhang kritisch, dass das relevante inhaltliche Vorwissen und die erforderliche Kapazität des Arbeitsgedächtnisses bereitgestellt werden können (vgl. Cain, 2006; Cain, Oakhill & Lemmon, 2004), um die neue Information sinnvoll zu verarbeiten.

Selektion

Der Zuhörer verarbeitet grundsätzlich Information, die aus verschiedenen Quellen stammt, und zwar einerseits die Separation von verschiedenen akustischen Reizen, z. B. die Herauslösung von Sprache aus einem Geräuschhintergrund, und andererseits die Verknüpfung von Informationen, die über Modalitäten verteilt sind, z. B. die Berücksichtigung von Gestik und Mimik bei der Interpretation des Gehörten. Damit dies gelingt, ist es notwendig, dass der Zuhörer den relevanten Signalen seine Aufmerksamkeit zuwendet, sie also aus der Fülle der eintreffenden Reize selektiert. Diese Aspekte werden im Folgenden behandelt.

Selektion sprachlicher Information

Zur Verarbeitung verbaler Information muss der Zuhörer zunächst die Sprachlaute von den anderen Umgebungsgeräuschen trennen und den sprachlichen Lautstrom strukturieren. Dabei liefern die für die Sprache typischen Veränderungen des akustischen Signals, z. B. Frequenz, Tonhöhe, Sprechrhythmus, wichtige Informationen. Laute, die verdeckt oder gestört sind, werden ersetzt, sodass die Äußerung sinnvoll erscheint (phoneme restoration effect). In einem Experiment hat man beispielsweise feststellen können, dass Zuhörer ein Wort, das sie nicht vollständig gehört haben, so rekonstruieren, dass es in dem jeweiligen Satzkontext semantisch angemessen erscheint (in Analogie zu Warren, 1970):

- (1) Man erzählte sich, er hätte das Auto gegen die *and gefahren.
- (2) Man erzählte sich, er hätte das Kind an die *and genommen.
- (3) Man erzählte sich, er hätte das Geschäft in den *and gesetzt.

Wenn Versuchspersonen diese Sätze hörten, wobei in der Aufnahme an der mit dem Stern gekennzeichneten Stelle der Anlaut fehlte, und danach aufgefordert wurden zu wiederholen, was sie gehört hatten, ergänzten sie in allen Fällen das sinngemäß richtige Wort, also Wand, Hand und Sand. Zumeist hatten die Versuchspersonen das Fehlen des Anlauts überhaupt nicht registriert.

Selektion paraverbaler und nonverbaler Information

Beim Zuhören sind neben den verbalen Signalen auch nonverbale Signale zu berücksichtigen. Nonverbale Signale können einerseits durch körpersprachliche Ausdrucksformen, z. B. Mimik und Gestik, als nonverbale – nonvokale Signale vermittelt werden, und andererseits auch zugleich mit der verbal-akustischen Information als nonverbale – vokale Information erscheinen, wie das Sprechtempo oder die Stimmqualität (vgl. Ellgring, 2000). Da die nonverbalen Signale die Bedeutung des Gesagten betonen, bewerten, modifizieren oder gar ins Gegenteil verkehren können (vgl. Knapp & Hall, 2002), sind diese ebenfalls zentraler Bestandteil des Zuhörprozesses. In experimentellen Studien konnte gezeigt werden, dass die minimalen Kopfbewegungen des Sprechers dem Hörer als Hinweise zur Strukturierung des Gesagten (vgl. Yehia, Kuratate & Vatikiotis-Bateson, 2002) dienen. Stimmliche Merkmale beeinflussen in Interaktion mit dem Inhalt die Beurteilung der Person und vermitteln Information über die Einstellungen des Sprechers zum Gesagten (vgl. Eckert, 2010; Imhof, 2010a; Lattner & Friederici, 2003).

Dass nicht-informative Signale, die von der Stimme ausgehen, das Arbeitsgedächtnis des Zuhörers beanspruchen, konnten wir ebenfalls experimentell zeigen (Imhof, Välikoski, Laukkanen & Orlob, in Vorb.). So ist die Informationsverarbeitung signifikant beeinträchtigt, wenn Versuchspersonen einem Sprecher zuhören, der mit einer rauhen, heiseren Stimme spricht. Das zeigt sich daran, dass die Leistung in einem Behaltenstest nachhaltig abfällt im Vergleich zu einer Situation, in der Versuchspersonen einer klaren Stimme zuhören. Bei einer klaren Stimme haben Zuhörer ausreichend Kapazität, sowohl die visuelle Sekundäraufgabe gut zu bearbeiten als auch die Information aus dem gesprochenen Text umfassend zu verarbeiten. Die deutlich erhöhte kognitive Belastung beim Zuhören einer heiseren Stimme ist an dem signifikanten Leistungsabfall in einer Sekundäraufgabe, die als ein Maß für kognitive Belastung interpretiert werden kann, erkennbar (vgl. Abbildung 2).

Daraus folgt also, dass der Zuhörer in der Phase der Selektion auch nonverbal-vokale Information verarbeitet, die nicht inhaltsvoll ist. Da er dafür kognitive Kapazität einsetzt, verliert der Zuhörer Aspekte der verbalen Information.

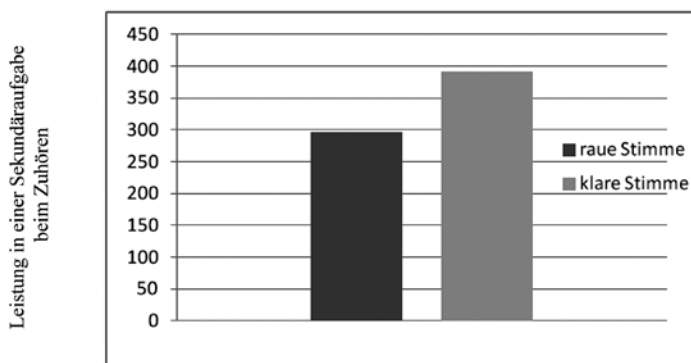


Abb. 2: Reduzierte Leistung in einer Sekundäraufgabe beim Zuhören einer beeinträchtigten Stimme als Indikator für erhöhte kognitive Belastung

Organisation

In der Phase der Organisation strukturiert der Zuhörer die Information. Zum einen muss der Zuhörer die einströmenden akustischen Signale ordnen und zu Wörtern und Phrasen sortieren. Zum anderen ist es erforderlich, dass innerhalb des aktuell Gesagten Zuordnungen vorgenommen werden. Der Zuhörer entscheidet in der Phase der Organisation, was zusammengehört und welche Satz- oder Textteile sich aufeinander beziehen.

Strukturieren des Lautstroms

Der Zuhörer steht zunächst vor der Aufgabe, aus dem Lautstrom zusammengehörige und sinntragende Einheiten zu identifizieren (Handel, 1989) und den Sprachstrom für die weitere Verarbeitung vorzubereiten. In dieser Phase wird das sogenannte Arbeitsgedächtnis gefordert, den sprachlichen Input gegenwärtig zu halten und für die semantische Verarbeitung vorab zu strukturieren. Dies geschieht auf der Basis von Wortbetonungen, Prosodie und anderen sprachlichen Markierungen (vgl. Harley, 2012; Imhof, 2003; Tartter, 1998).

Zugriff auf das Mentale Lexikon

In einem weiteren Schritt strukturiert der Zuhörer die akustische Information. Dazu ist es erforderlich, dass er den Lautstrom segmentiert und die Worterkennung vornimmt, der die Satzerkennung folgt. (vgl. Frauenfelder & Floccia, 1999; Jay, 2003). Der Zuhörer greift auf das mentale Lexikon zu, das den verfügbaren Vorrat an Begriffen und Konzepten enthält (vgl. Engelkamp & Rummer, 1999; Pickering, Clifton & Crocker, 2000; Zwitserlood, 1999). Das mentale Lexikon ist in Begriffshierarchien organisiert und erlaubt den schnellen Zugriff auf bestimmte Kategorien. So findet man beispielsweise experimentell das folgende Phänomen: Einer Versuchsperson wird einer der folgenden drei Sätze vorgespielt, in denen jeweils ein bestimmtes Merkmal der »Tomate« akzentuiert wird (vgl. Moss & Marslen-Wilson, 1993):

- Die Tomate rollte über den Boden. (*Form*)
- Er setzte sich auf die Tomate. (*Konsistenz*)
- Die Sonne geht unter wie eine große Tomate. (*Farbe*)

Nachfolgende Sätze werden schneller erkannt, wenn sie die in diesen vorlaufenden Sätzen angesprochene Kategorie, nämlich Form, Konsistenz oder Farbe, ansprechen (vgl. Osterhout & Holcomb, 1995), denn das mentale Lexikon ist vorbereitet und arbeitet entsprechend effektiver.

Direkte Aktivierung der Worterkennung – Irrtum vorbehalten

Bei der Worterkennung wartet das kognitive System jedoch keineswegs ab, bis die Segmentierung und Strukturierung des Lautstroms vollständig vorgenommen worden ist (vgl. Just & Carpenter, 1987). Vielmehr setzt die Worterkennung nahezu unmittelbar nach der Selektion des akustischen Signals ein, was in der Folge durchaus auch zu falschen Auswahlen aus dem mentalen Lexikon führen kann. Das sogenannte »Kohortenmodell« geht davon aus, dass ein Zuhörer zunächst alle möglichen Kandidaten für einen Lexikoneintrag aktiviert, sobald ein Schallereignis einsetzt. Mithilfe des Kontextes werden dann verschiedene Bedeutungsmöglichkeiten offengehalten bzw. verworfen. Wenn man einen Satz hört wie: »Schloss zu verkaufen« bleibt es hier dem Zuhörer überlassen, anhand des Gesprächszusammenhangs zu erschließen, ob ein Gebäude oder eine Verschlussvorrichtung gemeint ist. Dabei sind immer auch Fehlentscheidungen möglich, die gegebenenfalls eine Korrektur in Form einer Reorganisation erfordern (vgl. Imhof, 2003). Bei sogenannten »Holzwegsätzen« muss der Zuhörer die Interpretation einer gesamten Wortkette oder Phrase revidieren und die Konstruktion der Bedeutung neu organisieren.

Information ergänzen

Zuweilen ergänzt der Zuhörer auch Information, damit ein Satz sinnvoll wird, z. B. wenn man hört: »Peter hat aufgehört, jeden Abend zu trinken« kann man als Zuhörer in diesem Fall den Rückschluss ziehen, dass dieser Mann, Peter, früher wohl regelmäßig (zu viel?) getrunken hat. In der gesprochenen Sprache sind solche mehr oder weniger unvollständigen Sätze durchaus die Regel, weil Menschen zumeist nicht in grammatikalisch vollständigen Sätzen sprechen und weil sich Sprecher zudem auf eine gemeinsame, wenn auch oft nur vermeintlich gemeinsame Wissensbasis beziehen (vgl. Clark, 1996), denn es wäre gegen die Maxime mündlicher Kommunikation, jede Äußerung so zu gestalten, dass alle Informationsdetails immer gegeben werden (vgl. Grice, 1980).

Integration

In der Phase der Integration geht es darum, die Bedeutung des Gehörten unter Berücksichtigung aller aktuellen Signale und mithilfe des eigenen Bestandes an Vorwissen über das Thema und den Sprecher endgültig zu konstruieren. Auf dieser Bedeutungszuweisung basiert die Antwortreaktion des Zuhörers.

Verschiedene Informationsquellen miteinander verbinden

Der Prozess der Informationsverarbeitung resultiert in der Bildung einer mentalen Repräsentation des Gesagten bzw. des Gehörten (vgl. Greszik, 2005; Kintsch, 1998). Die mentale Repräsentation umfasst zum einen die Textrepräsentation, in der die Oberflächenmerkmale des Textes zusammengefasst werden, und zum anderen das Situationsmodell, das durch notwendige und optionale Inferenzen angereichert den inhaltlichen Kern der Botschaft darstellt. Die Textrepräsentation enthält die Darstellungscharakteristika des gesprochenen Textes. Dazu gehören beispielsweise die syntaktische Komplexität (vgl. Swinney, Love, Walenski & Smith, 2007), die semantische Qualität (vgl. Aitchison, 2003) bzw. die semantische Klarheit und Reichhaltigkeit (vgl. Pexman, Hargreaves, Edwards, Henry & Goodyear, 2007) sowie das Verhältnis der nonverbalen Signale zu den sprachlichen Signalen (vgl. Goldin-Meadow, 2003; Richardson, Dale & Kirkham, 2007). Die Textrepräsentation bildet die Grundlage für die Entwicklung des Situationsmodells (vgl. Imhof, 2003).

Verhaltenskonsequenzen und Reaktionen ableiten

Im Situationsmodell konstruiert der Zuhörer die Bedeutung des Gesagten, verbindet die neue Information mit dem Vorwissen und leitet nachfolgend daraus ab, welche Handlungs- oder Verhaltenskonsequenzen nun folgen. Das Situationsmodell enthält neben der selektierten und organisierten neuen Information zusätzlich Inferenzen, die der Zuhörer auf der Basis seines Vorwissens, seines Vorverständnisses und seiner Zuhörabsicht entwickelt. Im Situationsmodell wird die Information geordnet, sodass die erforderlichen Schlussfolgerungen gezogen werden können. Folgendes Beispiel illustriert das Gemeinte:

Berechne: Ein Läufer benötigt für eine Strecke von hundert Metern 11 Sekunden. Wie lange braucht er für 1000 Meter?

Ein Schüler, der bei dieser Aufgabe die Lösung »110 Sekunden« präsentiert, hat kein adäquates Situationsmodell erstellt, sondern rein auf der Basis einer Repräsentation der Textoberfläche gearbeitet. Experimentell hat man Kindern aus der 3. Jahrgangsstufe Textaufgaben zum Rechnen gestellt und dabei mehr oder weniger anschauliche Formulierungen gewählt, etwa in diesem Stil (vgl. Hudson, 1983):

- a) *Eher wenig anschauliche Variante:*
Es gibt 5 Vögel und 3 Würmer.
Wie viel mehr Vögel gibt es als Würmer?
- b) *Eher konkret anschauliche Variante:*
Es gibt 5 Vögel und 3 Würmer.
Wie viele Vögel kriegen keinen Wurm?

Mathematisch sind beide Aufgaben mit derselben Rechenoperation zu lösen, jedoch wurde die erste Aufgabe nur von 39 % der Kinder gelöst, die zweite aber von 79 %. Man nimmt an, dass es den Kindern wegen der höheren Anschaulichkeit leichter fällt, bei der zweiten Aufgabe ein angemessenes Situationsmodell zu konstruieren. Aus diesem Situationsmodell fällt es den Kindern dann auch leichter, die korrekte Antwort abzuleiten.

Die Erstellung eines Situationsmodells und die Ableitung entsprechender Schlussfolgerungen ist ein erfahrungsbasierter, kontrollierter Prozess, bei dem entsprechendes Vorwissen und Kompetenzen in der Informationsverarbeitung eine wichtige Rolle spielen.

**Zuhören optimieren:
Konsequenzen für Sprecher und Zuhörer**

Zuhören ist, wie gezeigt, ein mehrstufiger Prozess, der ein hohes Maß an kognitiver Aktivität, insbesondere volitionale Prozesse, Aufmerksamkeitssteuerung, Informationsverarbeitung und Prozessüberwachung, erfordert. Die Frage ist nun, was Sprecher tun können, um dem Zuhörer diesen Prozess zu erleichtern, bzw. was Zuhörer selbst tun können, um diesen Prozess für sich effizienter zu gestalten. Diese Hinweise werden den einzelnen Phasen des Zuhörprozesses zugeordnet. Die Anwendung der beschriebenen Vorgehensweisen wird im konkreten Fall von Merkmalen der Zuhörer und Sprecher, aber auch von der Situation und dem Zuhörziel abhängen. Auf Zuhörer, die sprachlich eingeschränkt sind, die Sprache nicht vollständig beherrschen, über wenig Vorwissen im Thema verfügen oder eine Beeinträchtigung beim Hören haben, wird man anders eingehen müssen als auf Zuhörer ohne diese Herausforderungen. Umgekehrt wird ein Zuhörer mit seinem Zuhörverhalten auch

auf den Sprecher eingehen müssen, wenn der Sprecher Schwierigkeiten hat, sich auszudrücken, z.B. aufgrund emotionaler Befindlichkeiten oder wegen des Entwicklungsstandes (junge Kinder oder ältere Menschen). Dass die Maßnahmen zur Optimierung des Zuhörprozesses auch bei Menschen mit Hörschwierigkeiten oder Hörhilfen den angestrebten Effekt bewirken, ist nicht unplausibel, müsste jedoch noch im Einzelnen geprüft werden.

Intentionsbildung erleichtern

Wenn hier wieder auf den Prozess der Informationsverarbeitung Bezug genommen wird, so ist zunächst zu untersuchen, wie Intentionsbildung erleichtert werden kann. In Untersuchungen mit Studierenden konnte gezeigt werden, dass Verfahren der Interessenregulierung und Selbstmotivierung dazu führen, dass Personen eine intensive Zuhörhaltung einnehmen. In Situationen, in denen Zuhören möglicherweise schwerfällt, weil man am Thema nicht interessiert ist, starke Emotionen für oder gegen den Sprecher oder das Thema erlebt oder nicht ausreichend Vorwissen mitbringt, werden leichter handhabbar, wenn Zuhörer im Vorfeld sich ihre Vorurteile bewusst machen, wenn sie vorab eine Perspektive entwerfen, wofür sie zuhören, oder sich im Sinne einer sozialen Motivierung klarmachen, warum das Thema möglicherweise für relevante andere Personen interessant ist. Diese mentalen Manipulationen führten zu einem gesteigerten Interesse und erhöhter innerer Beteiligung, zu mehr Konzentration, zu besserem Verständnis und einer ausgeglicheneren emotionalen Befindlichkeit beim Zuhören (vgl. Imhof, 2004).

Selektion unterstützen

Zur Förderung des Selektionsprozesses kann der Sprecher darauf achten, dass er die Themen und Inhalte explizit benennt, um die es geht, und dass er dann auch beim Thema bleibt bzw. einen Themenwechsel konkret anzeigt. Ebenfalls ist es hilfreich, wenn sich der Sprecher hinsichtlich des Vorwissens des Zuhörers und seiner aktuellen Situation vergewissert (vgl. Jameson, 1990). So wird ein Laie in einem Gespräch mit einem Experten immer Schwierigkeiten haben zu erfassen, worum es geht. Studien zeigen aber, dass Experten dies nicht von sich aus erkennen oder gar durch zuhörerfreundliches Formulieren gegensteuern (vgl. Bromme & Rambow, 1998). Ebenfalls sind aktuelle Zustände zu berücksichtigen, wenn es der Sprecher beispielsweise mit einem emotional aufgewühlten Menschen zu tun hat. Hohe Emotionalität in mündlicher Kommunikation geht einher mit verminderter kognitiver Verarbeitungskapazität. Zum Beispiel denke man an Menschen, die einen Unfall erlebt haben und einen Notruf absetzen und dabei kaum strukturiert sprechen und ebenso wenig Information sortiert aufnehmen können.

Die Selektion relevanter Information wird ebenfalls erleichtert, wenn ablenkende, unwichtige oder irrelevante Signale minimiert werden. Dazu trägt eine klare Sprache und Stimmhygiene bei. Auch das Sprechtempo ist angemessen einzusetzen, wobei hier berücksichtigt werden muss, dass das angemessene Tempo von Alter, Befindlichkeit, Vorwissen und anderen Merkmalen des Zuhörers abhängt. Letztlich kann sowohl zu schnelles als auch zu langsames Sprechen den Zuhörer behindern. Auch eine klare Mimik und Gestik, die mit dem gesprochenen Inhalt konsistent gestaltet wird, fördert die Selektion (vgl. Goldin-Meadow, Kim & Singer, 1999). Besonders wenn das verbale Verständnis beeinträchtigt oder (noch) nicht vollständig ausgeprägt ist, tragen Mimik und Gestik entscheidend zur Bedeutung des Gesagten bei. Im Fall von Kindern hat man beispielsweise zeigen können, dass von einer Lehrkraft »falsch« eingesetzte Gesten, also solche, die nicht

mit dem Gesagten übereinstimmen, das Verständnis auf der Seite der kindlichen Zuhörer verhindern.

Der Sprecher erleichtert dem Zuhörer die Selektion, wenn er ihm Signale zur Steuerung der Aufmerksamkeit gibt. Dies kann mithilfe der Prosodie geschehen, Betonungen, Wechsel von laut und leise, aber auch mit expliziten Hinweissignalen. Es hat sich darüber hinaus gezeigt, dass es für das Verständnis förderlich ist, wenn sich in der gesprochenen Sprache die Argumente überlappen und durch Konjunktionen angemessen miteinander verbunden sind (vgl. Golding, Millis, Hauselt & Sego, 1995; Goldman & Murray, 1992).

Organisation erleichtern

Ein Sprecher kann den Organisationsprozess des Zuhörers erleichtern, indem er Blickkontakt hält und durch eine klare Gestik und Mimik das Gesagte phrasiert. Ebenfalls hilfreich ist es, wenn der Sprecher die meist unausgesprochenen Vorannahmen über die gemeinsame Wissensbasis überprüft, indem er die gemeinsame Ausgangsbasis thematisiert und auf Fragen eingeht wie: »Wie weit sind wir im letzten Gespräch gekommen? Wo knüpfen wir an? Was ist Ziel dieses Gesprächs?« Auch eine Vorstrukturierung der Inhalte, ein Vorverweis darauf, worum es gehen wird, hilft dem Zuhörer, relevante Wissensbestände zu aktivieren und die neue Information entsprechend effektiv in das Wissensnetz einzuarbeiten. Dabei kann der Sprecher darauf achten, dass er dem Zuhörer aktiv hilft, das Vorwissen bereitzustellen, bzw. darauf, dass er bei fehlendem Vorwissen aufseiten des Zuhörers die Sprache und Begrifflichkeit, die er einsetzt, der Expertise des Zuhörers anpasst. Mit einem solchen Vorgehen könnte beispielsweise ein Experte einem zuhörenden Laien das Verständnis nachhaltig erleichtern.

Gezielte Vorabfragen, die sich der Zuhörer stellt oder die der Sprecher angregt, können dazu führen, dass die neue Information schneller und nachhaltiger einsortiert wird. Bei Kindern, aber auch bei jungen Erwachsenen führt die Aufforderung, sich vor einer Zuhörsituation zu fragen, was man wissen möchte, zu einer konzentrierteren und umfassenderen Wissensverarbeitung (Bereiter & Scardamalia, 1987; Ellermeyer, 1993; Imhof, 2004).

Integration von Information fördern

Sprecher und Zuhörer können die Integration von Information optimieren, indem sie sich folgender Effekte bewusst werden: Zunächst einmal sollten beide Seiten bedenken, dass Zuhören ein hohes Maß an Konzentration erfordert und daher nur zeitlich begrenzt auf hohem Niveau möglich ist. Eine Maßnahme, die Integration der mündlich gegebenen Information zu erleichtern, besteht daher darin, diese schlicht zu begrenzen und die Sprechdauer zu kontrollieren. Als Sprecher kann man dem Zuhörer die Zeit geben, und als Zuhörer kann man sich die Zeit nehmen, die Information zu prüfen, zu verarbeiten und im Langzeitspeicher abzulegen. Dabei sind kognitive Strategien hilfreich, die das Gehörte einer sogenannten Tiefenverarbeitung unterziehen, indem man das, was man gehört hat, versucht, in seinen eigenen Worten zu wiederholen, weitere Beispiele oder Gegenbeispiele zu dem Gehörten zu finden, Anwendungsmöglichkeiten durchzuspielen oder nach Korrektheit und Plausibilität zu fragen (vgl. Imhof, 2004). Alle kognitiven Aktivitäten, die geeignet sind, mit dem gehörten Material aktiv umzugehen, fördern die Verankerung der Information in das Langzeitgedächtnis.

Der Sprecher kann zusätzlich in dem, was er sagt, durch geeignete stimmliche oder verbale Markierungen und Verweise, z.B. in Form von Betonungen oder Zusammenfassungen, auf Kerninformation hinweisen.

Geübte Zuhörer können ebenso verfahren, indem sie ganz analog Markierungen mental selbst hinzufügen und Zusammenfassungen, Merksätze oder zentrale Begriffe durch Wiederholung oder eine besondere Repräsentationsform – etwa durch eine bildliche Vorstellung – hervorheben.

Der Integration von Information ist es auch dienlich, wenn sowohl Sprecher als auch Zuhörer darauf achten, Information und Einstellungen, Fakten und Emotionen zu trennen. Dies kann man erreichen, indem man diese Komponenten einer Aussage explizit benennt und es vermeidet, diese Aspekte einer Aussage zu vermengen. So erschwert beispielsweise die häufige Verwendung von Ironie das Verständnis eines Sachverhalts. Auch ist es schwer, den Gehalt von Äußerungen zu erfassen, wenn die gewählte Sprache stark emotional oder bewertend gefärbt ist.

Forschungsbedarf

Verstehen gesprochener und geschriebener Sprache

Die empirischen Arbeiten zur Rezeption gesprochener Sprache im Sinne von Zuhören als Informationsverarbeitung sind noch immer ausbaubedürftig. Arbeiten zur akustischen Wahrnehmung und Psychoakustik, zur Messung von Hörfähigkeit und Hörstörungen (vgl. von Specht & Diller, 2010) sowie psycholinguistische Studien (Friederici & Wartenburger, 2010) liegen in gewissem Umfang vor. Untersuchungen zum Sprachverstehen konzentrieren sich überwiegend auf das Verstehen geschriebener Texte. Oftmals wird der Vorschlag gemacht, die Ergebnisse der Forschungen zum Leseverständnis auf das Verstehen gesprochener Sprache zu verallgemeinern (vgl. Kürschner & Schnotz, 2008; Kürschner, Schnotz & Eid, 2006; Rost & Buch, 2010; Weidenmann, 1996). Dies erscheint jedoch unzureichend, wenn man die unterschiedlichen Selektions- und Repräsentationsformen bei visuellen und akustischen Reizen berücksichtigt. Auch die unterschiedliche Bearbeitung akustisch und visuell präsentierter Information im Arbeitsgedächtnis (vgl. Kalyuga, 2011) macht die Annahme plausibel, dass man das Verstehen gesprochener Sprache eigens betrachten muss. Die Effekte der unterschiedlichen Repräsentationsformen beim Zuhören und beim Lesen, der unterschiedlichen Beanspruchung des Arbeitsgedächtnisses und der Unterschiede in der Adaptivität (Was bedeutet es, dass der Leser sein Tempo verändern kann, wenn er auf Schwierigkeiten stößt, der Zuhörer aber nicht?) der Verarbeitung beim Zuhören und Lesen sind noch kaum experimentell untersucht. Es fehlen auch systematische Arbeiten zu Bedingungsvariablen der Sprachverarbeitung auf der Seite des Inputs (Textsorte, Textschwierigkeit, Aufgabenstellung), aber auch auf der Seite des Zuhörers (Entwicklungsstand, Vorwissen, Motivation, Arbeitsgedächtniskapazität).

Entwicklung von Sprachverstehen über die Lebensspanne

Wenig untersucht sind auch Fragen zur Entwicklung von Zuhörfertigkeiten. Gerade für pädagogische Fragen, wie z.B. nach der Gestaltung von gesprochenen Texten für unterschiedliche Altersgruppen, wäre es wichtig, Besonderheiten bzw. Unterschiede im Verstehen gesprochener Sprache über die Zeit hinweg zu kennen und zu berücksichtigen. Auch für die Planung von Fördermöglichkeiten wäre es wichtig, wenn man auf empirische Befunde zu Entwicklung und Interventionsmöglichkeiten zurückgreifen könnte. Gleiches gilt, nebenbei bemerkt, auch über das andere Ende der Lebensspanne. Die Veränderungen der Sprachfähigkeit im Alter und der Zuhörfähigkeiten und -bedürfnisse sind kaum Gegenstand empirischer Forschung.

Sprachverstehen bei Menschen mit Hörschwierigkeiten und Hörhilfen

Eine besondere Herausforderung stellt die Forschung im Bereich der Hörschwierigkeiten und des Hörens mit Hörhilfen dar. Wenn Zuhören nicht gelingt, kann dies an Hörschwierigkeiten liegen, aber auch an anderen Aspekten des Zuhörprozesses. Umgekehrt, wenn Hören (wieder) möglich ist, ist nicht zugleich Zuhören gesichert.

In der Forschungsliteratur sind vor allem solche Arbeiten zu finden, die Merkmale des Hörvermögens untersuchen, z.B. die Wahrnehmungsschwelle oder die Differenzierungsfähigkeit. Die Frage ist offen, ob die wiederhergestellte Fähigkeit zum Hören, also zur Perzeption der akustischen Information, bereits ausreichend ist, um davon auszugehen, dass bei Menschen mit Hörschädigungen bzw. kompensatorischen Hörhilfen der Zuhörprozess in derselben Weise abläuft, wie dies für normalhörende Menschen angenommen wird. Es gibt zumindest Anhaltspunkte dafür, dass Menschen mit einem Cochlea-Implantat andere Komponenten des akustischen Inputs nutzen als normal hörende Menschen, um die prosodische Information einer Äußerung zu erfassen (vgl. Winn, Chatterjee & Idsardi, 2012). Für das Kindesalter liegen Befunde vor, dass Zuhörer mit CI größere Schwierigkeiten in der Lautdiskriminierung und Worterkennung haben sowie verstärkt ihr Wortschatzwissen einsetzen, um gesprochene Sprache korrekt zu identifizieren (vgl. Bouton, Colé & Serniclaes, 2012). Auch die Wahrnehmung prosodischer Merkmale gesprochener Sprache scheint zumindest im Kindesalter bei Hörern mit CI im Vergleich zu normal hörenden Kindern erschwert zu sein (vgl. Nakata, Trehub & Kanda, 2012). Diese Befunde müssten auf ihre Auswirkungen auf das komplexere Sprachverstehen untersucht werden, denn prosodische Merkmale geben ja auch Hinweise auf Bedeutungen des Gesagten vor allem im emotionalen und affektiven Bereich.

Offen ist weiterhin, inwieweit das akustische Signal, das durch die Hörhilfe vermittelt wird, das Verarbeitungssystem des Zuhörers mehr oder anders beansprucht als das normalhörende Signal. Diese zusätzliche Belastung könnte unter Umständen zunächst unbemerkt bleiben, wenn der Zuhörer diese Beanspruchung durch vermehrte Anstrengung kompensiert; es könnte aber in der langen Frist zu Ermüdungserscheinungen und Informationsverlust führen, weil die Person eine Überlastung erlebt. Auch hier sind die Forschungsarbeiten noch ungenügend. Ein besseres Verständnis des Zuhörprozesses im Allgemeinen und eine genauere Kenntnis der Besonderheiten bei Personen mit Hörschwierigkeiten und Hörhilfen wären für die Gestaltung von Unterricht und für die Planung von Maßnahmen zur individuellen Förderung durchaus wünschenswert.

Literatur

- Aitchison J (2003). *Words in the mind*. Oxford: Blackwell
- Bereiter C & Scardamalia M (1987). *The psychology of written composition*. Hillsdale N J: Lawrence Erlbaum Associates
- Bouton S, Colé P & Serniclaes W (2012). The influence of lexical knowledge on phoneme discrimination in deaf children with cochlear implants. *Speech Communication*, 54, 189-198
- Bromme R & Rambow R (1998). Die Verständigung zwischen Experten und Laien: Das Beispiel Architektur. In W. K. Schulz (Hrsg.), *Expertenwissen. Soziologische, psychologische und pädagogische Perspektiven* (S. 49-65). Opladen: Leske + Budrich
- Cain K (2006). Children's reading comprehension: The role of working memory in normal and impaired development. In S. J. Pickering (Ed.), *Working memory and education* (pp. 61-91). Amsterdam: Elsevier
- Cain K, Oakhill J & Lemmon K. (2004). Individual differences in the inference of word meanings from context: The influence of reading comprehension, vocabulary knowledge, and memory capacity. *Journal of Educational Psychology*, 96, 671-681
- Clark H H (1996). *Using language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Eckert H (2010). *Sprechen Sie noch oder werden Sie schon verstanden?* München: Reinhardt
- Ellermeyer D (1993). Improving listening comprehension through a whole-schema approach. *Early Child Development and Care*, 93, 101-110
- Ellgring H (2000). Nonverbale Kommunikation: Einführung und Überblick. In H. S. Rosenbusch & O. Schober (Hrsg.), *Körpersprache in der schulischen Erziehung* (S. 9-53). Hohengehren: Schneider
- Engelkamp J & Rummer R (1999). Die Architektur des mentalen Lexikons. In A. D. Friederici (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C Theorie und Forschung, Serie III Sprache, Band 2 Sprachrezeption* (S. 155-201). Göttingen: Hogrefe
- Frauenfelder U H & Floccia C (1999). Das Erkennen gesprochener Wörter. In A D Friederici (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C Theorie und Forschung, Serie III Sprache, Band 2 Sprachrezeption* (S. 1-48). Göttingen: Hogrefe
- Friederici A D (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 78-84
- Friederici A D & Wartenburger I (2010). Language and brain. *Wiley Interdisciplinary reviews - Cognitive Science*, 1, 150-159
- Gerrig R J & Zimbardo P G (2008). *Psychologie*. München: Pearson Studium.
- Goldin-Meadow S (2003). *Hearing gesture: How our hands help us think*. Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press
- Goldin-Meadow S, Kim S & Singer M (1999). What the teacher's hands tell the student's mind about math. *Journal of Educational Psychology*, 91, 720-730
- Golding J M, Millis K M, Hauselt J & Sego S A (1995). The effect of connectives and causal relatedness on text comprehension. In R. F. Lorch & E. J. O'Brien (Eds.), *Sources of coherence in reading* (pp. 127-143). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
- Goldman S R & Murray J D (1992). Knowledge of connectors as cohesion devices in text: A comparative study of native-English and English-as-a-second-language speakers. *Journal of Educational Psychology*, 84, 504-519
- Goldstein E B, Irtel H, Lay M & Plata G (2007). *Wahrnehmungspsychologie: Der Grundkurs*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag
- Greszik J (2005). *Texte verstehen lernen*. Münster: Waxmann
- Grice H P (1980). *Logik und Gesprächsanalyse*. Wiesbaden: Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion
- Handel S (1989). *Listening: An introduction to the perception of auditory events*. Cambridge: MIT Press
- Harley T (2012). *Talking the talk: Language, psychology, and science*. Hove, UK: Psychology Press
- Hudson T (1983). Correspondences and numerical differences between disjoint sets. *Child Development*, 54, 84-90
- Imhof M (2010a). Listening to voices and judging people. *International Journal of Listening*, 24, 1-15
- Imhof M (2010b). What is going on in the mind of a listener? The cognitive psychology of listening. In A. D. Wolvin (Ed.), *Dimensions of listening* (pp. 97-126). Oxford: Blackwell

- Imhof M (2010c). Zuhören lernen und lehren – Psychologische Grundlagen zur Beschreibung und Förderung von Zuhörkompetenzen in Schule und Unterricht. In V. Bernius & M. Imhof (Hrsg.), *Zuhörkompetenz in Schule und Unterricht* (S. 15-30). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht
- Imhof M (2008). Zuhörkompetenz. Ein kognitives Zuhörmodell. In Evangelische Akademie Tutzing (Hrsg.), *Hör mal schnell – Zeiten der Aufmerksamkeit* (S. 54-71). München: Bayerische Landeszentrale für politische Bildungsarbeit
- Imhof M (2004). *Zuhören und Instruktion*. Münster: Waxmann
- Imhof M (2003). *Zuhören – Psychologische Aspekte auditiver Informationsverarbeitung*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht
- Imhof M, Välikoski T-R, Laukkanen A-M & Orlob K (in prep.). The impact of voice quality on listening load and information processing
- Jameson A (1990). *Knowing what others know. Studies in intuitive psychometrics*. Amsterdam: University of Amsterdam
- Jay T B (2003). *The psychology of language*. London: Pearson Education
- Just M A & Carpenter P A (1987). *The psychology of reading and language comprehension*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Kalyuga S (2011). Instructional benefits of spoken words: A review of cognitive load factors. *Educational Research Review*. doi: 10.1016/j.edurev.2011.12.002
- Kintsch W (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Cambridge: Cambridge University Press
- Knapp J A & Hall M L (2002). *Nonverbal communication in human interaction*. London: Thomson Learning
- Koelsch S, Gunter T, Friederici A D & Schröger E (2000). Brain indices of music processing: »Nonmusicians« are musical. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 520-541
- Kürschner C & Schnotz W (2008). Das Verhältnis gesprochener und geschriebener Sprache bei der Konstruktion mentaler Repräsentationen. *Psychologische Rundschau*, 59, 139-149
- Kürschner C, Schnotz W & Eid M (2007). Welchen Einfluss haben Präsentationsmodalität und Modalitätspräferenz auf die kognitive Verarbeitung von Text mit Bildern? *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 39, 70-83
- Lattner S & Friederici A D (2003). Talker's voice and gender stereotype in human auditory sentence processing – evidence from event-related brain potentials. *Neuroscience Letters*, 339, 191-194
- Mayer R E (2003). *Learning and instruction*. Upper Saddle River: Pearson Education
- Moss H E & Marslen-Wilson W D (1993). Access to word meanings during spoken language comprehension: Effects of sentential semantic contexts. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 1254-1276
- Nakata T, Trehub S E & Kanda Y (2012). Effect of cochlear implants on children's perception and production of speech prosody. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131, 1307
- Osterhout L & Holcomb P J (1995). Event-related potentials and language comprehension. In M. D. Rugg & M. G. H. Coles (Eds.), *Electrophysiology of mind: Event-related brain potentials and cognition* (pp. 171-215). New York: Oxford University Press
- Pexman P M, Hargreaves I S, Edwards J D, Henry L C & Goodyear B G (2007). The neural consequences of semantic richness – When more comes to mind, less activation is observed. *Psychological Science*, 18, 401-406
- Pickering M J, Clifton C & Crocker M W (2000). Architectures and mechanisms in sentence comprehension. In M. W. Crocker, M. Pickering & C. Clifton (Eds.), *Architectures and mechanisms for language processing* (pp. 1-28). Cambridge: Cambridge University Press
- Prenzel M, Carstensen C H, Frey A, Drechsel B & Rönnebeck S (2007). PISA 2006 – Eine Einführung in die Studie. In PISA-Konsortium (Hrsg.), *PISA 06. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 31-59). Münster: Waxmann
- Pressley M (2000). What should comprehension instruction be the instruction of? In M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, P. D. Pearson, & R. Barr (Eds.), *Handbook of reading research*, Vol. III (pp. 545-561). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum
- Richardson D C, Dale R & Kirkham N Z (2007). The art of conversation is coordination – Common ground and the coupling of eye movements during dialogue. *Psychological Science*, 18, 407-413
- Rost D H & Buch S R (2010). Leseverständnis. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 507-520). Weinheim: Beltz
- Swinney D, Love T, Walenski M & Smith E E (2007). Conceptual combination during sentence comprehension – Evidence for compositional processes. *Psychological Science*, 18, 397-400
- Tartter V C (1998). *Language and its normal processing*. London: Sage Publications
- Von Specht H & Diller G (Hrsg.). (2010). *Materialsammlung vom 15. Multidisziplinären Kolloquium der GEERS-STIFTUNG am 22. und 23. Februar im Wissenschaftszentrum Bonn*. Essen: Schriftenreihe GEERS-STIFTUNG, Band 18
- Warren R M (1970). Perceptual restorations of missing speech sounds. *Science*, 167, 392-393
- Weidenmann B (1996). Instruktionsmedien. In F.E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie: Themenbereich D Praxisgebiete, Serie I Pädagogische Psychologie, Band 2 Psychologie des Lernens und der Instruktion* (S. 319-368). Göttingen: Hogrefe
- Winn M B, Chatterjee M & Idsardi W J (2012). The use of acoustic cues for phonetic identification: Effects of spectral degradation and electric hearing. *Journal of the Acoustical Society of America*, 131, 1465
- Yehia H C, Kuratate T & Vatikiotis-Bateson E (2002). Linking facial animation, head motion and speech acoustics. *Journal of Phonetics*, 30, 555-568
- Zwitzerlood P (1999). Gesprochene Wörter im Satzkontext. In A. D. Friederici (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C Theorie und Forschung, Serie III Sprache, Band 2 Sprachrezeption* (S. 85-116). Göttingen: Hogrefe

Förderung des Zuhörens in Schule und Kindergarten



Mechthild Hagen*,
bis 2011 wissenschaftliche Mitarbeiterin
am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik
und -didaktik der Ludwig-Maximilians-
Universität München

*Wir bedauern sehr, dass Frau Mechthild Hagen noch bevor Ihr Artikel bei uns erscheinen konnte verstorben ist.

Glaubt man den Klagen von Lehrkräften und Eltern, dann können Kinder heute immer weniger konzentriert zuhören. Ein Grund wird in der Medienflut in Kinderzimmern gesehen und in der Dominanz der visuellen Medien. Auch gilt die zunehmende Unverbindlichkeit der Wahrnehmung in der »Multioptionsgesellschaft«, in der vielfältige »Optionen des Hörens und Sehens« (Gross, 1994, S. 26) um die Aufmerksamkeit des Einzelnen konkurrieren, als ein Hindernis für gelingendes Zuhören. Untersuchungen gehen von 3 bis 11,3 % hörbeeinträchtigten Kindern und Jugendlichen in »normalen«, also in nicht inklusiven Klassenzimmern aus (Bormann u. a., 2003, S. 151). Mit dem neuen Auftrag der Inklusion wird der Anteil der Kinder mit besonderen Herausforderungen in den Klassenzimmern zunehmen. Gerade wenn es um Zuhören geht, stoßen viele Kinder auf sprachliche Hindernisse für erfolgreiches Zuhören. Dieses Risiko besteht nicht nur für Kinder mit Hör- oder Sprachentwicklungsstörungen, sondern auch für Kinder mit Migrationshintergrund, mit soziokulturellen Benachteiligungen oder anderweitigen Entwicklungsstörungen (siehe Hagen/Schoenauer-Schneider, 2012, im Druck).

Aus pädagogischer und psychologischer, aus soziologischer wie aus kulturphilosophischer Sicht wird darauf hingewiesen, dass sich allgemein die Wahrnehmungsfähigkeit verändert, ihre Intensität verloren geht und sich die Wahrnehmungsgewohnheiten einengen (vgl. zusammenfassend Hagen, 2006, S. 13 ff.). Vielleicht ist das »Weghören können« eine notwendige Strategie geworden, um mit der Vielfalt an Reizen und einer immer lauter werdenden Umwelt zurechtzukommen (vgl. u.a. Klatte et al., 2002, S. 35; Hellbrück & Fischer, 1999, S. 234). Fragt man Kinder nach dem Zuhören der Erwachsenen, dann stellt sich die Frage, an welchem Zuhörerbild sie sich orientieren können. Dazu zwei Stimmen aus der zweiten und dritten Klasse:¹

»Manchmal, wenn ich meinem Papa was erzähle, dann sagt er, er hört zu. Und wenn ich ihn dann am Ende frage, was ich erzählt hab', dann weiß er's nicht. Und das find ich doof.«

»Ich glaube, dass einige Erwachsene deshalb nicht so gut hören, weil sie immer alles so laut stellen. Und dann können sie nicht mehr so gut hören, weil die Ohren, das Trommelfell, kann dann nicht mehr zuhören und es wird schlechter.«

Zuhören scheint nicht mehr selbstverständlich zu sein und kann in Schule und Kindergarten nicht als »Bringschuld« eingefordert werden, sondern muss als kulturelle Grundfertigkeit gelehrt und gefördert werden. Argumente dafür lassen sich auch im Stellenwert des Zuhörens für erfolgreiches Lernen finden. Als »erste Sprachfähigkeit« (Imhof, 2003) ist Zuhören eine Schlüsselqualifikation für die Sprachentwicklung und den Aufbau von Sprachkompetenz. Da Wissen überwiegend sprachlich gespeichert ist und über Sprache vermittelt wird, leben Unterricht und Lernen von der Qualität der Kommunikation. Der Wissenserwerb wird unterstützt, wenn Lernende ihr Wissen nachfragenden Zuhörern darlegen können. Die lernstützende Wirkung des Zuhörens im kommunikativen Austausch ist von besonderer Bedeutung bei handlungsorientierten Unterrichtsmethoden und einer anwendungs- und problemorientierten Gestaltung von Lernumgebungen, wie sie vonseiten der Lehr- und Lernpsychologie und aus den Fachdidaktiken heraus gefordert werden, um den Aufbau von flexiblem Wissen zu fördern. Zuhören schult Konzentration und Aufmerksamkeit, regt die Fantasie und Vorstellungskraft an und trägt zum Gelingen von Kommunikation bei. Gerade interkulturelle Kommunikationssituationen setzen ein hohes Maß an Zuhörfähigkeit voraus, um die »fremde« und die eigene Perspektive wahrnehmen zu können. Die Erfahrung, gehört zu werden, dass ein anderer achtsam und anerkennend zuhört, beeinflusst den Erwerb sozialer Kompetenzen wie Dialog- und Konfliktfähigkeit, Kooperationsbereitschaft, Teamfähigkeit und Toleranz. Wer dem Zuhören einen Wert gibt, leistet einen Beitrag zu einer »Kultur der Anerkennung« (Heitmeyer, 1995), die von Gewaltforschern zur Prävention von Gewalt gefordert wird. Über die Beschäftigung mit dem Hören und Zuhören werden die Kinder und Jugendlichen aufmerksam für das Zuhörklima, für die akustische Qualität ihrer Umwelt und für ihr eigenes Gehör, wahrscheinlich nachhaltiger als durch das Drohen mit dem erhobenen Zeigefinger. Die Fähigkeit, beim Hören gezielt auswählen und entscheiden zu können, wann es sich lohnt zuzuhören oder wann man besser weghört, kann als Merkmal von Bildung gesehen werden. Sie entscheidet mit darüber, wie autonom der Einzelne den Angeboten und Herausforderungen, aber auch den Zumutungen der Umwelt gegenüber handeln und die vielfältigen Optionen für sich und seine Persönlichkeitsentwicklung nutzen kann (vgl. ausführlich zum pädagogischen Stellenwert Hagen, 2006, S. 13 ff.).

Im Folgenden stelle ich einen Ansatz zur Förderung des Hörens und Zuhörens vor, der am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und -didaktik der Ludwig-Maximilians-Universität in München entwickelt

¹ Die Interviews wurden im Rahmen unseres Projekts »GanzOhrSein« zur Zuhörförderung an Schulen durchgeführt. Siehe www.ganzohrsein.de

und inzwischen in verschiedenen Projekten an Grund- und Hauptschulen, Gymnasien und Kindergärten erprobt wurde.

Zuhören fördern durch »Hören machen« – ein Handlungsmodell²

Unser Ansatz, Zuhören fördern durch »Hören machen« nutzt in der praktischen Umsetzung das Potenzial der Gegenwartskultur. Da es keine konsistente Theorie des Zuhörens gibt, wurde er gewonnen aus einem interdisziplinären Zugang.³ Aus den Sichtweisen und den Forschungsergebnissen der verschiedenen Disziplinen lässt sich ableiten (vgl. ausführlich Hagen, 2006, S. 33 ff.):

Gehört wird, was mit bewusst oder unbewusst erworbenen kognitiven Mustern verbunden werden kann. Diese neuronalen Muster wurden als »Hörmuster« bezeichnet.

Die individuellen Hörmuster sind für das weitere »Hörlernen« von Bedeutung. Die Menge aller Muster wurde als »Hörhorizont« bezeichnet. Ein weiter Hörhorizont erweitert auch die Möglichkeiten, neue oder unbekannte Hörereignisse wahrzunehmen, zu verstehen und zu interpretieren.

Damit aus akustischen Reizen bedeutsame Informationen und verstehbare Ereignisse werden, ist es notwendig, relevante Reize auszuwählen, irrelevante Reize auszublenden, Informationen aus verschiedenen Quellen (wie Sprache, Mimik, Gestik, Bewegung) zu verarbeiten, in sinnvolle Einheiten zu gliedern, einzuordnen und mit Gedächtnisinhalten zu verbinden (vgl. auch Imhof in diesem Band). Neben auditiven Teilleistungen und der auditiven Aufmerksamkeit, den zur Verfügung stehenden Hörmustern und Zuhörstrategien beeinflussen dabei emotionale und ästhetische Bewertungen eines Hörereignisses sowie situative Bedingungen (Art und Gestaltung

der Zuhörsituation, Gestaltung des Zuhörereignisses, Bedingungen des Raumes) die Qualität des Zuhörprozesses (siehe auch Hagen/Schönauer-Schneider, 2012).

Ein vielfältiges Angebot an Hörerfahrungen in der sozialen und kulturellen Umwelt – im Modell »sozialer« und »kultureller Hörraum« – erweitert den Hörhorizont und beeinflusst das individuelle Zuhörverhalten (beispielsweise die zur Verfügung stehenden Sprech- und Kommunikationsmuster, Zuhörstrategien, Hörvorlieben und -gewohnheiten). Das Zuhörverhalten steht wiederum in Zusammenhang mit den situativen Bedingungen, die der Einzelne in sozialen Hörräumen vorfindet.

Die hier nur kurz skizzierten Dimensionen des Hörens und ihre Zusammenhänge lassen sich modellhaft veranschaulichen:

Der kulturelle Hörraum bezeichnet alle kulturellen Äußerungen, die als Möglichkeiten die Lebensumwelt von Menschen beschreiben. Dies können auch »Kultureme« (Oksaar, 1989, S. 10) verschiedener Kulturen sein, also verschiedene Musikkulturen oder Sprachen beispielsweise. Aus diesen Möglichkeiten setzen sich soziale Hörräume zusammen. Sie stehen für die Bedingungen, die der Einzelne vorfindet. Kindergarten und Schule sind Beispiele für spezifische soziale Hörräume. Zuhörsituationen in sozialen Hörräumen werden einerseits gestaltet durch das Verhalten der Beteiligten – zum Beispiel durch deren Bereitschaft zuzuhören oder leise zu sein, durch die Verteilung der Sprachanteile zwischen Lehrkraft und Schülern, durch Bewegungsmöglichkeiten oder die Sitzordnung. Andererseits wird die Zuhörsituation im sozialen Hörraum beeinflusst durch gegebene Bedingungen, wie die Akustik des Klassenzimmers, die Raumgröße oder die Lage der Schule, ob sie sich zum Beispiel auf dem Land befindet oder in der Stadt. Aus den Erfahrungen aller sozialen Hörräume, die der Einzelne erlebt (zu Hause, in der Peergroup, im Musikverein etc.), baut sich zusammen mit individuellen Veranlagungen und Neigungen der individuelle Hörhorizont auf. Der Hörhorizont bezeichnet also die Hör- und Inter-

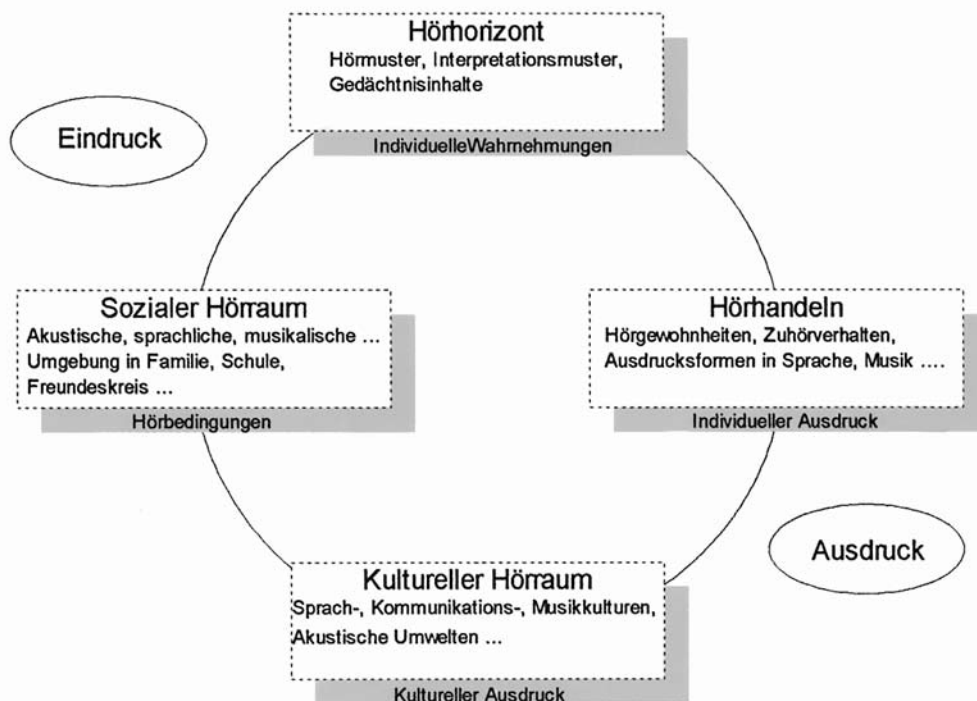


Abb. 1: Handlungsmodell

pretationsmuster sowie die Gedächtnisinhalte, mit denen das Gehörte verbunden, strukturiert und verstanden werden kann. Je vielfältiger diese Muster sind, umso differenzierter kann gehört werden. Dies zeigen zum Beispiel die musikalische Hörfähigkeit oder der Spracherwerb (vgl. u. a. Jörg, 2000). Der Hörhorizont speist gewissermaßen das Zuhörverhalten des Einzelnen. Dieses wird hier als »Hörhandeln« bezeichnet, um hervorzuheben, dass Zuhören ein aktiver Prozess ist (in Anlehnung an den Begriff der »Sprech-Hörhandlungen«, Geißner, 1984, S. 28). Der Begriff »Hörhandeln« umfasst Hörgewohnheiten und das eigene Zuhörverhalten, wie konzentriert zuzuhören, bewusst seine Aufmerksamkeit zu steuern oder Zuhörstrategien anzuwenden. Zum Hörhandeln gehören ebenso kommunikative Verhaltensweisen und Ausdrucksmöglichkeiten, mit denen man als Zuhörer die Zuhörsituationen mitgestaltet. Verfügt jemand beispielsweise über die kommunikative Strategie, »auf verschiedenen Ohren« zu hören nach dem Kommunikationsmodell der »Vier Ohren« von Schulz von Thun (vgl. Stierlin, Schulz von Thun, 2000), ist die Wahrscheinlichkeit größer, in Konfliktsituationen sein Gegenüber zu verstehen und angemessen zu reagieren. Das Hörhandeln trägt wiederum zur Gestaltung kultureller Hörräume bei. So prägen Musikgeschmack und Hörgewohnheiten die gegenwärtige Musikkultur, die Nachfrage nach Hörbüchern führt dazu, dass dieser Markt boomt, Radiosendungen richten auf der Jagd nach Quoten ihre Programmgestaltung nach dem Zuhörverhalten ihrer Hörer aus, Kühlschränke unterscheiden sich in verschiedenen Ländern im Klangdesign je nach den Hörgewohnheiten der Bewohner (vgl. Schick, 1997). Damit schließt sich der Kreis des »Hörhandelns« in der Mensch-Umwelt-Beziehung.

Das Handlungsmodell ordnet die dargestellten Dimensionen des Zuhörens. Es ermöglicht, diese Zusammenhänge für die Zuhörförderung als pädagogisches Handeln zu nutzen. Verschiedene Ansätze aus der pädagogischen, psychologischen oder kommunikationswissenschaftlichen Literatur (Bergmann, 2000; Bernius & Gilles, 2004; Henninger & Mandl, 2003; Landeszentrale für Gesundheit in Bayern, 2002; Wermke, 2001) oder Trainingsmodelle für auditive Teilleistungen wie Aufmerksamkeit (vgl. Borchert, 1998) oder Ansätze zur Förderung der phonologischen Bewusstheit (Einsiedler & Kirschhock, 2003) lassen sich in das Modell einordnen und mit den Schwerpunkten einer Zuhörförderung erweitern.

² Die folgenden Ausführungen sind weitgehend entnommen aus Hagen/Huber 2010, S. 185 ff.

³ Einbezogen wurden Erkenntnisse der Pädagogischen Psychologie (u. a. Imhof 2003), der psychologischen Akustik (u. a. Schick 1999, Hellbrück 1993), neuropsychologische Ergebnisse (u. a. Spitzer 2002; 2000; Roth 2001; Grothe 2000; Damasio 1999), musikpsychologisches Wissen (u. a. Gruhn 1998; Abel-Struth 1985), Untersuchungen zum Spracherwerb (u. a. Spreng 2002; Oerter 2000; Papoušek 1995; Geißner 1984) und aus der Stimmwirkungsforschung (u. a. Eckert 2004; Nienkerke-Springer 1997; Eckert/Laver 1995; Greifenhahn 1987) sowie aus den Sprech- und Kommunikationswissenschaften (u. a. Stoffel 1978, Borisoff & Purdy 1991) und der Interkulturellen Kommunikation (u. a. Fiehler 1998; Slembek 1997; Oksaar 1989).

⁴ Das Projekt »GanzOhrSein« fand statt zwischen 2000 und 2003, gefördert von der Bundesländer-Kommission im Rahmen ihres Programms »Kulturelle Bildung im Medienzeitalter« und dem Land Bayern. Es nahmen 10 Grundschulen, zwei Gymnasien und zwei Hauptschulen teil (Klasse 1 bis 10) mit insgesamt 276 Kindern und 14 Lehrkräften.

⁵ Das Projekt »Erzählen und Zuhören an Schulen« wurde gefördert vom Kulturfonds Bayern von 2004 bis 2005. Es nahmen sechs Grundschulen und vier Hauptschulen teil (Klasse 1 bis 9) sowie 32 Lehrkräfte.

⁶ »Ohren spitzen« fand 2008 bis 2009 mit insgesamt 39 Kindergärten in Bayern und Hessen statt, gefördert von der Robert-Bosch-Stiftung.

⁷ »Mit Sprechen durchstarten« wurde gefördert vom Kulturfonds Bayern zwischen 2008 und 2009. Es nahmen acht Hauptschulen teil.

Wie sieht die Umsetzung des Modells in die Praxis aus?

In unseren Projekten haben wir das Potenzial des kulturellen Hörraums didaktisch für die Zuhörförderung erschlossen sowie unterschiedliche Schwerpunkte erprobt und evaluiert. Für das erste Projekt zur Zuhörförderung, »GanzOhrSein«, wurden sieben Praxisbausteine zusammengestellt (siehe ausführlich Hagen, 2006; www.ganzohrsein.de):⁴ Sprechen und Sprache mit den Teilbereichen Erzählen, Stimme und Kommunikation; Musik; bildende Kunst; Theater; die Medien mit den Bausteinen Hörclub und Radio; die akustische Umwelt in den Bausteinen Klangumwelt und Raumgestaltung. In einem Folgeprojekt »Erzählen und Zuhören an Schulen« wurde das Potenzial der Erzählkunst zur Förderung des Zuhörens und der mündlichen Sprache noch differenzierter erprobt (siehe Hagen, u. a. 2006; www.br-online.de/erzaehlen).⁵ Im Projekt »Ohren spitzen« für Kindergärten lag der Schwerpunkt auf der Förderung des kreativen Lernens im spielerischen Umgang mit dem Zuhören. Hör- und Sprachspiele, Töne, Klänge und Geräusche, die Verbindung von Sprache, Gefühl und Handlung, Erzählen, die Auseinandersetzung mit Hörspielen und die Produktion eigener kleiner Hörspiele stehen im Mittelpunkt (siehe <http://www.zuhoeren.de/projekte/kinder-und-jugend/kindergarten/konzept.html>).⁶ »Mit Sprechen durchstarten«, ein Projekt für Hauptschulen, hatte das Ziel, über das Zuhören und Hören machen vor allem die Sprachkompetenz und die Persönlichkeitsentwicklung der Kinder und Jugendlichen zu fördern. Dafür wurden vor allem praktische Anregungen für die Arbeit mit den Medien Radio, Schauspiel und Rhetorik erprobt und entwickelt (siehe <http://www.zuhoeren.de/projekte/kinder-und-jugend/hauptschule.html>).⁷ Die Umsetzung der Schwerpunkte einer Zuhörförderung über das kulturelle Potenzial wird im Folgenden mit Beispielen aus den Projekten erläutert.

Vielfältige Hörerfahrungen arrangieren – den Hörhorizont erweitern

Über die didaktisch erschlossenen »Bausteine« des kulturellen Hörraums lassen sich vielfältige Hörereignisse arrangieren. Die Kinder und Jugendlichen im Projekt »GanzOhrSein« verfassten zum Beispiel eigene Hörbücher und Hörspiele, erstellten »akustische Polaroids«, Geräuscherätsel oder Radiobeiträge und -umfragen, gestalteten einen Klangparcours, hörten im Hörclub Hörspiele an und setzten sie in Bewegung, Musik oder Tanz um, horchten dem Klang von Farben und Bildern nach oder malten Bilder zu Klängen, erlebten »Musik zum Anfasen«, komponierten »Neue Musik«, brachten ihre Aula zum Klingen oder wurden auf eine musikalische Weltreise mitgenommen. Sie lauschten den Geschichten von Erzählern und feilten in der Erzählwerkstatt an ihren eigenen Geschichten, experimentierten mit der Wirkung verschiedener Stimmqualitäten, horchten auf den Klang von Sprache oder von verschiedenen Sprachen und untersuchten die Wirkung von »Giraffen- und Wolfssprache« (siehe ausführlich Binder, u. a. 2007). Im Erzählprojekt standen Aktivitäten rund ums Erzählen im Mittelpunkt. Neben klassen- und schulartübergreifenden Aktionen wie einer Erzählbrücke zwischen Haupt- und Grundschulern wurde das Erzählen in den Unterricht eingebunden, fachbezogen und fächerübergreifend. Geschichten wurden entwickelt, Märchen »gewürfelt«, Erzählbücher oder Hör-CDs entstanden, auch mit Unterstützung von »Radioprofis«. Über einen Erzählbus, Projektwochen oder Aktivitäten zwischen Jung und Alt wie beispielsweise einem Erzählcafé oder einem Erzählfrühstück wurde die ganze Schule und darüber hinaus auch die Eltern bis hin zur ganzen Gemeinde in das Erzählen verwickelt (siehe ausführlich Akademie für Lehrerfortbil-

dung und Personalführung, 2006). Im Kindergartenprojekt »Ohren spitzen« erstellten auch schon die Fünfjährigen kleine Hörspiele, lauschten Wald- und Wiesenklängen, machten Musik mit selbst geschriebenen Partituren, erprobten kleine Spiele zum Hören, erzählten Tortenbodengeschichten, arbeiteten mit der Gefühlskiste am Ausdruck und Verstehen von Gefühlen, vertonten Bilderbücher und vieles andere mehr.

Genuss und ästhetisches Vergnügen sind wichtige Elemente bei der Gestaltung der vielfältigen Hörerfahrungen. Zuhören als ästhetische Wahrnehmung zu erleben erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass »starke« Eindrücke bleiben, die für den Einzelnen bedeutsam sind, weil sie eine innere Bewegtheit auslösen, erstaunen, treffen, faszinieren oder einfach Wahrnehmungsroutinen unterbrechen und die Vorstellungskraft mobilisieren (vgl. ausführlich dazu Hagen, 2006, 76 ff.; Kahlert, u. a. 2006, S. 19 ff.). Lernen wird dann »Sinn-voll«.

Zuhören erleichtern – Lehr- und Lernsituationen als Hör-Ereignisse inszenieren

Unterricht als Hör-Ereignis zu verstehen, Kindergarten und Schule als Klanglandschaft zu begreifen und mit Blick auf die Zuhörer zu gestalten, eröffnet neue Sichtweisen auf das Alltägliche wie zum Beispiel den Gebrauch der Sprache. So können die Verständlichkeit und Artikulation, die Intonation und Modulation, der Einsatz von Mimik und Gestik oder die Sprechgeschwindigkeit das Zuhören erschweren oder erleichtern. Der Stimme und ihrer Wirkung auf das Zuhören kommt bei der Gestaltung von angeleiteten Spiel-, Lehr- und Lernsituationen eine häufig unterschätzte Bedeutung zu. Studien zeigen deutlich einen Zusammenhang zwischen stimmlichen Eigenschaften und der pädagogischen Effektivität. Beispielsweise beeinflussen die Sprachmelodie und die rhythmische Gliederung, wie gut gesprochene Informationen aufgenommen und behalten werden (vgl. Heilmann, 1994). Des Weiteren zeigen Unterrichtsbeobachtungen, dass sich Schüler von Lehrern mit Stimmstörungen im Unterricht passiver und störender verhalten (vgl. Greifenhahn, 1987). Die Arbeit an und mit der eigenen Stimme ist deswegen ein wichtiger Bestandteil unserer Projekte zur Förderung des Zuhörens.

Zuhören kann auch über die dramaturgische Gestaltung des Unterrichts gefördert werden. Dazu gehören klar strukturierte Zuhörzeiten im Wechsel mit Situationen, in denen die Kinder ihr erworbenes Wissen anderen Kindern, den Zuhörern, darlegen. Zuhörri-tuale oder »listening organizer« (Kahlert, 2000) stimmen auf das Kommende ein, lenken die Aufmerksamkeit der Kinder und ermöglichen antizipierendes Zuhören. Raum für die Vermittlung und Anwendung von Lern- und Zuhörstrategien erleichtert das Zuhören über die Zeit. Dazu gehören zum Beispiel Vorwissen, Fragen und Assoziationen anregen, Zuhörziele klären, bedeutsame Informationen hervorheben, Raum für Notizen lassen oder Pausen einplanen (vgl. Imhof, 2001, 2004).

Die Kinder und Jugendlichen sollten in die zuhörförderliche Gestaltung des »Hörraums« einbezogen werden. Denn Zuhörbedingungen werden unterschiedlich wahrgenommen. Wie wichtig der Dialog über Hörwahrnehmungen und über zuhörförderliche oder -erschwerende Zuhörbedingungen sind, zeigen die Ergebnisse des Projekts »Ganz-OhrSein«. Kinder und Lehrer nahmen beispielsweise Störungen und Störquellen unterschiedlich wahr: Während sich die Schüler in erster Linie durch den Lärm ihrer Klassenkameraden gestört fühlten, meinten die Lehrerinnen, dass vor allem fehlende Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit ihre Schülerinnen und Schüler vom Zuhören

abhalten. Ebenso wurde die Ablenkung durch den Banknachbarn von den Lehrerinnen als gravierender eingeschätzt als von den Schülerinnen und Schülern. Viele Kinder, die wir befragten, störte beim aufmerksamen Zuhören, dass ihre Lehrerin zu leise und undeutlich spricht. Die Lehrerinnen selbst schätzten ihr Sprach- und Stimmverhalten deutlich besser ein. Dies änderte sich im Laufe der Projektarbeit: Die Lehrerinnen gaben an, bewusster mit ihrer Stimme umzugehen und gelassener gegenüber Störungen zu reagieren. Außerdem verbesserte sich die Sprachverständlichkeit von Lehrern und Schülern; die Kinder hatten den Eindruck, dass sie sich untereinander besser zuhören und ausreden lassen, dass die Lehrerin ihnen besser zuhört und weniger oft schreien muss. Am Ende des Projekts »GanzOhrSein« gaben die beteiligten Lehrerinnen an, im Unterricht gezielter auf ihr eigenes Zuhörvorbild zu achten, Reflexionen über Zuhörbedingungen anzustoßen und die Kinder in die Verantwortung für das Zuhörklima einzubeziehen.

Das Verständnis von Lehr- und Lernsituationen als Hör-Ereignisse ermutigt zu neuen Wegen im Bemühen darum, dass Inhalte für den Einzelnen bedeutsam werden. Die Künste bieten besondere Zugangsweisen für eine begegnungsintensive Atmosphäre. So stärken zum Beispiel Hörspiele den Zugang zu Themen durch eigene Assoziationen. Ausdruckselemente des Theaters – Stimme, Mimik, Gestik, Intonation und Bewegung im Raum – können dabei helfen, einen zuhörmotivierenden Lernraum zu inszenieren, beispielsweise beim Erzählen. Ästhetische Kategorien wie Stimmigkeit, Harmonie, Passung, Überschaubarkeit, Intuition und Imagination können eingesetzt werden, um Lernangebote zu »komponieren« (vgl. dazu ausführlich Hagen, 2006, S. 76 ff.; Kahlert, u. a., 2006).

Den Hörraum akustisch gestalten

Ob und wie Gehörtes verstanden wird, hängt neben den individuellen Fähigkeiten und Gewohnheiten auch an der situativen Gestaltung des Hörereignisses. Eine notwendige Bedingung für gelingendes Zuhören in Kommunikationssituationen ist, dass deutlich, artikuliert, klar und strukturiert gesprochen wird. Gesichert ist die Sprachverständlichkeit damit allerdings noch nicht, denn zwischen dem Sprecher und dem Hörer liegt der Raum, in dem es zu mehr oder weniger hohen Informationsverlusten kommen kann, je nach akustischer Qualität des Raumes, nach dem Sitzplatz und dem individuellen Hörvermögen wie der individuellen Störemfindlichkeit. Bewusst werden diese Informationsverluste, wenn Störbedingungen wie Lärm, Geräusche, undeutliches Sprechen, fehlende Zuhörmotivation, Konzentrationsschwierigkeiten und Ähnliches bemerkt werden. Daneben kann es auch zu Informationsverlusten kommen, die häufig überhaupt nicht wahrgenommen werden. Eine Ursache dafür können das subjektiv unterschiedliche Hörvermögen der Kinder oder unerkannte Hörbeeinträchtigungen sein. Eine andere Ursache für Informationsverluste können ungünstige akustische Bedingungen des Raumes sein. Die wichtigste Kenngröße ist hier die Nachhallzeit. Sie gibt die Zeitdauer an (in Sekunden), wie lange ein Schallereignis »nachklingt«. In vielen Schulen und Kindergärten wird der derzeit gültige Richtwert von 0,7 Sekunden weit überschritten (vgl. Klatte u. a., 2004, S. 38). Das bedeutet, dass alle Geräusche zu lange im Raum bleiben. Dadurch werden beim Sprechen nachfolgende Silben durch die vorhergehenden überdeckt, die Sprachverständlichkeit verschlechtert sich. Außerdem steigt der Lärmpegel, weil alle Geräusche verstärkt werden. Selbst in ruhigen Arbeitssituationen lassen sich Störgeräusche kaum vermeiden. Allein schon durch die Anzahl an Personen im Klassenraum ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass

immer irgendwo geraschelt oder getuschelt wird, dass Stühle rutschen, Stifte auf dem Tisch klappern oder mit Mäppchen oder Schultaschen hantiert wird. Akustische Messungen im Unterricht weisen nicht selten Schallpegel nach, die den für konzentrierte geistige Arbeit noch als akzeptabel geltenden Wert von 55 dB(A), das entspricht etwa der Zimmerlautstärke von Radio oder Fernseher, zum Teil erheblich überschreiten. Ein hoher Lärmpegel erschwert das Zuhören und ist anstrengend. Aufmerksamkeit und Gedächtnisleistungen leiden, Stress und Belastung nehmen zu, Lernen und Leisten wie auch das soziale Klima werden durch Lärm beeinträchtigt (vgl. zusammenfassend Hagen, 2006, S. 25 ff.; Klatte in diesem Band). Die Beeinträchtigungen durch ungünstige raumakustische Bedingungen bleiben häufig unbemerkt beziehungsweise sind den Beteiligten nicht bekannt oder werden als Folge der eigenen Unfähigkeit angesehen.

Lärmbekämpfung ist eine eher reaktive Strategie. Sie setzt an der Störung an und geht nicht selten mit Schuldzuweisungen einher. Lärm machen immer die anderen. Zuhören zu fördern ist im Vergleich dazu eher produktiv und vorbeugend. Alle an einer Situation Beteiligten können sich mit darum kümmern, dass es möglich ist und bleibt, für die Dauer des Zusammenseins einander zuzuhören. Die Förderung des Zuhörens ist eine Aufgabe, die auf konstruktive Gestaltung von Situationen zielt, an denen man – mehr oder weniger freiwillig und mehr oder weniger gerne – nun einmal beteiligt ist.

Erleichtert wird das Zuhören nachhaltig, wenn der Hörraum akustisch gestaltet wird. Das kann geschehen über kostenintensive Maßnahmen wie dem Einbau von Akustikdecken oder der Installation von Soundfield-Systemen bzw. Lautsprechersystemen, die die Sprache gleichmäßig im Raum verteilen. Solche Maßnahmen führten im Projekt »GanzOhrSein« nicht nur zu einer Verbesserung der Sprachverständlichkeit, sondern die Schülerinnen und Schüler waren weniger laut und aufmerksamer. Die Höranstrengung reduzierte sich signifikant. Beklagte sich ein Schüler der 5. Klasse Hauptschule zu Beginn des Projektes noch darüber, dass er die Lehrerin nicht gut hören kann:

»Ich sitze ganz hinten. Manchmal liest die Lehrerin ein Nachschrift-diktat und ich kann nicht gut hören, was sie gesagt hat. Und dann lasse ich viele Lücken und komme nicht mit und werde wütend.«

meinte er am Ende der 6. Klasse, nachdem im Klassenzimmer ein Soundfield-System installiert worden war:

»Jetzt ist es viel besser für die Kinder, die hinten sitzen, und die Lehrerin muss nicht immer so laut sprechen.«

Daneben können Störquellen mit den Kindern gemeinsam und mithilfe von Molton, Filz, Schaumgummi, Filterpapier oder Stoffbahnen »beruhigt« werden. Auch klangästhetische Elemente wie beispielsweise wechselnde Klangereignisse in halligen Treppenhäusern, klingende Stoffbahnen im Pausenhof, Klangspiralen an den Bäumen oder besondere Hörstellen und Hörräume bieten sich an, um die Klanglandschaft Schule zu gestalten (vgl. Roos, 2002; Hagen, u. a. 2004). Sie setzen feine Akzente in akustische Gegebenheiten und laden zum Hinhören ein. Solche pädagogischen Maßnahmen ändern zwar wenig an den raumakustischen Parametern, jedoch setzen sich die Kinder intensiv mit den Zuhörbedingungen auseinander. Dies wirkt sich auf den Lärmpegel aus, wie die am Projekt »GanzOhrSein« beteiligten Lehrerinnen feststellten.

»Hören machen« – Höreindrücke mit Ausdrucksmöglichkeiten verbinden

Damit vielfältige Hörereignisse nicht zu einer Reizüberflutung führen, sondern zu einer Erfahrung verarbeitet werden können und für das weitere Hörhandeln zur Verfügung stehen, sollten Höreindrücke wiederholt angeboten und verbunden werden mit Ausdrucksmöglichkeiten, dem »Hören machen«. Die anthropologische Kindheitsforschung unterstreicht die Bedeutung verschiedener kindlicher Ausdrucksformen für die Verarbeitung von Erfahrungen und die Aneignung von Wirklichkeit. Die Sprache ist eine Möglichkeit. Sprechen über das Gehörte hilft dem Hörgedächtnis und der Höridentifikation (vgl. Schriever, 2002) und unterstützt nebenbei auch die Sprachentwicklung. Im Austausch mit anderen werden die eigenen Hörmuster bewusst und Unterschiede in den Wahrnehmungen und individuellen Hörgewohnheiten deutlich. Dies sind wichtige Erfahrungen, um eine tolerante Haltung anderen Auffassungen und Meinungen gegenüber zu entwickeln, damit Verständigung gelingt. Nicht immer ist die Sprache das adäquate Mittel, um Gehörtes auszudrücken. Auch die Verbindung von Hören mit bildender Kunst, mit Musik oder Bewegung zeigt, das mit den Gestaltungsmöglichkeiten akustischer Medien oder des Theaters Kindern dabei geholfen werden kann, Gehörtes zu strukturieren, zu verarbeiten und damit für das weitere Lernen verfügbar zu machen.

Beim »Hören machen« setzen sich die Kinder intensiv damit auseinander, wie sie Zuhörsituationen gestalten können, um Zuhörer zu gewinnen. Sie lernen, sich in den Zuhörer hineinzusetzen und den Zuhörer »mitzudenken«, wenn sie ein Hörspiel gestalten, einen Radiobeitrag erstellen, beispielsweise zu einem Thema im Sachunterricht, eine Geschichte erzählen oder ein Konzert planen. Damit »nutzt« eine Zuhörförderung durch Hören machen das implizite Lernen und baut »Ich-nahes« Können auf (Pöppel, 2000, S. 29). Explizites Wissen – zum Beispiel über die Bedeutung von Stimme, Gestik und Mimik beim Erzählen – wird in Handeln umgesetzt. Vonseiten der Wissenserwerbsforschung wird dies gefordert, um sogenanntes »träges Wissen« zu vermeiden (vgl. u. a. Gruber et al., 2000, S. 139 ff.).

Zuhören fördern durch »Hören machen« über das Potenzial des kulturellen Hörraums schreibt kein bestimmtes Vorgehen vor. Vielfältige Möglichkeiten werden dadurch eröffnet: In unseren Projekten unterstützen wir die Zusammenarbeit der Lehrkräfte und Erzieherinnen mit Experten der kulturellen Praxis. Dabei arbeiten Erzähler, Musiker, Radioexperten, Geräuschemacher, Akustiker, Sprecherzieher, Klangkünstler nicht nur auf den Fortbildungen mit den Lehrkräften, sondern auch mit den Schülern in den Klassen oder mit Kindergartengruppen. Die Zusammenarbeit mit Künstlern und Vertretern anderer Berufe vermittelt fachliches Wissen in den jeweiligen Bereichen, und sie bietet in der gemeinsamen Projektarbeit auch sehr praxisnahe Fortbildungsmöglichkeiten für die beteiligten Lehrkräfte und Erzieherinnen.

»Lohnt« es sich? Ergebnisse aus der Evaluation

Der Ansatz, Zuhören mit Möglichkeiten des kulturellen Hörraums über das »Hören machen« zu fördern, wurde evaluiert im Hinblick auf Wirksamkeit und Akzeptanz. Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse aus der Evaluation der Projekte »GanzOhrSein« und »Erzählen und Zuhören« zusammenfassend dargestellt.⁹

■ Das Arrangieren vielfältiger Hörereignisse erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass differenzierte Hörmuster entstehen, der Hörhorizont erweitert

⁹ Zur ausführlichen Darstellung der Ergebnisse siehe Hagen, 2006 und Hagen u. a., 2006.

und das Verstehen erleichtert wird. In den Projekten nahmen hörbezogene Aktivitäten in der Freizeit zu; der Musikgeschmack differenzierte sich aus; akustische Gegebenheiten der Umwelt wurden sensibler wahrgenommen. Die befragten Lehrkräfte bemerkten eine Zunahme der Sprech- und Sprachfertigkeiten, der Zuhörkompetenz, der Aufmerksamkeits- und Konzentrationsspanne.

■ Durch die Aktivitäten in den in Kapitel 2 erläuterten »Bausteinen« verbesserte sich das wahrgenommene Sozialklima. Schüler und Lehrkräfte stellten weniger Schlägereien und Hänseleien fest und gaben an, die Unterstützung untereinander und der höfliche Umgang miteinander habe zugenommen. Der Austausch über das eigene Erleben beim Zuhören und über die gemeinsamen Aktivitäten beim »Hören machen« trugen dazu bei, Empathie und Interesse für andere und für die Erfahrungen anderer zu entwickeln.

■ Die Zuhörbedingungen im Unterricht verbesserten sich. Kinder und Lehrkräfte nahmen einen Rückgang der Störungen insbesondere durch Lärm wahr, das Sprach- und Zuhörverhalten von Kindern und Lehrkräften verbesserte sich, die Bereitschaft zuzuhören nahm zu. Auch wurden positive Auswirkungen auf Schulklima und Schulprofil wahrgenommen.

■ Die Sensibilisierung der Wahrnehmung über die Projektaktivitäten führte im Projekt »GanzOhrSein« dazu, dass die Beteiligten sich nach einem Projektjahr häufiger durch Lärm gestört fühlten als zu Projektbeginn. Dies scheint Voraussetzung dafür zu sein, die Bedingungen für das eigene Hören zu gestalten und Störungen entgegenzuwirken, wie die wahrgenommenen Veränderungen am Ende des Projekts zeigen. Wem einmal Störungen bewusst geworden sind, wird eher nach Möglichkeiten der Abhilfe suchen.

■ Gute Zuhörbedingungen im Hörraum Schule oder Kindergarten sind vor allem wichtig für jüngere Kinder sowie für Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache. Sie sind von den Informationseinbußen durch Lärm und von ungünstiger Raumakustik besonders betroffen. Ihnen fällt es schwerer, unvollständig ankommende akustische Information zu kompensieren oder sich von Störgeräuschen nicht ablenken zu lassen. Nach Ergebnissen der Eingangsbefragung im Projekt »GanzOhrSein« fühlten sich jüngere Kinder und Kinder mit nichtdeutscher Erstsprache besonders vom Lärm gestört. Die Abschlussbefragung zeigte als Tendenz, dass sich die Projektaktivitäten für diese »benachteiligten« Gruppen besonders positiv auswirkten.

■ Kinder und Lehrkräfte bewerteten den werkstatorientierten Zugang, das heißt das Zusammenspiel von professioneller Anleitung, eigenem Erproben und Verbinden mit eigenen Inhalten, als lernförderlich, gerade für neue Wege. Durch die lernanstiftende Begegnung mit den Künstlern wurden Interesse und Engagement besonders geweckt. Die Lehrkräfte konnten durch den werkstatorientierten Zugang aus der Vielfalt der angebotenen Möglichkeiten selbstständig Elemente zur Zuhörförderung entwickeln – auf die jeweilige schulische Situation und auf sie selbst hin zugeschnitten.

■ Die Vorstellung eines eigenen Produkts erwies sich als kreativer Lernanreiz für die Schülerinnen und Schüler und eröffnete ihnen Zugänge zu neuen Fähigkeiten, beispielsweise dem Umgang mit Mikrofon oder digitalem Audioschnitt beim Erstellen eines Hörspiels oder dem Einsatz von Mimik, Gestik, Sprache oder auch von Gegenständen beim Erzählen. Die Vorstellung des Produktes, die Möglichkeit, eigene Themen und Inhalte umzusetzen in eine Radiosendung oder in eine vorgetragene

eigene Geschichte, half den Kindern und Jugendlichen, kreativ mit den Hürden auf dem Weg dorthin umzugehen, um möglichst nah an ihre Erwartungen heranzukommen. Dies wirkte positiv auf das Selbstwertgefühl und Selbstbewusstsein der Kinder und Jugendlichen.

■ Die Zusammenarbeit mit Künstlern und außerschulischen Experten nahmen die Lehrkräfte auch als Erweiterung ihrer professionellen Fähigkeiten wahr. Sie gewannen durch den Austausch häufig neue Sichtweisen auf ihre Schüler und stellten bei ihnen Fähigkeiten fest, für die es im Unterricht gewöhnlich wenig Platz gibt. Den Schülern gab das »Lernen am Modell« Qualitätsvorstellungen an die Hand und spornte sie an, diese Qualität in ihren Produkten zu erreichen – wie zum Beispiel in einer selbst entwickelten Geschichte. Dabei machten sie eindrücklich die Erfahrung, dass es sich lohnt sich anzustrengen.

Wie die dargestellten Ergebnisse und Erfahrungen zeigen, lohnt es sich für alle Beteiligten, Zuhören über das Potenzial des kulturellen Hörraums zu fördern. Dies gilt für alle Schularten und auch für den Kindergarten, wie die Ergebnisse aus dem Projekt »Ohren spitzen« belegen (vgl. Wirts, 2011). Die Anregungen zur Förderung des Zuhörens durch »Hören machen«, also der Ertrag der Projekte für den Alltag in Schule und Kindergarten, lassen sich auf alle Altersstufen anpassen, wie die Veröffentlichungen für die Praxis zeigen. Das Potenzial des kulturellen Hörraums bietet reiche Möglichkeiten für die Zuhörförderung im Alltag an Kindergärten und Schulen. Wenn die Beteiligten gemeinsam daran arbeiten, Zuhören zu fördern, wenn die »zuhörfreundliche Schule«, der »zuhörfreundliche Kindergarten« eine Leitidee werden, können Kindergarten und Schule einen wichtigen Beitrag dafür leisten, dass sich die Sprachfähigkeiten der Kinder und Jugendlichen, ihre Lernbedingungen und Bildungschancen sowie das soziale Miteinander verbessern. Eine Schülerin der dritten Klasse sagte bei einem unserer Interviews: »Wenn mir jemand nicht zuhört, dann fühlt man sich irgendwie ausgestoßen, so als ob du nicht da wärst.« Damit Kindergärten und Schulen als Stätten intensiver Begegnung, der Begegnung mit Inhalten, mit Wissen und vor allem der Begegnungen zwischen den beteiligten Menschen wahrscheinlicher werden, braucht es achtsames Zuhören der Lehrenden und der Lernenden; es braucht die Anerkennung der Förderung des Zuhörens als eine pädagogische Aufgabe.

Literatur

- Abel-Struth S (1985): Hören als musikpropädeutischer Lernvorgang. In: dies. (Hrsg.): Grundriss der Musikpädagogik. Mainz u. a., S. 193-209
- Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung (Hrsg.): Erzähl uns eine Geschichte. Anregungen zum Erzählen und Zuhören für Grundschule und Sekundarstufe. Dillingen: 2007 (zu beziehen über die Akademie für Lehrerfortbildung Dillingen, Kardinal-von-Waldburgstr. 6/7, 89401 Dillingen)
- Behne K E (2003): Hintergrundmusik: Wirkung und Wirkungslosigkeit von Musik. In: Huber L & Kahlert J (Hrsg.): Hören lernen. Musik und Klang machen Schule. Braunschweig, S. 49-55
- Berg D & Imhof M (1996): Zuhören lernen – Lernen durch Zuhören. In: Sedlak F (Hrsg.): Ich – Du – Wir. Persönlichkeitsentwicklung und Gemeinschaftsförderung. Wien u. a., S. 39-56
- Bergmann K (2000): Hör-Gänge. Konzeptionen einer Hörerziehung für den Deutschunterricht. Oberhausen.
- Bernius V & Gilles M (Hrsg.) (2004): Hörspaß. Über Hörclubs an Grundschulen. Göttingen
- Binder S, Hagen M, Kahlert J: GanzOhrSein. Anregungen für die Unterrichtspraxis. Braunschweig: Westermann-Verlag, Reihe Praxis Impulse 2007
- Borchert J (1998): Effektive Trainingsprogramme zur Erhöhung schulischer Aufmerksamkeit. Ein Überblick für Lehrkräfte in (Sonder-)Schulen. Sonderpädagogischer Kongress in Hannover

- Borisoff D, Purdy M (Hrsg.) (1991): Listening in Everyday Life. A Personal and Professional Approach. Lanham, MD
- Bormann V, Fuder G & Heinecke-Schmitt R (2003): Hörminderung und Sprachverständlichkeit bei Schülern in unterrichtstypischen Situationen. In: Hören in Schulen. Beiträge zur psychologischen Akustik. Oldenburg, S. 149-190
- Damasio A R (1999): Ich fühle, also bin ich. München
- Eckert H & Laver J (1994): Menschen und ihre Stimmen. Aspekte der vokalen Kommunikation. Weinheim
- Eckert H (2004): Die Wirkung der Stimme auf das Zuhören in der Schule. In: Grundschule 2/2004, S. 48-49
- Einsiedler W & Kirschhock E M (2003): Forschungsergebnisse zur phonologischen Bewusstheit. In: Grundschule, S. 55-57
- Fiehler R (Hrsg.) (1998): Verständigungsprobleme und gestörte Kommunikation. Wiesbaden
- Geißner H (1984): Über Hörmuster. Gerold Ungeheuer zum Gedenken. In: Gutenberg N (Hrsg.): Hören und Beurteilen. Gegenstand und Methode in Sprechwissenschaft, Sprecherziehung, Phonetik, Linguistik und Literaturwissenschaft. Frankfurt am Main, S. 13-56
- Greifenhahn L (1987): Zur Wirkung gesunder und gestörter Stimmen von Unterrichtslernern auf ihre Schüler während des Unterrichts. In: Krech E M, Stuttnert J, Stock E (Hrsg.): Ergebnisse der Sprechwirkungsforschung. Halle-Wittenberg, S. 209-212
- Gross P (1994): Die Multioptionsgesellschaft. Frankfurt am Main
- Grothe B (2000): Wie funktioniert das Hören? In: Huber L, Odersky E (Hrsg.): Zuhören – Lernen – Verstehen. Westermann: Braunschweig, S. 39-57
- Gruber H, Mandl H, Renkl A (2000): Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? In: Mandl H, Gerstenmaier J (Hrsg.): Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze. Göttingen u. a., S. 139-156
- Gruhn W (1998): Der Musikverstand. Neurobiologische Grundlagen des musikalischen Denkens, Hörens und Lernens. Hildesheim u. a.
- Hagen M, Huber L & Kahlert J (2004): Wie hört sich unsere Schule an? Den »Hörraum Schule« gestalten. In: Grundschule 2/2004, S. 41-42
- Hagen M (2006): Förderung des Hörens und Zuhörens in der Schule. Vandenhoeck & Ruprecht. Göttingen
- Hagen M, Hemmer-Schanze Ch, Huber L, Glück-Levi, M, Kahlert J (2006): Erzählen und Zuhören an Schulen. Abschlussbericht. http://www.zuhoeren.de/fileadmin/pdf/Evaluationsbericht_ErzaehlenundZuhoeren.pdf (Stand: 18.4.2012)
- Hagen M, Huber L (2010): Wie kann Zuhören gefördert werden? Ansatz und Erfahrungen aus Schulen und Kindergärten. In: Bernius V, Imhof M (Hrsg.): Zuhörkompetenz in Unterricht und Schule. Beiträge aus Wissenschaft und Praxis. Vandenhoeck & Ruprecht. Göttingen, S. 183-203
- Hagen M, Schönauer-Schneider W (2012): Was hat denn der Kompost mit Nord und Süd zu tun?
- Zuhören und Sprachverstehen als Hindernisse im Sachunterricht. In: Sache Wort Zahl (im Druck)
- Hagen M, Huber L & Kahlert J (2004): Wie hört sich unsere Schule an? Den »Hörraum Schule« gestalten. In: Grundschule 2/2004, S. 41-42
- Heilmann Ch M (1994): Welche Stimme hat Erfolg? Forum Logopädie, 1, S. 13-16.
- Heitmeyer W (1995): Gewalt. Schattenseiten der Individualisierung bei Jugendlichen aus unterschiedlichen Milieus. Weinheim u. a.
- Hellbrück J (1993): Hören. Physiologie, Psychologie und Pathologie. Göttingen.
- Hellbrück, J.; Fischer, M. (1999): Umweltpsychologie. Ein Lehrbuch. Vandenhoeck & Ruprecht. Göttingen
- Henninger M. & Mandl H (2003): Zuhören – verstehen – miteinander reden. Ein multimediales Kommunikations- und Ausbildungskonzept. Bern u. a.
- Imhof M (2001): How to listen more efficiently. Self-monitoring strategies in listening. In: International Journal of Listening 15, S. 2-19
- Imhof M (2003): Zuhören. Psychologische Aspekte auditiver Informationsverarbeitung. Göttingen
- Imhof M (2004): »Hör doch einfach zu!« Von der Schwierigkeit, Zuhören zu lernen und zu lehren. In: Grundschule 2/2004, S. 34-35
- Jörg S (2000): Der erste Sinn. Von der Bedeutung des Hörens in der Entwicklung des Kindes. In: Huber L, Odersky E (Hrsg.): Zuhören – Lernen – Verstehen. Westermann: Braunschweig, S. 72-80
- Kahlert J (2000): Der gute Ton in der Schule. Überlegungen zum pädagogischen Stellenwert des Zuhörens in der akustisch gestalteten Schule. In: Huber L & Odersky E (Hrsg.): Zuhören – Lernen – Verstehen. Braunschweig, S. 7-25
- Kahlert J, Lieber G, Binder S (2006) (Hrsg.): Ästhetisch bilden. Begegnungsintensives Lernen in der Grundschule. Westermann: Braunschweig
- Klatte M, Meis M & Schick A (2002): Lärm in Schulen. Auswirkungen auf kognitive Leistungen von Kindern. In: Huber L, Klatte M & Kahlert J (Hrsg.): Die akustisch gestaltete Schule. Auf der Suche nach dem guten Ton. Göttingen, S. 19-43
- Klatte M, Meis M, Nocke Ch & Schick A (2004): Lernumwelt = Lärmumwelt? Akustische Bedingungen in Schulen und ihre Auswirkungen auf das Lernen. In: Grundschule 2, S. 38-40
- Landeszentrale für Gesundheit in Bayern (Hrsg.) (2002): Olli Ohrwurm und seine Freunde. Schule des Hörens für Kinder. München
- Lauth, Gerhard & Knoop, Michael (1998): Konzeption von Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen aus der Sicht des Lehrers. In: Heilpädagogische Forschung, 24/1, S. 21-28
- Nienkerke-Springer A. (1997): Zur Prävention von Stimmstörungen – oder: Ist es Luxus, eine gesunde Stimme zu haben? Untersuchung des »Phänomens Stimme« im sozial-kommunikativen Prozess. In: Die Sprachheilarbeit, 42/5, S. 209-220
- Oehmichen E (2002): Aufmerksamkeit und Zuwendung beim Radiohören – Ergebnisse einer Repräsentativbefragung in Hessen. In: Zuhören e.V. (Hrsg.): Ganz Ohr. Interdisziplinäre Aspekte des Zuhörens. Göttingen, S. 85-108
- Oerter R (2000): Implizites Lernen beim Sprechen, Lesen und Schreiben. In: Unterrichtswissenschaft, 28/3, S. 230-256
- Oksaar E (1989): Problematik im interkulturellen Verstehen. In: Matusche P (Hrsg.): Wie verstehen wir Fremdes? Aspekte zur Klärung von Verstehensprozessen. München, S. 7-19
- Papoušek M (1994/1995): Vom ersten Schrei zum ersten Wort. Bern
- Pöppel E (2000): Drei Welten des Wissens. Koordinaten eines Wissenserwerbs. In: Maar, Ch., Obrist, H.U.
- Pöppel E (Hrsg.): Weltwissen – Wissenswelt. Köln, S. 21-39
- Roos Ulrike (2002): Akustisch gestaltete Schule. In: Huber L, Kahlert J & Klatte M (Hrsg.): Die akustisch gestaltete Schule. Auf der Suche nach dem guten Ton. Göttingen. S. 172-189
- Roth G (2001): Fühlen, Handeln, Denken. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert. Frankfurt am Main
- Schick A (1997): Entwicklung und Stand der psychoakustischen Forschung. In: Blomann K-H, Sielecki F (Hrsg.): Hören. Eine vernachlässigte Kunst. Hofheim, S. 47-73
- Schick A, Klatte M & Meis M (1999): Die Lärmbelastung von Lehrern und Schülern – ein Forschungsstandbericht. In: Zeitschrift für Lärmbekämpfung 46/3, S. 77-87
- Schönwälder H-G, Berndt J, Ströver F & Tiesler G (2004): Lärm in Bildungsstätten. Ursachen und Minderung. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Fb 1030. Dortmund u. a.
- Schriever F (2002): Zuhören allein genügt nicht. In: Sache – Wort – Zahl 30(43), S. 4-8
- Slembek E (1997): Mündliche Kommunikation – interkulturell. Reihe: Sprechen und Verstehen. Schriften zur Sprechwissenschaft und Sprecherziehung. St. Ingbert
- Spitzer M (2000): Geist im Netz. Modelle für Lernen, Denken, Handeln. Heidelberg, Berlin
- Spitzer M (2002): Musik im Kopf. Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk. Stuttgart u. a.
- Spreng M (2002): Die Wirkung von Lärm auf die Sprachentwicklung des Kindes. In: Huber L, Kahlert J & Klatte M (Hrsg.): Die akustisch gestaltete Schule. Auf der Suche nach dem guten Ton. Göttingen., S. 43-60
- Stierlin L & Schulz von Thun F (2000): Zur Psychologie des guten Zuhörens. In: Huber L & Odersky E (Hrsg.): Zuhören – Lernen – Verstehen. Braunschweig, S. 26-38
- Stoffel R M (1978): Hören, Zuhören und Zuhörtraining aus sprechwissenschaftlicher Sicht. In: Lotzmann G (Hrsg.): Aspekte auditiver, rhythmischer und sensorischer Diagnostik. München, Basel, S. 54-69
- Wermke J (2001): Zuhören als Gewaltprävention. Ein Beitrag ästhetischer Erziehung zur sozialen Kompetenz. In: Wermke J (Hrsg.): Hören und Sehen. Beiträge zu Medien- und Ästhetischer Erziehung. München, S. 41-58
- Wirts C (2011): Kurzbericht Evaluation »Ohren spitzen«. In: Stiftung Zuhören, Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und -didaktik, Staatsinstitut für Frühpädagogik (Hrsg.): Ohren spitzen. Hör- und Sprachschatzordner, S. 79-83

Extra-aurale Lärmwirkungen im Büroumfeld



Markus Meis (li.),
Hörzentrum Oldenburg



Karin Klink (re.),
Hörzentrum Oldenburg



Christian Nocke (li.),
Akustikbüro Oldenburg



Gerrit Höfker (re.),
Hochschule Bochum

Unerwünschter Schall wird als Lärm bezeichnet und ist der am meisten beklagte Missstand an modernen Büroarbeitsplätzen. Vor allem Beschäftigte in Großraumbüros klagen über häufige Ablenkung und Störungen bei Arbeitsabläufen aufgrund schlechter raumakustischer Bedingungen. Aber auch in kleineren Gruppenbüros kann unerwünschter Schall zum Problem werden. Größter Störfaktor ist in beiden Fällen die Sprache. Die wachsende Kommunikationsdichte, gepaart mit steigenden Anforderungen an die Kreativität der Mitarbeiter, und eine hohe Arbeitsintensität erfordern einen ständigen Wechsel zwischen kommunikativem Austausch und konzentriertem Arbeiten. Eine der zentralen Fragen der Büroeinrichtungsplanung lautet somit, wie an jedem einzelnen Arbeitsplatz, gute Bedingungen für die verschiedenen Formen der Arbeit geschaffen werden können. Anders als es die einschlägigen Normen und Richtlinien zur Gestaltung von Arbeitsplätzen vermuten lassen, greift die ausschließliche Reduktion des Schallpegels und der Nachhallzeit hier zu kurz. Hier müssen insbesondere die Kriterien der Sprachverständlichkeit als Einflussvariable auf die kognitive Leistungsfähigkeit berücksichtigt werden.

Es werden in diesem Beitrag extra-aurale Schallwirkungen beschrieben, einschlägige Untersuchungen zitiert und nachfolgend Lösungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Situation für die Mitarbeiter skizziert. Viele Passagen dieser Überblicksarbeit sind einer Fachschrift von Meis & Klink (2010b) entnommen.

Extra-aurale Wirkungen

Eine längerfristige Lärmbeschallung kann zu einer Schwerhörigkeit führen. Derart direkte Auswirkungen des Lärms werden als aurale Wirkungen (aural: das Ohr/Gehör betreffend) bezeichnet. Aurale Lärmwirkungen können schon ab einem Schalldruckpegel von 80 dB(A) (Meis & Klink 2010a) auftreten, weshalb länger andauernder Lärm diesen Pegels laut der Lärm- und Vibrationsarbeitsschutzverordnung (LärmVibrations-ArbSchV, 2008) als gesundheitsgefährdend eingestuft wird. Ab diesem Pegel sind sensorineurale Hörschäden – also Schädigungen am Hörnerv oder den Haarzellen – möglich, die zur Schallempfindungsschwerhörigkeit führen können. Aber auch niedrigere Lärmpegel zwischen 40 und 70 dB(A), wie sie in Büroumgebungen anzutreffen sind, sind für die Mitarbeiter im Büroalltag von Bedeutung, da auch hier Lärmwirkungen nachweisbar sind. Die nicht direkten Schallwirkungen werden als extra-

aurale Wirkungen bezeichnet und umfassen sowohl Auswirkungen auf körperliche Vorgänge (vegetative Wirkungen) als auch Beeinträchtigungen der psychischen Verfassung (psychische Wirkungen).

Zu den extra-auralen Wirkungen (vgl. Meis & Klink, 2010b) gehören z.B.:

- Belästigung/Störung (»Annoyance«)
- Befindlichkeitsstörungen, Gereiztheit, Nervosität, Erschöpfung
- Verändertes Kommunikationsverhalten (Rückzug, weniger Interaktionen)
- Leistungsminderungen wie erhöhte Fehlerhäufigkeit, geringere Merkspanne, veränderte Arbeitsabläufe (Unterbrechungen), mangelndes Textverständnis und geringere Problemlösefähigkeit
- Nächtliche Schlafstörungen
- Psychophysiologische Aktivierungen (Hormonausschüttungen), körperliche Verspannungen, Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems, Minderung der Infektabwehr etc.

Das vegetative, die Körperfunktionen regulierende System ist meist ab einem Lärmpegel von 60 dB(A) betroffen, während Einflüsse auf die psychische Verfassung schon ab einem Lärmpegel von 30 dB(A) auftreten können. Neben psychophysiologischen Wirkmodellen (vgl. Maschke, 2000) sind psychologische Stressmodelle (Lazarus & Folkman, 1984) und kognitionspsychologische Modelle (z.B. Schlittmeier, & Hellbrück, 2009) als Erklärungsansatz für die extra-auralen Lärmwirkungen heranzuziehen.

Belästigungsreaktionen

Wenn viele Menschen in unmittelbarer Nähe zueinander arbeiten, wie das vor allem in Mehrpersonen- oder Großraumbüros der Fall ist, treten Störungen und Belästigungen durch verschiedene Umweltfaktoren am Arbeitsplatz besonders deutlich zutage. Zahlreiche Befragungen und Untersuchungen aus verschiedenen Ländern haben sich bereits mit dieser Problematik beschäftigt.

Eine sehr große, über viele Jahre angelegte Befragung von 23.450 Teilnehmern aus rund 140 Bürogebäuden stammt aus den USA (Jensen Arens & Zagreus, 2005). Die Befragung hatte zum Ziel, neben allgemeinen Fragen zur Zufriedenheit mit dem Arbeitsplatz (dem Gebäude, dem Layout, den Möbeln etc.) auch die Wirkung der Umweltfaktoren Temperatur, Luftqualität, Lichtverhältnisse und Akustik auf die Zufrie-

denheit und Gesundheit der Mitarbeiter zu erfassen. Im Bereich Akustik wurde dabei zwischen Zufriedenheit mit dem Lärmpegel und mit der akustischen Privatsphäre, also der Privatheit von eigenen Gesprächen, unterschieden. Auswertungen ergaben, dass der als Lärm bewertete Schall in Büroräumen als die größte Quelle von Belästigung und Störung angesehen werden konnte, gefolgt von Temperatur und Luftqualität. Die mangelhafte Akustikqualität war dabei jedoch nicht auf den eigentlichen Lärmpegel zurückzuführen, sondern hauptsächlich auf fehlende akustische Privatsphäre; die Teilnehmer fühlten sich bei ihren eigenen Gesprächen »belauscht« und bewerteten die Akustik deswegen als schlecht. Die Zufriedenheit mit der Akustikqualität war zudem vom Bürotyp abhängig: Mitarbeiter aus partitionierten Büros waren deutlich weniger mit der Privatsphäre zufrieden als Mitarbeiter aus nichtpartitionierten Großraumbüros. Ebenso Bürotyp-abhängig war auch die Beurteilung der Störwirkung von Lärm: mindestens 55 % der Angestellten in partitionierten Büros gaben an, dass sich die Akustikqualität störend auf die Ausübung ihrer Arbeit auswirkte, während es in Großraumbüros 45 % und in Einzel- und kleinen Mehrpersonnbüros nur 25-35 % waren. Als größte Quellen für Unzufriedenheit gaben die Mitarbeiter, abhängig vom Raumtyp, fremde Telefongespräche (64-82 % der Angestellten), mangelnde Privatsphäre eigener Gespräche (59-82 %) und Gespräche aus Nachbarbüros (59-79 %) an.

Ähnliche Ergebnisse lieferte auch eine große Studie aus Dänemark (Pejtersen, Allermann, Kristensen et al., 2006), welche die Wahrnehmung verschiedener Umweltfaktoren (Luft, Temperatur, Lärm, Licht), das Auftreten von Krankheitssymptomen und die Beurteilung verschiedener psychosozialer Faktoren (Arbeitsanforderungen, Motivation, Wohlbefinden etc.) von rund 2.300 Teilnehmern aus 22 Bürogebäuden betrachtete. Das Ausmaß der Belästigung stieg dabei nahezu linear mit der Anzahl der Mitarbeiter in einem Büro an: während nur 6 % der Teilnehmer aus Einzelbüros sich vom Lärm im eigenen Büro belästigt fühlten, waren es bei Mitarbeitern aus Großraumbüros (mit mehr als 28 Personen) über 60 %.

Wie wirken sich verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der Akustikqualität auf die Belästigung durch Lärm aus? Finnische Forscher (Helenius & Hongisto, 2004) untersuchten die Wirksamkeit von geplanten akustischen Verbesserungen in einem Großraumbüro in einem Vorher-Nachher-Vergleich der Belästigung durch verschiedene Umweltbedingungen. Die durchgeführte Befragung fand vier Monate vor und ein Jahr nach dem Umbau statt. Sowohl vor als auch nach der Maßnahme stellte der Lärm im Büro (Durchschnittspegel 48 dB(A)) die größte Störquelle dar, gefolgt von der Temperatur und den Lichtbedingungen. Die größte Belästigung ging dabei zu beiden Befragungszeitpunkten von Sprache und Lachen in der Nähe des eigenen Arbeitsplatzes aus, gefolgt von Telefonklingeln (lassen), Gehgeräuschen aus den Fluren und Sprache und Lachen aus anderen Büros. Nach Durchführung der umfangreichen, kombiniert durchgeführten akustischen Maßnahmen (Geräuschmaskierung, Installation von Absorbern, Besprechungsiseln) sank der Anteil der Mitarbeiter, die sich durch verschiedene Lärmquellen belästigt fühlten. Im Vorher-Nachher-Vergleich (N=69/N=45) konnte der Anteil hoch belästigter Mitarbeiter in den Bereichen »Sprache und Lachen in der Nähe« und »Telefonklingeln (lassen)« um 16-18 % reduziert werden. Das Maskierungssystem selbst (36-42 dB(A)) führte dabei zu marginalen Belästigungswirkungen, die mit denen einer raumlufttechnischen Anlage vergleichbar waren.

Als größte und am meisten störende Lärmquellen werden oft Sprache (Gespräche und Telefongespräche) und Telefonklingeln (lassen) identifiziert (Jensen Arens & Zagreus, 2005; Pejtersen, Allermann, Kristensen et al., 2006; Helenius & Hongisto, 2004; Haapakangas, Helenius,

Keskinen & Hongisto, 2008; Banbury & Berry, 2005; Helenius, Keskinen, Haapakangas & Hongisto, 2007; Hongisto, 2008; Sailer & Hassenzahl, 2000; Sundstrom, Twon, Rice, Osborn, & Brill, 1994). Die störendsten Eigenschaften des Lärms sind bei Sprache der Informationsgehalt und die Unkontrollierbarkeit, während bei Bürogeräten die Unkontrollierbarkeit und Unvorhersehbarkeit des Lärms eine große Rolle spielen (Sailer & Hassenzahl, 2000).

Dass die Auswirkungen von Bürolärm und Sprache nicht immer deutlich zutage treten, liegt vermutlich daran, dass viele Betroffene Strategien zur Vermeidung oder Bewältigung von lärmbedingten Problemen entwickelt haben, wie z.B. die Verlagerung der Arbeitszeit oder des Arbeitsplatzes auf weniger problematische Zeiten oder Orte, eine höhere eigene Anstrengung während der Arbeit oder Diskussion der Lärmprobleme mit Kollegen bzw. der Betriebsleitung (Helenius & Hongisto, 2004; Helenius, Keskinen, Haapakangas & Hongisto, 2007; Hongisto, 2008). Die deutlichste – und zugleich einfachste – »Copingstrategie« von Mitarbeitern aus Einzelbüros besteht oft darin, die Tür zu ihrem Büro zu schließen (Hongisto, 2008).

Arbeitszeiten und Produktivität

Der von den Arbeitnehmern selbst geschätzte Arbeitszeitverlust, der durch Lärm im Büro verursacht wird, wird individuell sehr unterschiedlich bewertet. In einem (finnischen) Großraumbüro (Pejtersen, Allermann, Kristensen et al., 2006) wurden an einem typischen Arbeitstag im Mittel zwischen 28 und 34 Minuten (Schwankungsbreite zwischen 0 und über 90 Minuten; N=45 bis 69) als Arbeitszeitverlust angegeben.

Insgesamt ist der geschätzte tägliche Arbeitszeitverlust von Mitarbeitern in Einzelbüros signifikant kleiner als der von Mitarbeitern aus Großraumbüros (Haapakangas, Helenius, Keskinen & Hongisto, 2008): in Einzelbüros werden Durchschnittswerte von 12 Minuten erreicht (181 Befragte), in Großraumbüros hingegen steigt der Wert auf 21,5 Minuten (508 Befragte). Zudem steigt der Zeitaufwand für die Bearbeitung von Verwaltungsaufgaben (geminderte Leistungseffizienz) mit Lärm (70-80 dB(A)) im Vergleich zur Ruhe (Ising, Sust & Rebentisch, 1996). Aber nicht nur der gesamte tägliche Arbeitszeitverlust spielt eine Rolle, auch individuelle Unterbrechungen der Arbeit können stark belästigend wirken und sogar zu Stress führen. Als häufigste Quelle von Arbeitsunterbrechungen wurde in einer aktuellen Studie aus der Schweiz das Ansprechen durch Personen genannt (tägliche bis mehrmals tägliche Unterbrechungen bei 70,3 % der Befragten), gefolgt von »Telefonaten anderer«, »vorbeilaufenden Personen« und »Gesprächen anderer im Raum« (Amstutz et al., 2010). Bei Gesprächen und Telefonaten anderer gab es signifikante Unterschiede zwischen den Bürotypen, wobei in Einzelbüros 9 % der Mitarbeiter sich durch Gespräche anderer im Raum gestört fühlten, während es in Büros mit mehr als 50 Personen 68,5 % waren. Bei Störungen durch Telefonate lag der Prozentsatz zwischen 25,7 % (Einzelbüros) und 61,4 % (Büros mit mehr als 50 Personen). Der tägliche Arbeitszeitverlust durch Ansprechen betrug bei rund 38 % der Befragten mehr als 10 Minuten täglich.

Auswirkungen von Lärm auf kognitive Leistungen

Bürolärm wirkt sich nicht nur wenig belästigend auf leichte, routinierte, vorwiegend praktische Tätigkeiten aus, auch die Arbeitsleistung der Mitarbeiter wird bei diesen Tätigkeiten meist nicht signifikant durch Bürolärm beeinträchtigt.

Bei etwas schwierigeren Aufgaben, die das Arbeitsgedächtnis stärker beanspruchen, tritt die Auswirkung von Bürolärm häufiger zutage. In mehreren Untersuchungen, die das Merken von Text-, Zahlen- oder Buchstabenreihen (»serial recall«) beinhalteten, verschlechterte Bürolärm mit und ohne Sprache signifikant die Merkleistung verglichen mit Ruhe (Banbury & Berry, 1997, 1998; Bell & Buchner, 2007; Furnham & Strbac, 2002; Schlittmeier & Hellbrück, 2009), lediglich in zwei Experimenten konnte kein Unterschied zwischen der Merkleistung von Teilnehmern in Bürolärm ohne Sprache und in Ruhe festgestellt werden (Banbury & Berry, 1998; Kristiansen, Mathiesen, Nielsen et al, 2009).

Komplexe Tätigkeiten werden am meisten durch Bürolärm beeinflusst. Schon vor rund 20 Jahren wurde festgestellt, dass Geräusche mittlerer Intensität (bis 85 dB(A)) sich störend auf Bürotätigkeiten auswirken und dass Beeinträchtigungen durch Bürolärm bei hohen Aufgabenanforderungen bereits bei Geräuschpegeln von 50 dB(A) auftreten können. Vor allem, wenn viele Informationen aufgenommen, gespeichert oder beurteilt werden müssen und/oder unter Zeitdruck gearbeitet wird, hat die Anwesenheit von Bürolärm negative Auswirkungen auf die Entscheidungszeiten, die gespeicherte Informationsmenge und die Fehlerraten (Sust, 1989). Auch Erkenntnisse aus Großbritannien (Furnham & Strbac, 2002) bestätigen, dass Bürolärm bei kognitiv anspruchsvollen Tätigkeiten (z.B. einen Text lesen und Fragen zum Inhalt beantworten) zu einer signifikanten Reduzierung der Arbeitsleistung führen kann: Die gestellte Aufgabe erforderte sowohl die Informationsaufnahme (Text lesen und verstehen) als auch die Informationsspeicherung und die Informationsbeurteilung (korrekte Auswahl der möglichen Antworten auf die Fragen). Teilnehmer, die Bürolärm ausgesetzt waren, konnten signifikant weniger Fragen korrekt beantworten als Teilnehmer in einer Ruhebedingung. Aber auch Aufgaben, welche die eigene Kreativität erfordern, können negativ durch (informationshaltigen) Lärm beeinflusst werden. Forscher aus Kanada (Loewen & Sudfeldt, 1992) wiesen die Teilnehmer ihrer Studie an, vorhandene Satzanfänge zu ergänzen und weitere 3-4 Absätze zum gleichen Thema zu schreiben. Teilnehmer, die während der Aufgabe Bürolärm (54 dB(A)) ausgesetzt waren, bewältigten die Aufgabe signifikant schlechter als Teilnehmer, die unter maskiertem Bürolärm (61 dB(A)) oder unter Ruhe arbeiteten.

Bereits in mehreren Studien konnte der Einfluss von Sprache auf die Arbeitsleistung beobachtet werden (Banbury & Berry, 1997, 1998). Der negative Effekt des sprachlichen Störschalls wird in Fachkreisen als »Irrelevant Sound Effect« ISE (früher: »Irrelevant Speech Effect«) bezeichnet. Demnach führen Sprachschalle oder sprachähnliche Schalle zu Leistungseinbußen des Arbeitsgedächtnisses. Bei diesem Effekt ist Verstehen der Sprache nicht zwingend erforderlich; auch eine unbekannt Fremdsprache hat abträgliche Effekte.

Eine Forschergruppe aus Eichstätt und Aachen (Schlittmeier, Hellbrück, Thaden et al., 2008) untersuchte bei 20 Versuchsteilnehmern den Einfluss von gut und schlecht verständlicher Sprache zweier unterschiedlicher Pegel auf die Fehlerrate und die Belästigung während verschiedener bürotypischer Arbeiten. Die Forscher fanden heraus, dass der Pegel der Sprache (35 bzw. 55 dB(A)) zwar einen großen Einfluss auf das Ausmaß der Belästigung hatte, eine Pegelreduktion allein (bei gleich hoher guter Sprachverständlichkeit) jedoch zu keiner signifikanten Senkung der Fehlerrate führte. Erst eine Reduktion der Sprachverständlichkeit konnte die Fehlerrate signifikant senken. Auf das Arbeitsgedächtnis wirkt somit hauptsächlich nicht der Schallpegel, sondern

– so könnte man vermuten – die (potenzielle) Informationshaltigkeit. Allerdings führen auch unbekannt Fremdsprachen oder sprachähnliche Musikschalle zu Leistungseinbußen des Arbeitsgedächtnisses (Banbury & Berry, 1997, 1998; Furnham & Strbac, 2002; Schlittmeier & Hellbrück, 2009). Diese Störwirkung ist auf die spekro-temporale Struktur des Sprach- oder Musikschalls zurückzuführen, die dazu führt, dass der Hintergrundschall automatisch zum kognitiven System Zugang erhält. Dort bindet seine obligatorische Verarbeitung entweder Ressourcen, die der eigentlichen Aufgabe dann nicht mehr zur Verfügung stehen – oder der Hintergrundschall interferiert direkt mit der Aufgabenbearbeitung. Grundsätzlich festzuhalten ist, dass Bürolärm auch bei niedrigen Pegeln leistungsmindernd wirken kann, und zwar schon ab ca. 35 dB(A).

Es gibt Situationen, in denen Sprache sowohl als Störschall als auch als Nutzschall fungieren kann. Das ist z.B. in einer Zuhörsituation der Fall, in der eine weitere Sprachquelle im Hintergrund vorhanden ist. Die Sprache des Gesprächspartners ist der Nutzschall, die Hintergrundsprache der Störschall.

Wie groß die Auswirkung des Nutz- und Störschalls ist, hängt dabei von der Akustik des Raums ab. Um herauszufinden, inwieweit unterschiedliche Zuhörsituationen (Halligkeit, Sprachverständlichkeit) in Besprechungs- und Schulungsräumen die kognitive Leistungsfähigkeit beeinträchtigen, wurden von der Oldenburger Forschergruppe (Klatte, Lachmann & Meis, 2010) Untersuchungen in einem Raum mit umschaltbarer »virtueller« Akustik durchgeführt. In einem vergleichsweise »trockenen«, akustisch optimalen Raum (mit ca. 0,5 Sekunden Nachhallzeit) führte die Anwesenheit von unbekannter dänischer Sprache (Störschall 55 dB(A)) zu einer signifikanten Verschlechterung der Leistung des Arbeitsgedächtnisses bei der Wiedergabe von akustisch präsentierten Wortfolgen (Nutzschall) relativ zur Ruhebedingung, während Hintergrundgeräusche ohne Sprache (54 dB(A)) keine Leistungsver schlechterungen bewirkten. Nach der Umstellung der Akustik auf einen vergleichsweise schlechten Wert (halliger Raum mit ca. 1,1 Sekunden Nachhallzeit) führte sowohl die Sprache als Störschall (57 dB(A)) als auch das Hintergrundgeräusch ohne Sprache (57 dB(A)) zu einer signifikanten Leistungsver schlechterung. Die Verschlechterung der Leistung im »halligen« Raum war signifikant größer als im »trockenen« Referenzraum.

Da die Hintergrundgeräuschpegel in der »trockenen« und der »halligen« Akustik ähnlich waren, ist die starke Absenkung der kognitiven Leistungen vor allem auf die Wirkung des Nachhalls zurückzuführen. Zwar stört auch die zusätzlich präsentierte Sprache (also der Störschall), jedoch hat besonders der »hallige« Raum einen großen Einfluss auf die (Nutz-)Sprache: Beim Verstehen sprachlicher Information führt eine Verhallung der (Nutz-)Sprache zur einer erhöhten Höranstrengung, sodass weniger Ressourcen für das Speichern und Verarbeiten der Informationen selbst zur Verfügung stehen.

Gesundheit und Stresswirkungen

Schon länger ist bekannt, dass Lärm aus Industrie und Verkehr verschiedene Stressreaktionen wie Hormonfreisetzung, Störung des Herz-Kreislauf-Systems, Verringerung der Magensaft- und Speichelproduktion, Pupillenerweiterung, Stoffwechselsteigerung, kurzfristigen Blutzuckeranstieg oder Atemfrequenzänderungen auslösen kann (z.B. Ising, Sust & Rebentisch, 1996; Maschke, 2000). Bei Studien, in denen der Lärmpegel am Arbeitsplatz zwischen 70 und 95 dB(A) lag, konnte oft ein Anstieg

des systolischen und diastolischen Blutdrucks, eine Steigerung der Herzschlagfrequenz und teilweise auch eine vermehrte Konzentration von Cortisol und anderen Hormonen beobachtet werden (Schust, 1995). Die Geräusche variierten in diesen Studien jedoch stark und reichten von reinen Tönen über Rauschen bis zu Straßenverkehrs- und Fluglärm. Auch die Dauer des Lärms schwankte zwischen 5 und 120 Minuten. Für eine Bewertung des Lärms im Büro sind solche Studien jedoch nicht aussagekräftig genug, da zum einen der Pegel und zum anderen auch die Dauer des Lärms nicht der typischen Bürosituation entspricht.

Aber auch Lärm am Arbeitsplatz im Büro kann Auswirkungen auf physiologische Vorgänge haben. Forscher aus den USA (Evans & Johnson, 2000) untersuchten den Einfluss von Bürolärm auf den Pegel der Stress- bzw. Steroidhormone Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol im Urin von jeweils 20 Teilnehmern nach dem Ende einer dreistündigen Bürositzung. Sie fanden heraus, dass Teilnehmer, die während der simulierten Büroarbeit einem mittleren Bürolärmpegel von 55 dB(A) ausgesetzt waren, einen signifikant höheren Spiegel an Adrenalin aufwiesen als Teilnehmer in der lärmfreien Situation, während sich die Werte von Noradrenalin und Cortisol zwischen beiden Gruppen nicht unterschieden. Der Bürolärm schien auf routinierte Tätigkeiten (gemessen als Tippgeschwindigkeit) selbst hingegen keinen Einfluss zu haben. Hingegen beobachteten die Forscher, dass Teilnehmer in der Bürolärsituation nur halb so häufig ergonomische Änderungen ihrer Körperhaltung am Arbeitsplatz durchführten (durch Anpassung ihres Stuhls, des Monitors, der Tastatur etc.) wie Teilnehmer der Kontrollgruppe. Der Grund könnte unter Umständen eine durch Lärm verursachte Anspannung der Muskulatur sein. Die hieraus resultierende mangelnde Bewegung stellt einen Risikofaktor bei der Entstehung von Skelettmuskelerkrankungen dar (Evans & Johnson, 2000).

Eine Arbeitsgruppe aus Dänemark (Kristiansen, Mathiesen, Nielsen et al., 2009) untersuchte ebenfalls die Wirkung von Lärm (Pegel 65 dB(A)) auf verschiedene Körperfunktionen (Herzrate, Blutdruck, Cortisolspiegel etc.). Weder die Herzrate noch andere Herz-Kreislauf-Funktionen wurden vom Bürolärm beeinflusst. Auch der Cortisolspiegel im Blut wurde nicht durch die Anwesenheit von Bürolärm beeinflusst. Allein der diastolische Blutdruck zeigte eine bürolärmbedingte Absenkung um 4 %, sodass insgesamt betrachtet die psychophysiologischen Wirkungen hier als vernachlässigbar anzusehen sind.

Insgesamt betrachtet ist allerdings die lärmmedizinische Befundlage zu uneindeutig, um chronische, gesundheitlich schädigende Wirkungen durch moderaten Bürolärm zu belegen.

Technische Maßnahmen gegen unerwünschten Schall

Lärm, d.h. vor allem Sprache, am Arbeitsplatz lässt sich nicht vollständig vermeiden. Um den entstehenden Lärm zu minimieren, können neben leiseren Bürogeräten auch Maßnahmen zur Absorption oder Abschirmung von Schall oder zur Schallmaskierung getroffen werden. Eine ausführlichere Darstellung der folgenden technischen Maßnahmen findet sich bei Hilge & Nocke (2009).

Schallabsorption

Als Schallabsorption wird die Dämpfung der Schallausbreitung durch eine Umwandlung der Schallenergie in eine andere Energieform, z.B. Wärme oder Bewegung, bezeichnet (Dämpfung nicht zu verwechseln mit der Dämmung des Schalls durch massive Bauteile, z.B. Wände). Der

Schallabsorptionsgrad ist dabei ein Maß für die Absorptionsfähigkeit von Materialien. Ein Schallabsorptionsgrad von 1 bedeutet vollständige Absorption, ein Absorptionsgrad von 0 weist auf vollständige Reflexion des Schalls hin. Der Absorptionsgrad ist zudem von der Frequenz des auftreffenden Schalls abhängig; für die Absorption tiefer Frequenzen sind große Aufbaustärken poröser Materialien wie Glaswolle oder Schaumstoff (auch poröse Absorber genannt) notwendig, oder Aufbauten, die aufgrund eines eingeschlossenen Luftvolumens oder einer schwingenden Oberfläche als sogenannte Resonanzabsorber genutzt werden können. Für hohe Frequenzen eignen sich dünnere Mineralfasern, hochflorige Teppichböden und schwere Vorhänge.

Schallabsorber können in Büros an verschiedenen Stellen positioniert werden. Häufig sind schallabsorbierende Materialien großflächig in die Deckengestaltung integriert, können kleinflächiger aber auch als Deckensegel oder an den Deckenkanten installiert sein. Neben Decken sind auch Wände bevorzugte Einsatzorte von Schallabsorbieren; als kleinflächige Variante kommen auch Wandpaneele zum Einsatz. Zudem können textile Bodenbeläge aufgrund ihrer porösen Struktur zur Schalldämpfung eingesetzt werden. Als weitere Möglichkeit können schallabsorbierende Materialien auch in Einrichtungsgegenstände (Stellwände, Schränke, Heizkörper oder sogar Leuchten und Bilder auf Leinwand) integriert werden.

Schallschirmung

Schall breitet sich von einer Schallquelle in der Regel gleichmäßig in alle Richtungen aus. Um die Schallausbreitung in eine bestimmte Richtung, z.B. zum Sitznachbarn, zu minimieren, können um die Schallquelle Schallschirme – in Form von Stellwänden, Schränken, Schreibtischaufsätzen oder Ähnlichem – positioniert werden, die eine direkte Schallübertragung von der Schallquelle zum Empfänger unterbrechen. Bei einer indirekten Schallübertragung, z.B. durch Reflexionen an Decken und Wänden, erweist sich die Schallschirmung hingegen als wenig wirksam.

Schallmaskierung

Kann der entstehende Schall nicht ausreichend absorbiert oder abgeschirmt werden, kann eine akustische Überdeckung des Geräusches sinnvoll sein. Zur Maskierung von Schall wird oft ein informationsloses, gleichmäßiges Geräusch – oft ein Rauschen – verwendet, welches den von Gesprächen oder Bürogerätschaften verursachten Lärm überdecken soll. Während frühe Versuche die vorhandene Geräuschkulisse der Lüftungsanlagen nutzen, wird bei der modernen Schallmaskierung eher eine direkte Einspielung informationsloser Geräusche mit einer speziell abgestimmten Frequenzcharakteristik bevorzugt. Aber auch verschiedene Arten von Musik (siehe Maskierung mit Rauschen und Musik) sind als Maskierer im Gespräch.

Zusammenfassung

Im Bereich des beruflichen Lärmschutzes werden vornehmlich Schallpegel von mehr als 80 dB(A) Dauerbelastung, der unteren Auslöseschwelle für das Tragen von Gehörschutz, betrachtet. Doch neben diesen direkten auralen Effekten sind im Büroumfeld als Folge der Lärmeinwirkung vornehmlich extra-aurale Effekte durch zumeist deutlich geringere Lärmpegel zu erwarten. Extra-aurale Effekte betreffen nicht das periphere Hörvermögen, sondern werden durch intrapsychische, psychophysiologische und kognitive Prozesse vermittelt. In einem Literaturüberblick der letzten 20 Jahre zu den Schall- und Lärmwirkungen im Büroumfeld (Meis & Klink, 2010a) zeigte sich, dass extra-aurale Wirkungen primär nicht im Sinne von pegelabhän-

gigen Dosis-Wirkungsanalysen zu erwarten sind. Vielmehr zeigte sich, dass schon ab einem Schallpegel von 35 dB(A) mit abträglichen Wirkungen zu rechnen ist, wobei die Qualität des Schalls, d. h. seine spektrio-temporale Struktur, entscheidend ist. Diese Wirkungen beziehen sich auf kognitive Leistungen (Arbeitsgedächtnis, Aufmerksamkeit, Ausführen komplexer Anweisungen), Belästigungsreaktionen und psycho-physiologische Indikatoren (Stresshormone, Blutdruck, Muskeltonus). Dabei hat sich in einer Vielzahl von Befragungen und Experimenten herausgestellt, dass besonders menschliche Sprachschalle sowohl auf kognitive Leistungen als auch auf Belästigungsreaktionen einen signifikant negativen Einfluss haben.

Diesem Umstand wird aufgrund einer nach wie vor schallpegelorientierten Präventionsstrategie im Büroumfeld nur unzureichend Rechnung getragen. Im Fokus neuerer Optimierungsansätze werden daher in Abhängigkeit der Arbeitsanforderungen im Büroumfeld die drei Einwirkgrößen frequenzabhängige Nachhallzeiten, Direktschall und Schallpegel betrachtet. Das Review zeigt, dass bei systematischer Berücksichtigung dieser drei Einflussgrößen in Abhängigkeit der beruflichen Anforderungen abträgliche Schallwirkungen im Büroumfeld deutlich und nachhaltig reduziert werden können.

Literatur

- Amstutz S, Kündig S & Monn C (2010). Schweizerische Befragung in Büros (SbiBStudie). Verfügbar nur als PDF-Datei über die Website des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO. <http://www.seco.admin.ch/dokumentation/publikation/00008/00022/04153/>
- Banbury S & Berry D C (1998). Disruption of office-related tasks by speech and office noise. *British Journal of Psychology* 89, S. 499-517
- Banbury S & Berry D C (1997). Habituation and Dishabituation to Speech and Office Noise. *Journal of Experimental Psychology: Applied* 3(3), S. 181-195
- Banbury S P & Berry D C (2005). Office noise and employee concentration: Identifying causes of disruption and potential improvements. *Ergonomics* 48(1), S. 25-37
- Bell R & Buchner A (2007). Equivalent irrelevant-sound effects for old and young adults. *Memory & Cognition* 35(2), S. 352-364
- Evans G W & Johnson D (2000). Stress and open-office noise. *Journal of Applied Psychology* 85(5), S. 779-783
- Furnham A & Strbac L (2002). Music is as distracting as noise: the differential distraction of background music and noise on the cognitive test performance of introverts and extraverts. *Ergonomics* 45(3), S. 203-217
- Haapakangas A, Helenius R, Keskinen E & Hongisto V (2008). Perceived acoustic environment, work performance and well-being – survey results from Finnish offices. International congress on noise as a public health problem (ICBEN) 2008, Foxwoods, CT
- Helenius R & Hongisto V (2004). The effect of the acoustical improvement of an open-plan office on workers. Proceedings of Inter-Noise 2004, Paper 674, 21-25 August, Prague, Czech Republic
- Helenius R, Keskinen E, Haapakangas A & Hongisto V (2007). Acoustic environment in Finnish offices – the summary of questionnaire studies. International congress on acoustics. Paper RBA-10-001, 2-7 September 2007, Madrid, Spain
- Hilge & Nocke (2009) Fachschrift Nr. 8 »Raumakustik« unter http://www.bueroforum.de/uploads/media/8_Raumakustik_08_01.pdf
- Hongisto V O (2008). Effect of sound masking on workers in an open office. Proceedings of Acoustics 08, June 29-July 4 2008, Paris, France, S. 537-542
- Ising H, Sust C A & Rebentisch E (1996). Auswirkungen von Lärm auf Gesundheit, Leistung und Kommunikation. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse 98. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund
- Jensen K L, Arens E & Zagreus L (2005). Acoustical Quality in Office Workstations, as Assessed by Occupant Surveys. In *Indoor Air 2005. Proceedings of the 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, Beijing, September 4-9, 2005 [CD-Rom]. Beijing: Tsinghua University Press, S. 2401-2405
- Klatte M, Lachmann T, & Meis M (2010). 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, 270-282.31
- Kristiansen J, Mathiesen L, Nielsen P K, Hansen, Å M, Shibuya H, Petersen H M, Lund S P, Skotte J
- Jørgensen M B & Søgaard K (2009). Stress reactions to cognitively demanding tasks and open-plan office noise. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 82(5), S. 631-641. Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) vom 6.3.2007 (BGBl. I S. 261), geändert am 18.12.2008 (BGBl. I S. 2768)
- Lazarus R S & Folkman S (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York: Springer
- Loewen L J & Suedfeld P (1992). Cognitive and arousal effects of masking office noise. *Environment and Behavior* 24(3), S. 381-395
- Maschke C (2000). Psychobiological reactions due to noise – their meaning for (public) health. In: A. Schick M
- Meis & Reckhardt C (2000). Contributions to Psychological Acoustics. Results of the 8th Oldenburg Symposium on Psychological Acoustics. Oldenburg: BIS, S. 481-507
- Meis M & Klink K (2010a). Lärmwirkungen in Büroumwelten: Review und Optimierungsansätze durch Mitarbeiterbefragungen. In: Schick A, Meis M & Nocke C (2010a): *Akustik in Büro und Objekt, Beiträge zur psychologischen Akustik* 10, S. 89-113
- Meis M, Klink K (2010b). Fachschrift Nr. 11 – Schall- und Lärmwirkung im Büroumfeld. Grundlagen des Hörens, Schallwirkungen und Maßnahmen. Bueroforum. Zu beziehen seit November 2010 unter www.bueroforum.de
- Pejtersen, J., Allermann, L., Kristensen, T.S. & Poulsen O.M. (2006). Indoor climate, psychosocial work environment and symptoms in open-plan offices. *Indoor Air* 16, S. 392-401
- Sailer U & Hassenzahl M (2000). Assessing noise annoyance: an improvement-oriented approach. *Ergonomics* 43(11), S. 1920-1938
- Schick A (1997). *Das Konzept der Belästigung in der Lärmforschung*. Lengerich: Pabst Science Publishers
- Schlittmeier SJ, Hellbrück J, Thaden R & Vorländer M (2008) The impact of background speech varying in intelligibility: Effects on cognitive performance and perceived disturbance. *Ergonomics* 51(5), S. 719-736
- Schlittmeier S J & Hellbrück J (2009). Background music as noise abatement in open-plan offices: A laboratory study on performance effects and subjective preferences. *Applied Cognitive Psychology*, 23(5), S. 684-697. (DOI: 10.1002/acp.1498; published online 31 July 2008)
- Schust M (1995). Wirkung von Lärm am Arbeitsplatz auf das Herz-Kreislauf-System. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin (Literaturdokumentation 2). Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven
- Sundstrom E, Town J P, Rice R W, Osborn D P & Brill M (1994). Office Noise, Satisfaction, and Performance. *Environment and Behavior* 26, S. 195-222
- Sust C A (1989). Geräusche mittlerer Intensität – Auswirkungen auf Büro- und Verwaltungstätigkeiten. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 36(1), S. 2-7
- Venetjoki N, Kaarlela-Tuomaala A, Keskinen E & Hongisto V (2006). The effect of speech and speech intelligibility on task performance. *Ergonomics* 49(11), S. 1068-1091

Starke Emotionen und Gänsehaut beim Musikhören: Evolutionäre und musikpsychologische Aspekte



*Eckart Altenmüller,
Hochschule für Musik,
Theater und Medien Hannover*



*Reinhard Kopiez,
Hochschule für Musik,
Theater und Medien Hannover*

Was ist der Ursprung der Musik?

Es besteht allgemein Übereinstimmung darin, dass alle menschlichen Kulturen musikalische Aktivitäten ausübten und auch noch heute ausüben. Unter den ältesten kulturellen Artefakten findet man Flöten aus Rentier-, Schwanen- und Geierknochen sowie aus Mammut-Elfenbein. Die in der Hohle-Fels-Höhle und in der »Geißenklösterle«-Höhle nahe Blaubeuren gefundenen Instrumente sind etwa 35.000 Jahre alt. Interessant ist, dass die Grifflöcher so gebohrt sind, dass beim korrekten Anspielen an der Anblaskante und vollständigem Abdecken der Löcher mit den Fingern eine diatonische Tonleiter mit Ganz- und Halbtönen gespielt werden kann. Auf der »Geißenklösterle«-Flöte ist es sogar möglich, das Hauptthema aus Johann Sebastian Bachs »Kunst der Fuge« zu spielen.¹ Nicholas Conard, der Leiter der Ausgrabungen in der Hohle-Fels-Höhle – vermutet eine auf die Altsteinzeit zurückgehende kulturelle Tradition. Er spekuliert, dass sich diese diatonische Tonleiter als ein Charakteristikum der mitteleuropäischen Musik über Zehntausende von Jahren erhalten hat.²

Möglicherweise ist das eine zu romantische Idee, da wir ja gerade im oberen Donautal zahlreiche Siedlungsphasen mit Menschen unterschiedlichster geografischer Herkunft und damit unterschiedlicher kultureller Prägung nachweisen können. Die jungsteinzeitlichen Donaukulturen pflegten intensive Handelskontakte mit Osteuropa und Kleinasien, in der Bronzezeit bestanden Verbindungen zur baltischen Kultur, Kelten und Frühgermanen wurden von den Römern kolonialisiert, Alemannen

siedelten lokal, und später stießen sogar die Hunnen bis Süddeutschland vor. Außerdem ist es bis heute unsicher, ob diese Flöten wirklich für ästhetische Zwecke als Musikinstrumente eingesetzt wurden oder ob sie nicht eher zum Beispiel Jägern als Signalwerkzeuge dienten. Sicherlich unterschied sich das emotionale Leben der steinzeitlichen Menschen nicht grundsätzlich von unseren Empfindungen. Vermutlich hatten die Menschen damals ähnliche Freuden, Sorgen und Leiden. Die Lebensbedingungen waren hart, und die durchschnittliche Lebenserwartung betrug nur 25 Jahre. Die Würmeiszeit bedingte eine dem heutigen Klima in Grönland vergleichbare durchschnittliche Jahrestemperatur, die Vegetation in der Randlage der aus den Alpen vordringenden Gletscher bestand überwiegend aus Tundra mit einzelnen Birken, allerdings war ausreichend Nahrung durch die reichen Wildbestände vorhanden. Man kann sich daher gut vorstellen, dass die steinzeitlichen Menschen abends am Feuer saßen und ausdrucksvolle Melodien spielten, um so das Wohlbefinden und den Gruppenzusammenhalt zu fördern. Für eine musikalische Funktion der Flöten spricht auch der Umstand, dass die Herstellung insbesondere der Elfenbeinflöten technisch sehr aufwändig war und erhebliche Expertise erforderte. Die Mammutrohlinge wurden vorsichtig ausgehöhlt, und die beiden Halbrohre mussten dann genau aufeinander angepasst und mit Birkenpech dicht verklebt werden.³ Für eine reine Signalflöte hätten die Steinzeitmenschen sicher geringeren Aufwand betrieben.

Wahrscheinlich gab es bereits vor der Periode der jungsteinzeitlichen Funde musikalische Aktivitäten, aber hier sind keine sicheren Zeugnisse überliefert. Denkbar ist, dass die Instrumente aus weniger haltbarem Material wie Schilf und Holz gefertigt wurden, möglich ist aber auch, dass gemeinsamer Gesang, rhythmisches Klatschen und Trommeln auf Holzgegenständen dominierten. Es bleibt eine offene Frage, warum musikalische Aktivitäten in der Evolution von Homo sapiens entstanden sind. Die Herstellung der Instrumente und das Einüben der Melodien waren arbeitsintensiv und damit teuer. Wertvolle Zeit, die auch zum Jagen oder Sammeln hätte genutzt werden können, wurde hier trotz des ständigen Kampfes um das Überleben investiert.

¹ Münzel, S.C., Seeburger, F. & W. Hein, 2002. The Geißenklösterle Flute – Discovery, Experiments, Reconstruction. In: Hickmann, E., Kilmer, A. D. & Eichmann, R. (Hrsg.). Studien zur Musikarchäologie III; Archäologie früher Klangerzeugung und Tonordnung; Musikarchäologie in der Ägäis und Anatolien. Orient-Archäologie Bd. 10. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen, 107-118.

² Conard, N.J., Malina, M., Münzel, S.C. (2009) New flutes document the earliest musical tradition in southwestern Germany. *Nature* 460, 737-740.

³ Münzel, S.C. & Conard, N. (2009) Flötenklang aus fernen Zeiten. Die frühesten Musikinstrumente. In: *Eiszeit. Kunst und Kultur. Begleitband zur großen Landesausstellung* (Hrsg. Archäologisches Landesmuseum Baden Württemberg.) S. 317-321.

Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus ist die Frage nach dem Ursprung der Musik schwierig zu beantworten. Es existieren zu wenig gesicherte Quellen über die musikalischen Aktivitäten in prähistorischen Zeiten. Musik versteinert nicht. Wir besitzen mit den Flötenfunden nur spärliche Dokumente, und es gibt bemerkenswert wenige Darstellungen von Musikern in Höhlenmalereien. Dennoch gibt es Gründe anzunehmen, dass die Musik als Universalie alte evolutionäre Wurzeln hat. Dies müsste allerdings dann wieder mit einem Selektionsvorteil, einem adaptiven Wert für das Leben der Menschen einhergehen.

Im Folgenden wollen wir ausführen, welche Gründe dafür sprechen, dass Musik einen Selektionsvorteil und adaptiven Wert für die Menschen der Urzeit hatte. Wir wollen dann die Gegenposition darlegen, nämlich dass Musik dem Käsekuchen vergleichbar sei: angenehm und schmackhaft, aber unnützlich. Dann wollen wir die Frage behandeln, ob Musik ähnlich wie die Kontrolle des Feuers eine relativ späte Erfindung des Menschen sein könnte. Eine Kurzübersicht über die Ergebnisse unserer Gänsehautexperimente beim Musikhören soll dann auf alte biologische Wurzeln der Musik verweisen, die wir schließlich in ein Modell zur Entstehung der Musik integrieren wollen.

Ist Musik eine evolutionäre Anpassung?

Aus Platzgründen wollen wir hier nur verkürzt die Diskussion über einen potenziellen adaptiven Wert der Musik wiedergeben. Für den aktuellen Stand der Diskussion sei auf den Sonderband der Zeitschrift »Musicae Scientiae« 2009/2010 mit dem Titel »Music and Evolution« verwiesen. Zusammenfassend gehen die »Adaptionisten« davon aus, dass unsere Fähigkeit, Musik zu machen und zu genießen, das Resultat einer natürlichen Selektion ist, die in der Evolution des Menschen einen Beitrag zum »Überleben des Stärkeren« leistete. Parallel zum Verhalten wurden auch die körperlichen Voraussetzungen des Musizierens entwickelt. Dazu gehören spezialisierte Hirnregionen, in denen Musik bevorzugt verarbeitet wird, zum Beispiel im Bereich der oberen rechten Schläfenwindung. Der prominenteste Vertreter dieser Position war Charles Darwin. In seinem 1875 in deutscher Sprache erschienenen Buch »Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl« schreibt er Folgendes zum Ursprung der Musik:

Die Musik erweckt verschiedene Gemüthsstimmungen in uns, regt aber nicht die schrecklicheren Gemüthsstimmungen des Entsetzens, der Furcht, Wuth u.s.w. an. Sie erweckt die sanfteren Gefühle der Zärtlichkeit und Liebe, welche leicht in Ergebung übergehen. In den chinesischen Annalen wird gesagt: »Musik hat die Kraft, den Himmel auf die Erde herabsteigen zu machen«. Sie regt gleichfalls in uns das

Gefühl des Triumphes und das ruhmvolle Erglühen für den Krieg an. Diese kraftvollen und gemischten Gefühle können wohl dem Gefühle der Erhabenheit Entstehung geben. Wir können, wie Dr. Seemann bemerkt, eine größere Intensität des Gefühls in einem einzigen musikalischen Tone concentrieren als in seitenlangen Schriften. Ungefähr von denselben Gemüthsbewegungen werden höchst wahrscheinlich auch die Vögel ergriffen, wenn das Männchen im Wetteifer mit seinen Nebenbuhlern die ganze Fülle seines Gesanges ertönen lässt, um das Weibchen zu gewinnen. Die Liebe ist noch jetzt am häufigsten Gegenstand unserer Lieder. (...) So ist es wahrscheinlich, dass die Vorfahren des Menschen, männlichen und weiblichen Geschlechts, bevor sie sich ihre Liebe in artikulierter Sprache zu erklären vermochten, einander mit Hilfe musikalischer Töne und Rhythmen zu gewinnen bemüht waren.⁴

Er argumentierte weiter, dass die Musik auch ein Vorläufer unserer Sprache sei. Dieser Gedanke wurde vor wenigen Jahren in dem »Musilanguage«-Modell von Steven Brown⁵ ausgearbeitet. Die Idee, dass musikalisch-emotionsbeladene Ausrufe auch Vorläufer der Sprache sein könnten, ist allerdings nicht neu und findet sich bereits bei Johann Gottfried Herder⁶. Die von Darwin angesprochene Rolle von Musik bei der Werbung um Sexualpartner kann auch mit der Demonstration verborgener Qualitäten in Zusammenhang gebracht werden. Man kann sich gut vorstellen, dass das Singen eines jungen Mannes nicht nur ästhetischen Zwecken dient, sondern auch Auskunft über seine Gesundheit geben kann. Denn ein kräftiger Sänger leidet höchstwahrscheinlich nicht unter einer floriden Lungentuberkulose – eine Information, die immerhin bis zu Beginn des letzten Jahrhunderts für eine potenzielle Eheschließung von großer Bedeutung war. Die starke emotionale Wirkung, die von kräftigen Männerstimmen ausgeht – man denke an das berühmt-berüchtigte »hohe C« der Tenöre – könnte also mit einer derartigen Demonstration von Fitness in Zusammenhang gebracht werden. Aber es sind nicht nur die verborgenen Qualitäten des Musikanten, sondern auch direkte akustische Merkmale von Musik, die bestimmte Wirkungen entfalten. So wissen wir heute, dass ausdrucksvolles Musizieren zur Ausschüttung von Endorphinen führen kann, wodurch Glücksgefühle ausgelöst werden, die beim gemeinschaftlichen Hören der Intensivierung einer Bindung dienen können.⁷

Auf der Gruppenebene kommt Musik eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit der Herstellung sozialer Kohärenz zu. So wird der Tanz zum Beispiel in zahlreichen Gesellschaften bei religiösen Festen und gesellschaftlichen Riten eingesetzt. Tanz scheint über eine verstärkte Oxytocin-Ausschüttung der Hypophyse eine stabilere Gedächtnisbildung zu bewirken.⁸ Damit wird die Erinnerung an ein spezifisches Gruppenerlebnis gefördert. In ähnlicher Weise wird Musik als Markersignal von Gruppenidentität bei zahlreichen anderen Gelegenheiten eingesetzt. Man denke nur an Nationalhymnen, Fußballgesänge und an die identitätsstiftende Wirkung, die bestimmte Lieder von ethnischen Minderheiten in einem Staatswesen haben. Ein eindrucksvoller Hinweis auf die Wertschätzung, die Musik als Mittel zur Organisation sozialer Gruppen genießt, ist ihr Einsatz beim Militär. Möglicherweise ist hier der vorrangige Zweck des Musizierens die Verhaltenssynchronisation. Dies kann auch beim Einsatz von Musik in der Arbeitsorganisation, etwa als »Spinnerlied«, »Dreschegefang« etc., angenommen werden. Wie McNeill⁹ in seiner kulturgeschichtlichen Untersuchung über die sozialen und evolutionären Funktionen der Bewegungssynchronisation aufzeigt, haben gemeinsam und synchron ausgeführte rhythmische Bewegungen, wie sie z. B. beim Tanzen eingesetzt werden, hauptsächlich eine gruppenbindende Funktion. Auch hier kann leicht der evolutionär-adaptive

⁴ Darwin, C.R. (1875). Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl. Übersetzt von J. V. Carus. Dritte Auflage. Stuttgart: Schweizerbart. Band 2. 315-317 Nachdruck: Fourier Verlag, Wiesbaden 1986.

⁵ Brown, S. (2000). The 'musilanguage' model of music evolution. In The origins of music (eds N. L. Wallin, B. Merker & S. Brown), pp. 271-300. Cambridge, MA: MIT Press.

⁶ Herder J G (1772) Über den Ursprung der Sprache. Christian Friedrich Voss, Berlin. Eine wichtige klassische Übersicht zur Diskussion über den Ursprung der Musik ist die Monografie »Die Anfänge der Musik« von Carl Stumpf, Leipzig, Verlag Ambrosius Barth 1911.

⁷ Panksepp, J., & Bernatzky, G. (2002). Emotional sounds and the brain: The neuro-affective foundations of musical appreciation. Behavioural Processes, 60, 133-155.

⁸ Huron, D. (2006). Sweet anticipation: music and the psychology of expectation. Cambridge, Massachusetts: A Bradford Book.

⁹ McNeill, W. H. (1995). Keeping together in time. Dance and drill in human history. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wert erkannt werden: Erst durch die soziale Organisationsform der Gruppe konnte sich die Spezies *Homo sapiens* gegenüber der Tierspezies sowohl bei der Jagd als auch beim Schutz der Gruppenmitglieder durchsetzen. Diese Fähigkeit zur sozialen Organisation wäre evolutionär mindestens genauso bedeutsam wie der Werkzeuggebrauch, und Musik hätte aus dieser Sicht eine zentrale Bedeutung. (Für weitere Ausführungen zu diesem Thema sei auf den Artikel von Kopiez¹⁰ verwiesen.) Naturgemäß sind derartige Funktionen von Musik heute mit der Differenzierung und Individualisierung von Arbeitsvorgängen in den Hintergrund gedrängt worden. Bereits bei Kindern scheint gemeinsames Musizieren die soziale Kohärenz, Kooperativität und Hilfsbereitschaft zu fördern.¹¹

Neben sexueller Selektion und Gruppenzusammenhalt wird als dritte wichtige evolutionäre Anpassung die frühe Eltern-Kind-Interaktion mit Wiegenliedern und rhythmisch-gestischer Interaktion angeführt. Diese Form der emotionalen Kommunikation hat drei Hauptfunktionen: die Bindung zwischen Elternteil (meist der Mutter) und Kind wird gestärkt, der Spracherwerb wird unterstützt und der Erregungszustand des Kindes kann gesteuert werden. Weltweit werden Wiegenlieder bei überaktiven Kindern beruhigend, bei zu passiven Kindern aber aktivierend gestaltet.¹² Alle drei Funktionen verbessern die kindlichen Überlebenschancen und wirken daher auch auf die natürliche Selektion.

Als weitere Eigenschaft sozialer »Wirkung« von Musik kann schließlich ihr Einsatz als Heilmittel angesehen werden. Musizieren kann zu einer verbesserten Körperabwehr führen und angstlösend wirken. In vielen Kulturen wird Musik als begleitende Therapie bei medizinischen Eingriffen durchaus sinnvoll eingesetzt.¹³

Die Bedeutung von Musik als potenzielle evolutionäre Anpassung wird durch neurobiologische Erkenntnisse unterstrichen. Wir besitzen spezifische Hirnregionen und neuronale Netzwerke für die Wahrnehmung von Melodien und Tönen. Dies wird eindrucksvoll durch den selektiven Verlust dieser Wahrnehmungsleistung bei angeborenen und erworbenen Amusien verdeutlicht. Erstere ist durch ein genetisch bedingtes Defizit der Tonhöhenwahrnehmung aufgrund eingeschränkter Funktion neuronaler Netzwerke im rechten vorderen Schläfenlappen bedingt.¹⁴ Ferner besitzt der Mensch spezifische neuronale sensomotorische Netzwerke, die es ihm ermöglichen, sich zu wechselnden Tempi zu synchronisieren und sich im Tempo einer rhythmischen Stimulation anzupassen.

Zu den neurobiologischen Auswirkungen der Musik mit evolutionär – adaptivem Wert gehören auch die starken Emotionen, die gelegentlich beim Musizieren und Musikhören entstehen. Verschiedene Neurotransmitter, insbesondere Dopamin und Endorphin, spielen hier eine wichtige Rolle. In einer kürzlich erschienenen Arbeit aus der Gruppe von Robert Zatorre wurde die Ausschüttung von Dopamin bei intensiven Gänsehauterlebnissen durch Musik beschrieben. Dabei wurden die Hirnregionen aktiviert, die im Mittelhirn, im Accumbens-Kern, im Striatum sowie im unteren vorderen Stirnhirn für die Vermittlung von Belohnungs- und Glücksgefühlen zuständig sind. Interessanterweise war die Ausschüttung des Motivations- und Belohnungshormons Dopamin im Striatum einige Sekunden vor dem eigentlichen Glücksgefühl in der Phase der Erwartung der »Gänsehaut« nachweisbar, während die Glückserfahrung selbst zur Dopamin-Ausschüttung im Accumbens-Kern führte.¹⁵ Einen ähnlichen Verlauf der neurohormonalen Ausschüttung findet man auch bei anderen stark lustbetonten Aktivitäten, etwa beim Essen nach längerer Hungerperiode oder bei sexueller Aktivität. Solche Ergebnisse können auch erklären, warum Musik in allen menschlichen

Gesellschaften ein so hoher Wert beigemessen wird. Die oben beschriebene dopaminerge Aktivierung reguliert und erhöht die Aufmerksamkeit, unterstützt Motivation und Gedächtnisbildung im episodischen und prozeduralen Gedächtnis. Damit wird das Erinnern musikalischer Ereignisse, die stark emotional bewertet werden, massiv unterstützt.

Ist Musik eine menschliche Erfindung?

Die Gegenposition zu den Adaptionisten geht davon aus, dass Musik eine menschliche Erfindung ohne direkte adaptive biologische Funktion sei. Dennoch wird nicht abgestritten, dass einige der Merkmale von Musik durchaus biologisch nützliche Nebeneffekte haben können und das Wohlbefinden fördern. Eine Analogie dazu wäre die Erfindung der Kontrolle des Feuers, die vermutlich vor 150.000 Jahren stattfand.¹⁶ Natürlich gibt es kein »Feuer«-Gen und keine neurologischen Syndrome die durch die Unfähigkeit, Feuer zu machen und zu kontrollieren, charakterisiert werden können. Aber niemand wird bestreiten, dass die Kontrolle des Feuers nicht nur einen enormen Einfluss auf das menschliche Wohlbefinden und die Ernährung hatte, sondern auch auf physiologische Parameter. Durch die Möglichkeit, leichter verdauliche und leicht zu kauende Nahrung herzustellen, verkürzte sich der Darm und es bildeten sich die großen Kiefer mit den Eck- und Mahlzähnen zurück. Warum sollte nicht auch die Musik eine derartig geniale Erfindung des Menschen sein?

Historisch gesehen geht diese Sichtweise auf Herbert Spencer und seinen 1857 erschienenen Essay »Über den Ursprung und die Funktion der Musik« zurück.¹⁷ Spencer argumentierte, dass die Musik sich aus den Rhythmen und der ausdrucksstarken Sprachmelodie der leidenschaftlichen Rede entwickelt habe. Der prominenteste moderne Protagonist dieser nicht-adaptionistischen Position ist Steven Pinker, der in seinem Buch »How the Mind Works« feststellt: *Was Ursache und Wirkung im biologischen Sinne angeht, ist Musik nutzlos. Sie ist von ihrer Anlage her nicht auf das Erreichen eines Ziels ausgerichtet, wie ein langes Leben, Enkel oder die Fähigkeit, die Welt genau wahrnehmen und Voraussagen über ihr Verhalten machen zu können. Im Gegensatz zu Sprache, Sehfähigkeit, sozialen Schlussfolgerungen und physikalischen Kenntnissen könnte unserer Spezies die Musik genommen werden, ohne daß sich das Leben in den übrigen Bereichen grundlegend veränderte. (...) Ich vermute, daß Musik akustischer Käsekuchen ist.*¹⁸

¹⁰ Kopiez, R. (2005): Musikalischer Rhythmus und seine wahrnehmungspsychologischen Grundlagen. In: Christa Brüstle, Nadia Ghattas, Clemens Risi und Sabine Schouten (Hrsg.). Rhythmus im Prozess. transcript Verlag, Bielefeld, S. 127-148.

¹¹ Kirschner, S. & Tomasello, M. (2010): Joint music making promotes prosocial behavior in 4-year-old children. *Evolution and Human Behavior*, 31, S. 354-364

¹² Shenfield, T., Trehub, S. & Nakata, T. Maternal singing modulates infant arousal. *Psychology of Music* 31: S. 365-375

¹³ Panksepp, J. & Bernatzky, G. (2002). Emotional sounds and the brain: The neuro-affective foundations of musical appreciation. *Behavioural Processes*, 60, 133-155.

¹⁴ Ayotte, J., Peretz, I., Hyde, K. (2002). Congenital amusia: A group study of adults afflicted with a music-specific disorder. *Brain*, 125(2): S. 238-251.

¹⁵ Salimpoor, V.N., Benovoy, M., Larcher, K., Dagher, A., Zatorre, R.J. (2011). Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nature Neuro-science*, 14, 257-262.

¹⁶ Brown, K.S., Marean, C.W., Heries A.I.R., Jacobs, Z., Tribolo C., Braun, D., Roberts, D.L., Meyer, M.C., Bernatchez, J. (2009). Fire as an engineering tool of early modern humans. *Science* 325, 859-862.

¹⁷ Spencer, H. On the origin and function of music. *Fraser's Magazine*, Oct. 1857.

¹⁸ Pinker, S (1998). *Wie das Denken im Kopf entsteht*. Kindler Verlag, München. (S. 655-656, 663).

Ein elegantes Konzept, Musik als menschliche Erfindung zu konzipieren und dennoch die oben genannten neurobiologischen Spezialfunktionen zu berücksichtigen, ist die von Aniruddh Patel vorgeschlagene Theorie der Musik als »Transformative Technology of the Mind«, als »umgewandelte Technologie des Geistes« oder kurz als »TTM«.¹⁹ Patel entwickelt diese Theorie aus einem vergleichenden Ansatz: Zahlreiche Aspekte der Wahrnehmung und Produktion von Musik seien in anderen, nicht musikbezogenen Hirnfunktionen verwurzelt, die wir mit Tieren gemeinsam haben. Die dahinter stehende Logik ist folgende: wenn unsere musikalischen Fähigkeiten sich auf andere Hirnfunktionen stützen, dann ist es nicht Musik, die unser genetisches Material durch natürliche Selektion geformt hat. Wie bei der Erfindung des Feuers, deren Voraussetzung der aufrechte Gang und die damit entstandene Kontrolle der Handmotorik war, stützen sich unsere musikalischen Fertigkeiten auf die Umwandlung zuvor erworbener Fähigkeiten, z. B. das Tonhöhenunterscheidungsvermögen oder die Synchronisation von Bewegungen zu wechselnden Tempi. Ist Musik einmal in der Lebenswelt etabliert und erprobt, bleiben (wie in der Feuer-Analogie) Auswirkungen auf biologische Merkmale nicht aus. Hier wären etwa die Entwicklung des rechten vorderen Schläfenlappens für ein leistungsfähiges auditives Arbeitsgedächtnis oder die Verfeinerung der sensomotorischen Handregionen zur Kontrolle der virtuellen Fingerfertigkeiten zu nennen.

Zusammenfassend existieren durchaus gültige Argumente, Musik als eine menschliche Erfindung anzusehen, die sich aus bereits bestehenden kognitiven und motorischen Fähigkeiten entwickelt hat. Allerdings vernachlässigt die TTM-Theorie die starke Wirkung von Musik auf Emotionen! Es ist interessant, dass der emotionale Aspekt der Musik seit jeher im Mittelpunkt der adaptionistischen Position, beginnend mit Darwin und Herder, stand.

Im Folgenden werden wir zeigen, dass Musik verschiedene Arten von Emotionen auslösen kann, nämlich 1.) die ästhetischen Emotionen, die keine unmittelbare vitale Bedeutung für den Organismus haben, und 2.) die oben genannten starken Emotionen, die durch Begleitreaktionen des autonomen Nervensystems und durch Ausschüttung von Neurohormonen gekennzeichnet sind. Zu diesen starken Emotionen gehört unter anderem die oben genannte Chill- oder Gänsehautreaktion. Wir werden argumentieren, dass Erstere vermutlich auf eine Erfindung des Menschen zurückgehen, während Letztere evolutionär alt sind und auf einem akustischen Kommunikationssystem von Affekten beruhen, das auch schon bei anderen Säugetieren angelegt ist.

¹⁹ Patel, A. (2010). Music, biological evolution, and the brain. In: M. Bailar (ed.) *Emerging Disciplines*. Huston University Press, 91-144.

²⁰ Hunter, P., Schellenberg, G. (2011). Music and Emotion. In M.R. Jones (Ed.) *Music Perception. Handbook of Auditory Research*, 36, S. 129-164.

²¹ Kivy, P. (1990). *Music alone: Philosophical reflections on the purely musical experience*. Ithaca: Cornell University Press.

²² Scherer, K. R. (2004). Which emotions can be induced by music? What are the underlying mechanisms? And how can we measure them? *Journal of New Music Research*, 33(3), 239-251.

²³ Juslin, P. N., & Västfjäll, D. (2008). Emotional responses to music: The need to consider underlying mechanisms. *Behavioural and Brain Sciences*, 31, 559-621.

²⁴ Proust M. (2004). *Auf der Suche nach der verlorenen Zeit*. Band 1. Übersetzung von Eva-Rechel-Mertens. Suhrkamp Taschenbuch, Frankfurt. am Main, S. 499 ff.

²⁵ Levinson, J. (1996). *The pleasures of aesthetics: Philosophical essays*. Ithaca NY: Cornell University Press

Ästhetische Emotionen beim Musikhören

Die meisten Menschen stimmen überein, dass Musik fröhlich oder traurig klingen kann. Allerdings besteht weniger Konsens, ob Musik wirklich beim Hörer Emotionen auslöst. Eine detaillierte Wiedergabe dieser Diskussion würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Wir verweisen hier auf die kürzlich erschienene Übersichtsarbeit von Hunter und Schellenberg.²⁰

Grundsätzlich wird die »kognitivistische« und die »emotivistische« Position unterschieden. Kognitivisten argumentieren, dass fröhliche oder traurige Musik diese Emotionen nicht im Hörer erweckt, sondern nur in dieser Weise vom Hörer klassifiziert und bewertet wird.²¹ Allerdings kann eine solche Bewertung der Musik Emotionen induzieren.²² Zum Beispiel könnte die langweilige und ungenaue Wiedergabe eines sonst als »fröhlich« klassifizierten musikalischen Meisterwerks, z. B. der *Badinerie* aus der *H-moll-Suite* von Johann Sebastian Bach, bei einem Musikliebhaber Gefühle von Ärger, Frustration und Trauer auslösen, die natürlich auf seinen Kenntnissen anderer, angemessenerer Interpretationen beruhen.

Im Gegensatz dazu postulieren die Emotivisten, dass Musik direkt Emotionen induziert. Mehrere Mechanismen werden für derartige Wirkungen von Musik diskutiert. Einer davon ist die oben genannte kognitive Bewertung. Juslin und Västfjäll²³ haben sechs weitere Wirkmechanismen vorgeschlagen, nämlich 1.) Hirnstamm-Reflexe, 2.) Konditionierung, 3.) Verankerung im episodischen Gedächtnis, 4.) emotionale Ansteckung, 5.) Imaginationen und 6.) auditive (z. B. harmonische) Erwartungen, die erfüllt oder getäuscht werden.

Zu den Hirnstammreflexen rechnen Juslin und Västfjäll automatische Reaktionen auf sehr dissonante und laute Klänge, die über ein fest verdrahtetes neuronales Netzwerk des Hirnstamms vermittelt werden. Obwohl dieses Phänomen eindeutig existiert, halten wir die Bezeichnung für unglücklich, da in der Neurologie Hirnstammreflexe, – zum Beispiel die Verengung der Pupille bei Lichteinfall – hochgradig reflexhaft sind und im Gegensatz zur Reaktion auf Musik weniger individuell durch Lernvorgänge moduliert werden können. Passender wäre hier der Begriff »Hirnstammreaktionen«.

Die emotionale Kraft der Konditionierung von Musik und des episodischen Gedächtnisses wurde meisterhaft in dem Kapitel »Eine Liebe von Swann« aus dem Roman »Auf der Suche nach der verlorenen Zeit« von Marcel Proust porträtiert:²⁴ Der Held Swann verliebt sich in eine Frau, während eine Melodie des Komponisten Vinteuil gespielt wird. Anschließend wird das Stück als »Nationalhymne ihrer Liebe« mit stark positiven Emotionen der Zärtlichkeit und Sehnsucht verbunden. Nach dem Auseinanderbrechen der *Liaison* erzeugt das Hören des Stückes intensive negative Emotionen wie Gefühle der Angst, der Melancholie und des Hasses bei Swann. Hier bewirken die Assoziationen von Musik mit wichtigen, nicht-musikalischen Lebensereignissen gegenteilige Emotionen, obwohl der »Stimulus« gleich bleibt.

Emotionale Ansteckung von Musik beruht auf der Idee der »sympathischen« Reaktion. Danach löst traurige Musik traurige Gefühle aus.²⁵ Die Induktion von Emotionen durch Bilder beim Hören von Musik lässt sich am besten in Oper und Filmmusik belegen. Oft werden bestimmte Motive, Klangfarben oder Instrumente mit emotional aufgeladenen Szenen oder Persönlichkeiten verbunden. Ein gutes Beispiel ist die Mundharmonika-Melodie in dem Film »Spiel mir das Lied vom Tod« von

Sergio Leone. Hier verkörpert das Sekundmotiv die düsteren Emotionen und Erinnerungen, die den Rachefeldzug der Figur »Mundharmonika«, dargestellt von Charles Bronson, begleiten.

Aufbau, Erfüllung und Täuschung musikalischer Erwartungen werden bereits seit Leonard Meyer²⁶ als wesentliche Auslöser von Emotionen beim Hören von Musik diskutiert. Vor Kurzem hat David Huron diese Idee in seinem Buch »Sweet Anticipation«²⁷ ausgearbeitet. Danach entsteht eine gewisse emotionale Befriedigung, wenn Erwartungen erfüllt werden. Bleiben die musikalischen Erwartungen unerfüllt, führt dies nicht zwangsläufig zu negativen Gefühlen, sondern das Ergebnis kann Lachen, Staunen oder sogar eine starke Reaktion in Form einer »Gänsehaut« sein.

Kommen wir zurück zu der Frage nach dem evolutionären Anpassungswert der durch Musik induzierten Emotionen. Hier ist es unseres Erachtens sinnvoll, zwischen starken Emotionen, die zu den oben genannten physiologischen Reaktionen führen, und ästhetischen Emotionen zu unterscheiden. Auch Scherer unterscheidet zwei Klassen von Emotionen, nämlich erstens die utilitaristischen Emotionen (z.B. Wut, Ekel, Angst, Freude, Trauer, Überraschung) und zweitens ästhetische Empfindungen.²⁸ Während Erstere objektiv durch psychophysiologische Messungen erfasst werden können und in Bezug auf das Überleben relevant sind, sei es in Hinsicht auf Partnerwahl, auf Gruppenkohäsion oder auf Vermeidungsverhalten, sind Letztere durch stark subjektive Gefühle gekennzeichnet. Die physiologischen Komponenten ästhetischer Emotionen sind häufig sehr subtil, und die emotionalen Reaktionen bleiben sehr individuell. Zentner und Kollegen²⁹ haben das Vokabular von Beschreibungen der durch Musik ausgelösten Emotionen analysiert. Dabei konnten sie die verbalen Äußerungen in neun Kategorien einteilen: Erstaunen, Transzendenz, Zärtlichkeit, Nostalgie, Friedfertigkeit, freudvolle Aktivierung, Spannung und Traurigkeit. Es ist sicher schwierig, diesen Kategorien einen evolutionär-adaptiven Wert zuzuschreiben, obwohl sie unbestritten das menschliche Wohlbefinden steigern und Sinn, Trost und Sicherheit vermitteln können. Derartige ästhetische Emotionen sind also gute Kandidaten, um als menschliche Erfindung und Bestandteil einer TTM zu gelten.

Die Chill-Reaktion als Beispiel für starke Emotionen beim Musikhören: Phänomenologie und auslösende Parameter

Auf der Suche nach einem objektiven Maß für starke Emotionen haben wir uns in den letzten Jahren mit der Chill-Reaktion beim Musikhören befasst. Derartige »Chills«, »Thrills«, oder »Gänsehauterlebnisse« sind mit dem Gefühl eines Fröstelns und mit Schauern, die den Rücken hinunterlaufen, verbunden. Die Chill-Reaktion tritt in vielen Zusammenhängen auf und kann durch ganz unterschiedliche Sinnesreize ausgelöst werden. Physiologisch geht die Chill-Reaktion mit einer Aktivierung des sympathischen autonomen Nervensystems einher. Dadurch entsteht eine Kontraktion der winzigen Haaraufsteller-Muskeln (Musculi arrectores pilorum) in der behaarten Haut. Darüber hinaus werden Chills von anderen Reaktionen des sympathischen Nervensystems begleitet. So erhöhen sich häufig die Herzfrequenz, der Blutdruck, die Atemfrequenz und die Schweißproduktion. Wie bereits oben erwähnt, gehen Chills mit einer dopaminergen Aktivierung im Bereich der Belohnungszentren des Striatums und des Accumbens-Kerns einher. Die dadurch verursachte Steigerung der Erregung und der Motivation unterstützt damit die Gedächtnisbildung. Auf diese Weise werden Ereignisse, die zu Chill-

Reaktionen führen, verstärkt in das Langzeitgedächtnis überführt. Diese Tatsache ist wichtig, wenn wir später den evolutionär-adaptiven Wert der Chill-Reaktion beim Hören von Musik diskutieren.

Die Chill-Reaktion tritt auch bei anderen behaarten Säugetieren bei Kälte, Wut und Angst auf. Bei Kälte wird durch die aufgestellten Haare der Wärmeabtransport von der Haut vermindert, bei Wut und Angst erscheint das Tier größer und erschreckt so die Feinde. Dies kann gut bei Schimpansen, aber auch bei Mäusen, Ratten und verängstigten Katzen beobachtet werden. Ein Sonderfall der akustisch ausgelösten Chill-Reaktion scheint bei mütterlichen Trennungsrufen einiger Affenarten aufzutreten. Diese Rufe führen bei den abgelegten Affenbabys zum Aufstellen der Haare. Jaak Panksepp³⁰ argumentiert, dass Gefühle des Verlustes und der sozialen Kälte so durch die mütterlichen Laute gelindert werden können. Seiner Meinung nach könnte dies erklären, warum beim Menschen häufig Chill-Reaktionen bei trauriger oder sehnsuchtsvoller Musik auftreten. Kritisch anzumerken ist, dass bislang keine systematische Untersuchung dieser Chill-Reaktion bei Primaten durchgeführt wurde. Auch wenn Panksepps These häufig zitiert wird, haftet ihr somit etwas Anekdotisches an.

Beim Menschen können Chills durch auditive, visuelle, taktile, somatosensorische, gustatorische und enterozeptive (z.B. Druck auf die Blasenwand) Reize induziert werden. Obwohl die meisten Untersuchungen zu dem Phänomen die Chill-Reaktion bei angenehmer, traurig-nostalgischer Musik betreffen,³¹ darf nicht vergessen werden, dass unangenehme akustische Reize, wie das kratzende Geräusch von Kreide auf einer Tafel oder des Bohrers beim Zahnarzt eine solche Chill-Reaktion noch zuverlässiger auslösen.³² Diese aversiven Reize zeichnen sich psychoakustisch durch große Lautstärke, hohes Frequenzspektrum und häufig durch ein hohes Maß an Rauigkeit (»Kratzigkeit«) aus.

Im Folgenden werden wir uns nur auf die mit angenehmen Gefühlen verbundenen positiven Chill-Reaktionen beim Hören von Musik konzentrieren. Wir werden kurz unsere Ergebnisse zu den musikalischen Parametern, die eine Chill-Reaktion begünstigen, referieren. Dann werden wir Hörereigenschaften beleuchten und die Merkmale der »Chill-Persönlichkeit« darstellen.

Vorab ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass Chill-Reaktionen beim Hören von Musik selten sind. Nach Goldstein³³ erleben überhaupt nur etwa 70 % der Bevölkerung gelegentlich diese Reaktionen. Interessan-

²⁶ Meyer, L. B. (1956). *Emotions and meaning in music* (Paperback edition 1961 ed.). Chicago, London: The University of Chicago Press.

²⁷ Huron, D. (2006). *Sweet anticipation: music and the psychology of expectation*. Cambridge, Massachusetts: A Bradford Book.

²⁸ Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured? *Social Science Information*, 44 (4), 695-729.

²⁹ Zentner, M., Grandjean, D., Scherer, K.R. (2008) Emotions evoked by the sound of music: characterization, classification and measurement. *Emotion*, 8, 494-521.

³⁰ Panksepp, J. (1995). The emotional sources of »chills« induced by music. *Music Perception*, 13(2), 171-207.

³¹ Guhn, M., Hamm, A., & Zentner, M. R. (2007). Physiological and musico-acoustic correlates of the chill response. *Music Perception*, 24(5), 473-483, aber auch Grewe, O., Kopiez, R., Altenmüller, E. (2009). The chill parameter: Goose bumps and shivers as promising measures in emotion research. *Music Perception*, 27(1), 61-74.

³² Grewe, O., Katzur, B., Kopiez, R., Altenmüller, E. (2010). Chills in different sensory domains – Frisson elicited by acoustical, visual, tactile and gustatory stimuli. *Psychology of Music*, 39(2), 220-239.

³³ Goldstein, A. (1980). Thrills in response to music and other stimuli. *Physiological Psychology*, 8(1), 126-129.

terweise gibt es Unterschiede zwischen den Berufsgruppen. Musikstudenten sind mit bis zu 90 % anfälliger für Chills als Medizinstudenten (80 %) und Verwaltungsmitarbeiter einer Forschungseinrichtung (53 %). Selbst in einer ausgewählten Gruppe von Amateur-Chorsängern erlebten nur 72 % eine Chill-Reaktion, wenn sie unter Laborbedingungen 30 Minuten sehr emotionale Chormusik anhörten.³⁴ Grundsätzlich ist anzumerken, dass Chill-Reaktionen flüchtig und nicht einfach reproduzierbar sind. So zeigte sich in einem Experiment, dass selbst typische individuelle »Chill-Stellen« an sieben aufeinanderfolgenden Tagen nicht regelmäßig die gleichen Reaktionen auslösten und insgesamt die Chills immer seltener wurden, die Probanden sich also habituierten.

Darüber hinaus sind Chill-Reaktionen stark vom Kontext abhängig. In einer Untersuchung konnten wir nachweisen, dass das Hören emotional stark wirksamer Musik in einer Gruppe von Freunden zu weniger Chill-Reaktionen führt, als wenn diese Musik von den Teilnehmern allein gehört wurde. Dies weist auf eine weitere interessante Facette des Phänomens hin: Zumindest in unserer Kultur werden Chill-Reaktionen als sehr intim empfunden und sind möglicherweise auch mit Schamgefühlen verbunden.³⁵

In einer Reihe von weiteren Studien haben wir versucht, musikalische Faktoren zu bestimmen, die die Wahrscheinlichkeit für Chill-Reaktionen erhöhen. Die Hypothese war, dass bestimmte harmonische Progressionen, Klangfarben, Stimmen oder Lautstärkeverläufe zu diesem Phänomen beitragen. Die Ergebnisse waren sehr ernüchternd. Erstens fanden wir keine einfache Reiz-Reaktions-Beziehung, d.h. auch bei emotional sehr anregender Musik sind Chill-Reaktionen eher selten und nicht einfach reproduzierbar. Zweitens gab es keine Kombination von musikalischen Faktoren, die bei unterschiedlichen Hörern zuverlässig Chill-Reaktionen erzeugten. Das einzige Merkmal, das in unseren Experimenten als eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für die Entstehung einer Chill-Reaktion gefunden wurde, war ein unerwarteter Bruch in der musikalischen Struktur oder, in der Terminologie von David Huron, eine Nichterfüllung von Erwartungen.³⁶

Bei 38 hinsichtlich Alter, musikalischer Vorbildung und Geschlecht heterogenen Probanden (Alter: 11-72 Jahre, 29 Frauen, fünf professionelle Musiker, 20 Amateurmusiker und 13 Nicht-Musiker) analysierten wir die musikalischen Parameter der jeweils individuellen Gänsehautmusik im Labor. Bei 29 % der Musikstücke konnten wir den Einsatz einer Melodiestimme, sei es eines Instrumentes oder einer Singstimme, identifizieren. Bei 19 % fanden wir einen Spitzenwert in der Lautheit und bei 14 % einen Spitzenwert in der Brillanz, der sich in einem Anstieg der Energie im Frequenzbereich zwischen 920 und 4.400 Hz niederschlug. Weniger ausschlaggebend war die Erhöhung des Parameters »Rauig-

keit«. Bei 12 % der Chill-Reaktionen wurde eine Erhöhung der Rauigkeit durch ein reduziertes Ton/Rausch-Verhältnis beobachtet. Dies entspricht einer Steigerung im Bereich der akustischen »Dichte«³⁷ und geschieht zum Beispiel, wenn mehrere Instrumente im Orchestersatz hinzukommen, und Lautstärke und Tempo zunehmen. In der Empfindung der Probanden gehen alle diese akustischen Veränderungen mit einem Anstieg der Erregung einher, die wir in Echtzeit während des Hörens mittels einer Computermouse und des Programms »EMuJoy«³⁸ erfassten. Dabei werden Änderungen der Erregung (Arousal) und des Gefallens (Valenz) stufenlos auf einem zweidimensionalen Koordinatensystem abgebildet. Ein typisches Beispiel für alle oben genannten Kriterien ist der »Barrabas-Ruf« aus der Matthäus-Passion von Johann Sebastian Bach. Wie schon erwähnt, ist die Chill-Reaktion beim »Barrabas-Ruf« nicht reflexhaft, sondern hängt von vielen Faktoren ab, z.B. von der Hörsituation des Individuums, vom allgemeinen Wohlbefinden, von der Aufmerksamkeit und von der Tagesform.

In Bezug auf Persönlichkeits-Faktoren unterschieden sich in der oben untersuchten heterogenen Gruppe die Teilnehmer mit häufigen Chill-Reaktionen (Chill-Responder) stark von jenen, die keine Chills verspürten. Chill-Responder waren vertraut mit klassischer Musik, bewerteten Musik als wichtiger für ihr Leben, identifizierten sich mehr mit der Musik, die sie bevorzugten, und hörten im Alltag häufiger Musik. In Bezug auf psychologische Merkmale zeigten Chill-Responder eine allgemeine Tendenz zu niedrigeren Reizschwellen, waren empfindsamer und waren stärker abhängig von anderen Menschen und von emotionaler Zuwendung.³⁹

Da die Vertrautheit mit dem musikalischen Genre und persönliche emotionale Erinnerungen wichtige Faktoren für die Auslösung von Chill-Reaktionen zu sein schienen, wollten wir dies in einem weiteren Experiment genauer überprüfen. Wir rekrutierten 54 Patienten aus drei verschiedenen Amateur-Chören, die Mozarts Requiem aufgeführt hatten (im Folgenden »Mozart-Gruppe« genannt), und 41 Teilnehmer aus Gospel- und Pop-Chören (im Folgenden als »Kontrollgruppe« bezeichnet). Letztere waren nicht mit dem Mozart-Requiem und mit klassischer Musik vertraut. Wir spielten nun diesen Teilnehmern emotional bewegende Auszüge aus Mozarts Requiem (Lacrimosa, Confutatis, Rex tremendae, Tuba mirum, Dies irae) vor, wobei wir sowohl eigene Aufnahmen aus der Mozart-Gruppe als auch eine Interpretation von Herbert von Karajan verwendeten. Darüber hinaus wurden Auszüge aus dem Requiem von Puccini und aus der Bach-Motette »Unser Leben ist ein Schatten« gespielt, die jeweils nur von einem der drei Chöre der Mozart-Gruppe gesungen worden waren. Gemessen wurden die subjektive Intensität der Gefühle und die wahrgenommenen Chill-Reaktionen mit dem EMuJoy-Programm. Zusätzlich wurden Hautleitfähigkeit, Herz- und Atemfrequenz abgeleitet.

Vergleichbar mit früheren Ergebnissen von Goldstein und Guhn, berichteten nur etwa zwei Drittel der Teilnehmer eine Chill-Reaktion. Es gab eine hohe interindividuelle Variabilität. Die maximale Chill-Anzahl während des etwa eine Stunde dauernden Experiments betrug bei einem Probanden n = 88! Im Durchschnitt erlebte jeder Teilnehmer neun Chill-Reaktionen. Interessanterweise zeigte sich kein Zusammenhang mit dem Alter, Geschlecht oder mit der Vorliebe für klassische Musik. Allerdings beeinflusste die Vertrautheit mit der Musik die Häufigkeit der Chill-Reaktionen. Sie traten weitaus häufiger in der Mozart-Gruppe als in der Kontrollgruppe (72 % gegenüber 56 % der Teilnehmer) auf, und die Gesamtzahl der Chill-Reaktionen war in dieser Gruppe viel höher als in der Kontrollgruppe (679 vs. 173 Chill-Antworten). Auch beim Hören der Bach-Motette und des Puccini-Requiem waren die Chill-Antworten

³⁴ Grewe O, Kopiez R, Altenmüller E. (2009). The chill parameter: Goose bumps and shivers as promising measures in emotion research. *Music Perception*, 27(1), 61-74.

³⁵ Sutherland, M. E., Grewe, O., Egemann, H., Nagel, F., Kopiez, R. & Altenmüller, E. (2009): The influence of social situations on music listening. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1169: 363-367.

³⁶ Grewe, O., Nagel, F., Kopiez, R., & Altenmüller, E. (2007). Listening to music as a re-creative process: Physiological, psychological and psychoacoustical correlates of chills and strong emotions. *Music Perception*, 24(3), 297-314.

³⁷ Nagel F, Kopiez R, Grewe O, Altenmüller E. (2008). Psychoacoustic correlates of musically induced chills. *Musicae Scientiae*, 12(1), 101-113.

³⁸ Nagel, F., Kopiez, R., Grewe, O., & Altenmüller, E. (2007). EMuJoy: Software for continuous measurement of perceived emotions in music. *Behav. Res. Methods*. 39(2), 283-290.

³⁹ Siehe Grewe et al. (2007).

⁴⁰ Grewe O, Altenmüller E, Nagel F, Kopiez R. (2009-2010). Individual emotional reactions towards music: Evolutionary-based universals? *Musicae Scientiae (Special Issue)*, 261-287.

signifikant häufiger bei den Choristen, die diese Stücke gesungen hatten. Weniger wichtig schien zu sein, ob die eigene oder eine fremde Interpretation gehört wurde.⁴⁰ Offensichtlich ist die Vertrautheit mit dem Stimulus ein wichtiger Faktor bei der Auslösung von Chill-Reaktionen. Darüber hinaus fördern die musikalische Biografie und individuelle Assoziationen (zum Beispiel die Erinnerungen an eine erhebende Aufführung in einer großartigen gotischen Kathedrale) die Empfänglichkeit für eine Chill-Reaktion enorm.

Im Folgenden wollen wir unsere Befunde in Bezug zum übergreifenden Thema dieses Aufsatzes – nämlich auf den evolutionär-adaptiven Wert der Musik – stellen. Demnach beruht die Chill-Reaktion biologisch auf einer phylogenetisch alten, reflexartigen Reaktion des sympathischen Nervensystems in Zusammenhang mit Thermoregulation und Droh- und Einschüchterungsgebärden. Sie ist biologisch mit Zunahme der Erregung verbunden und erleichtert die Gedächtnisbildung. Beim Menschen erfolgt die Reaktion im auditiven Bereich einerseits in Zusammenhang mit negativ bewerteten, lauten, hochfrequenten, und rauen Geräuschen, andererseits in Zusammenhang mit angenehmen musikalischen Stimuli, die mit einer Aktivierung des dopaminergen Belohnungssystems im Gehirn einhergehen. Faktoren, die diese positiven Chill-Reaktionen fördern, sind: plötzliche strukturelle Veränderungen der Musik, der Anfang von etwas Neuem, die Erhöhung der Lautstärke im hohen Register, die Verknüpfung mit positiven emotionalen Erinnerungen und eine allgemeine Vorliebe für das betreffende Musikgenre. Chill-Reaktionen sind außerdem bei empfindsamen und sozialen Persönlichkeiten häufiger. Im folgenden letzten Abschnitt werden wir zeigen, wie die Chill-Reaktion einen adaptiven Wert der Musik in der menschlichen Evolution begründen könnte. Schließlich werden wir unser Modell der »gemischten Ursprünge der Musik« (MOM) in der menschlichen Evolution vorstellen.

Zu den evolutionären Wurzeln der Musik: Hinweise aus der Chill-Reaktion

Der evolutionär-adaptive Wert der Chill-Reaktion liegt auf der Hand, wenn man die oben genannten biologischen Begleiterscheinungen bedenkt. Negative Chill-Reaktionen waren vielleicht die Reaktionen auf die kreischenden, panischen Schreie von Artgenossen, die von einem Feind angegriffen wurden. Sie können als Reste eines evolutionär alten, affektiven Kommunikationssystems betrachtet werden. Noch heute findet man bei vielen sozial lebenden Säugern bei Bedrohung derartige Lautäußerungen. Außerdem fördern die negativen Emotionen ein Vermeidungsverhalten, sodass der Abstand zur Schallquelle erhöht wird. Auf diese Weise wird ein Sicherheitsabstand erzielt und das Gehör geschützt. Schließlich wird in Zusammenhang mit kämpferischen Auseinandersetzungen der Gegner durch die aufgestellten Haare eingeschüchtert und gleichzeitig die Gedächtniskonsolidierung für die Situation gefördert. Auf diese Weise werden die Situationen besser memoriert und auch die damit verbundenen akustischen Muster eingespeichert. Vielleicht reichen die Wurzeln eines solchen Verhaltens drei Millionen Jahre zurück, als unser ca. ein Meter kleiner Vorfahr, *Australopithecus afarensis*, durch das hohe Gras der zentralafrikanischen Trockensteppen streifte und von den Schreien der ihm jagenden großen afrikanischen Adler in Panik versetzt wurde.

Die Situation für die positive Chill-Reaktion beim Hören von Musik ist komplizierter. Die häufig zitierte »Trennungsruf«-Hypothese von Jaak Panksepp⁴¹ ist bislang noch nicht empirisch belegt. Gegen den

Trennungsruf als ursprüngliche Quelle der Chill-Reaktion spricht der fehlende Nachweis von akustisch evozierten Chill-Reaktionen bei Säuglingen und Kleinkindern, zum Beispiel beim Hören von beruhigenden Wiegenliedern. Eventuell ist ein solches Phänomen bislang übersehen worden. Aber nach unseren informellen Befragungen von Kindern und Jugendlichen scheinen die positiven Chill-Reaktionen frühestens kurz vor Erreichen der Pubertät aufzutreten. Zugegebenermaßen fehlt auch zu diesem interessanten Thema noch empirische Forschung.

Es gibt zwei weitere Möglichkeiten, den positiven Chill-Reaktionen einen evolutionär-adaptiven Wert zuzusprechen. Da Chill-Reaktionen vor allem bei neuen, unerwarteten akustischen Stimuli entstehen und die Gedächtnisbildung erleichtern, wird dadurch unser akustisches Muster-Erkennungsvermögen erhöht und unser Repertoire an akustischen Gestalten erweitert. Darüber hinaus ist die Chill-Reaktion mit der Aktivierung der neuronalen Belohnungsnetzwerke verbunden, wodurch die Erlebnisse positiv bewertet werden und unsere Neugier auf unerwartete akustische Ereignisse lustvoll gesteigert wird. Dies wiederum war von evolutionärer Bedeutung, da eine schnelle und präzise Klassifizierung von akustischen Reizen eine Voraussetzung für ein optimales Verhalten war. So konnten wir die Geräusche eines sich nachts anschließenden Raubtiers, aber auch die feinen Nuancen der emotionalen Lautäußerungen unserer Artgenossen sicher erkennen. Wir vermuten daher, dass die treibende Kraft für die Entwicklung unseres überlegenen auditiven Gedächtnisses eben jene Chill-vermittelte Belohnung bei der Identifizierung neuer akustischer Muster war. Vermutlich boten auch die ersten Lieder und Gesänge, die ersten Klänge von primitiven Musikinstrumenten, z. B. das Schlagen mit Hölzern auf hohle Baumstämme, einen sicheren Rahmen, um das auditive Unterscheidungsvermögen zu trainieren. Darüber hinaus wurden die stimmlichen Fähigkeiten verbessert und damit auch die Voraussetzungen für ein hochdifferenziertes akustisches Kommunikationssystem, nämlich die Sprache, geschaffen.

Das zweite evolutionär-adaptive Merkmal der Chill-Reaktion ist die Erzeugung von positiven Emotionen. Durch Aktivierung des sympathischen Nervensystems und des Belohnungssystems konnte Musik als eine »transformative Technologie des Geistes« (TTM) Momente des Glücks und des Trostes im harten Leben der frühen, modernen Menschen bereiten. Vor 35.000 Jahren lagen die Hohle-Fels-Höhle und die »Geißenklösterle«-Höhle in der alpinen Tundra. Erkrankungen des Bewegungsapparats, Magen-Darm-Infektionen, Parasiten, Zahnschmerzen und die allgegenwärtige Kälte machten das Leben beschwerlich. Musik konnte hier Momente des Wohlbefindens erzeugen und so die Liebe zum Leben neu erwecken.

Was sind dann die Ursprünge der Musik und wann begann Musik, Teil unseres menschlichen Daseins zu werden? Im Folgenden wollen wir unsere »Mixed Origins of Music«-Theorie oder kurz »MOM«-Theorie darstellen. Darin versuchen wir, die verschiedenen Aspekte zu berücksichtigen, die für einen evolutionär-adaptiven Wert der Musik sprechen. Wir sind uns bewusst, dass diese Theorie, – wie viele andere Theorien zur Evolution –, nicht direkt nachgewiesen werden kann, da es keine Aufzeichnungen über die musikalischen Aktivitäten der ersten Menschen gibt. Allerdings sind wir bestrebt, unsere Argumente mit physiologischen Befunden, die auf phylogenetisch alte Mechanismen verweisen, zu unterstützen.

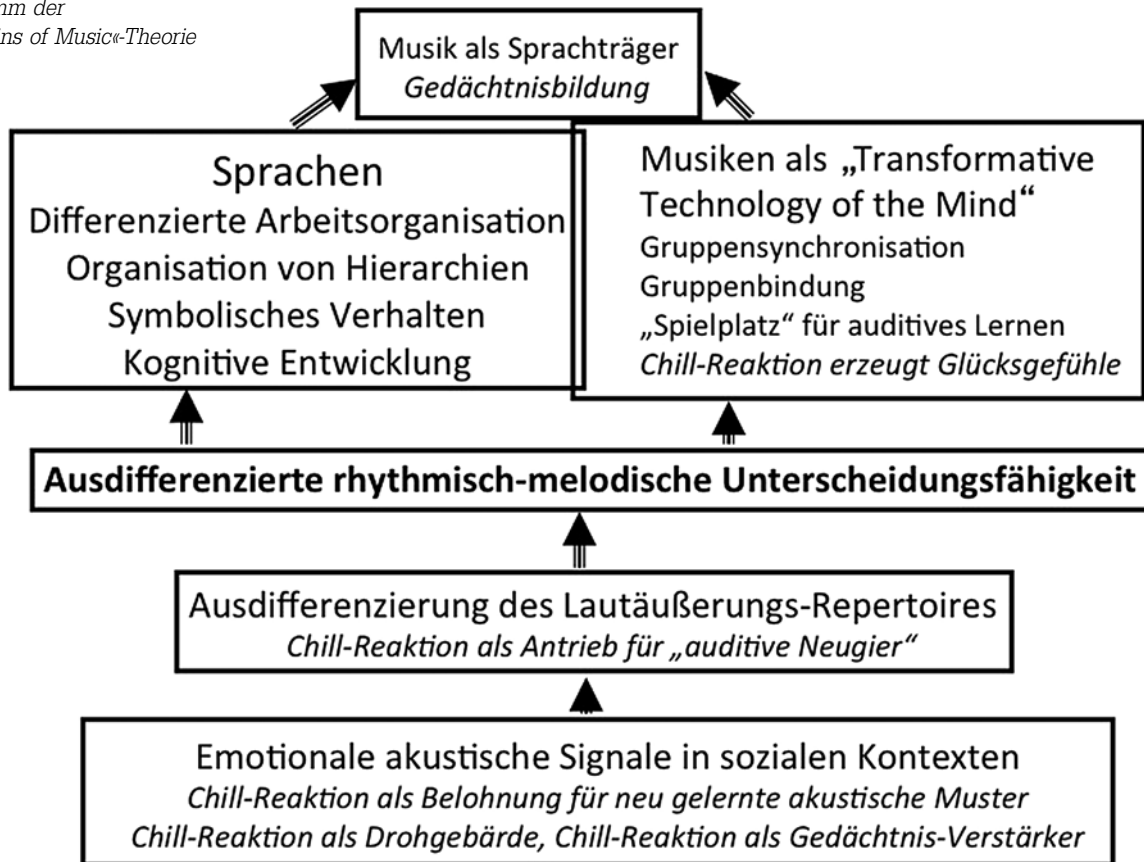
⁴¹ siehe J. Panksepp (1995).

Wenn wir die Chill-Reaktion bei Musik betrachten, so kann man davon ausgehen, dass ihre Wurzeln phylogenetisch alt sind und ursprünglich der Thermoregulation, aber auch der Abwehr gedient haben. Das erklärt, warum diese Reaktion einerseits bei positiv bewerteten Reizen, die mit »sozialer Wärme« einhergehen, andererseits bei negativ bewerteten schrillen Lauten auftritt. Im Lauf der Phylogenese wurden diese sehr einfachen Reaktionen veränderbar, und die reflexartigen Verschaltungen wurden durch Lernen moduliert. Insbesondere, nachdem die Behaarung und damit der ursprüngliche thermoregulatorische Zweck verloren war, konnte die Chill-Reaktionen für andere Sinnesmodalitäten genutzt werden. Die begleitende Erregung und die Ausschüttung von Neurohormonen unterstützten die Gedächtnisbildung. Dies war insbesondere in der akustischen Modalität von Vorteil, da sich das soziale Lautrepertoire der frühen Hominiden enorm erweiterte und somit vor allem auch ein leistungsstarkes Gedächtnis für auditive Muster notwendig wurde. Vermutlich traten diese Chill-Reaktionen bei einfachen emotionalen Lautäußerungen, zum Beispiel beim Stöhnen und Lachen auf. Nach und nach entwickelte sich eine differenzierte rhythmisch-melodische Unterscheidungsfähigkeit, die erst die Voraussetzung für die »Erfindung« der Musik bildete.

Dieser Vorgang könnte mit der Erfindung der Kontrolle des Feuers vergleichbar sein. Musik hatte dabei zahlreiche positive Wirkungen: Sie unterstützte auf spielerische Weise die auditive Mustererkennung, sie förderte das Wohlbefinden und den sozialen Zusammenhalt. In Abbildung 1 haben wir unsere MOM-Theorie grafisch dargestellt und das oben Gesagte zusammengefasst.

Zusammenfassend argumentieren wir, dass auf der Grundlage eines sehr alten affektiven Kommunikationssystems auditives Lernen durch die Chill-Reaktion belohnt wurde. Dies führt zu einer zunehmenden Verfeinerung der auditiven Diskriminationsfähigkeit, zur präzisen Wahrnehmung von Rhythmen und Melodien. Dies wiederum könnte den Boden für den Erwerb von Sprache und auch für die »Erfindung« der Musik bereitet haben. Musik diente dabei zahlreichen Funktionen, wie ja auch die Kontrolle des Feuers zahlreiche positive Konsequenzen für die Menschen hatte. Musik bot einen sicheren »Spielplatz« für neue Hör-Erfahrungen, förderte die Gruppen-Synchronisierung, den Gruppenzusammenhalt, die Mutter-Kind-Bindung und den Spracherwerb. Musik erhöhte das Wohlbefinden – und in seltenen Momenten erzeugte Musik sogar Glücksgefühle: die Chill-Reaktion.

Flussdiagramm der »Mixed Origins of Music«-Theorie



Neue Ansätze zur Bewertung von Hörschäden



Cornelia Thiele,
Deutsches HörZentrum Hannover der
HNO-Klinik,
Medizinische Hochschule Hannover

Die Bewertung des Hörschadens ist neben der Klärung der Kausalitätsfrage ein wichtiges Ziel der Begutachtung. Auf der Grundlage einer quantitativen Bewertung des Hörvermögens werden der Grad der Behinderung/Grad der Schädigungsfolgen (GdB/GdS) oder im Falle der Begutachtung der beruflich bedingten Lärmschwerhörigkeit die Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) abgeschätzt. In Deutschland bilden die sprachaudiometrischen Befunde die wichtigste Grundlage zur quantitativen Bewertung des Hörschadens. Anhand der Tabelle von Boenninghaus und Röser (Boenninghaus & Röser, 1973) wird aus den Ergebnissen des Freiburger Sprachtests ein prozentualer Hörverlust für Sprache ermittelt. Hierbei fließen der Hörverlust für Zahlen (normierte 50-Prozent-Sprachverständlichkeitsschwelle im Freiburger Zahlentest) und das, aus dem Freiburger Einsilbertest bestimmte, einfache Gesamtwortverstehen bzw. das gewichtete Gesamtwortverstehen ein.

Berechnungsmethode nach der Königsteiner Empfehlung

Die Königsteiner Empfehlung bildet im Falle einer angezeigten beruflichen Lärmschwerhörigkeit die Richtlinie für die Begutachtung. In Abbildung 1 ist das Berechnungskonzept zur Bestimmung des prozentualen Hörverlustes und zur Abschätzung der MdE schematisch dargestellt, wie es in der Königsteiner Empfehlung (DGUV, 2012) beschrieben ist. Die Ermittlung der MdE aus dem prozentualen Hörverlust ist in der Neuauflage von der vorherigen Version, dem Königsteiner Merkblatt (4. Auflage) (HVBG, 1996), unverändert übernommen worden.

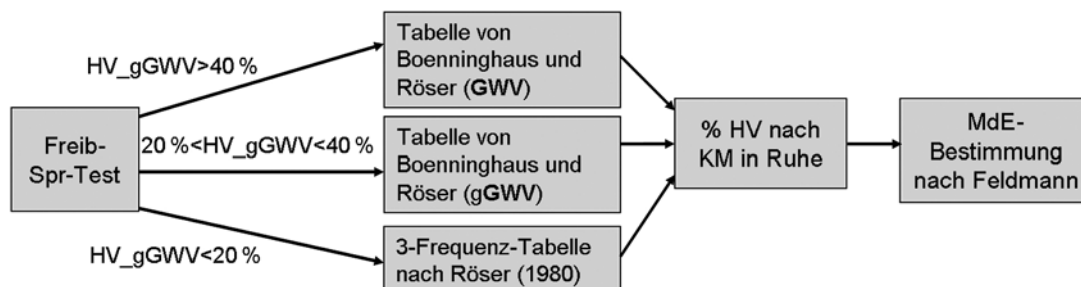


Abb. 1:
Berechnungskonzept zur
Abschätzung der MdE
nach den Vorgaben der
Königsteiner Empfeh-
lung

Aus dem Freiburger Einsilbertest ergeben sich das einfache Gesamtwortverstehen durch Addition der Verständnisquoten bei 60 dB, 80 dB und 100 dB. Zur Bestimmung des gewichteten Gesamtwortverstehens werden die Verständnisquoten im Verhältnis 3 (60 dB): 2 (80 dB): 1 (100 dB) gewichtet. Nach den Vorschriften der Königsteiner Empfehlung wird der prozentuale Hörverlust zunächst unter Verwendung des gewichteten Gesamtwortverstehens, abgekürzt HV_gGWV, bestimmt. Das Ergebnis des HV_gGWV bildet die Grundlage für die Aufteilung in unterschiedliche Berechnungsschritte. Liegt das Ergebnis zwischen 20 % und 40 % wird der HV_gGWV verwendet. Ist der HV_gGWV größer als 40 % wird der prozentuale Hörverlust aus dem einfachen Gesamtwortverstehen verwendet, um eine Überwertung bei mittel- bis hochgradigen Hörverlusten zu vermeiden. Im Falle eines HV_gGWV < 20 % wird zusätzlich der Hörverlust aus dem Tonaudiogramm anhand der 3-Frequenz-Tabelle nach Röser (Röser, 1980) bestimmt und in die Berechnung einbezogen. Anhand der Tabelle von Feldmann (Feldmann, 1994) wird aus dem prozentualen Hörverlust pro Ohr abschließend die Gesamt-MdE bestimmt.

Kritikpunkte am aktuellen Vorgehen

Die Bewertung des Hörschadens basiert nur auf Verfahren in Ruhe. Der Freiburger Sprachtest, der die wichtigste Grundlage darstellt, ist seit Ende der 50er-Jahre in Gebrauch. Er ist standardisiert und ein wichtiges Maß zur Diagnostik und Begutachtung des Hörvermögens. Weiterhin wird er bei der Hörgeräteindikation und Nutzenüberprüfung eingesetzt. Er steht aber aufgrund der Überartikulation und der veralteten Aussprache der Testwörter sowie der unterschiedlichen Schwierigkeit der Testlisten (Bangert, 1980) immer wieder in der Kritik. Da inzwischen auch modernere Verfahren zur Verfügung stehen, die sich durch eine bessere Aufnahmequalität und gleichschwierige, phonetisch ausgewogene Wortlisten sowie eine aktuelle Wortauswahl auszeichnen, ist zu prüfen, ob diese nicht auch für die Bewertung von Hörschäden hinzugezogen werden sollten.

Weiterhin ist der Freiburger Sprachtest nicht für die Messung im Störgeräusch ausgelegt. Bisher fließen daher auch keine Ergebnisse des Sprachverstehens im Störgeräusch in die Bewertung des Hörschadens ein. Jedoch liegt bei Personen mit Lärmschwerhörigkeit typischerweise

ein isolierter Hochtonverlust vor. Dieser ist gekennzeichnet durch eine gute Verstehensleistung in ruhiger Umgebung bei einer Beeinträchtigung der Hörfähigkeit in geräuschvollen Umgebungen. Das mangelnde Sprachverstehen im Störgeräusch kann durch die Verfahren in Ruhe nicht ausreichend abgebildet werden. Um diese Unterbewertung zu verringern, wurden bereits in der Vergangenheit zusätzliche Berechnungsmethoden in das Königsteiner Merkblatt eingeführt. Hierzu gehören das gewichtete Gesamtwortverstehen (1991) (Feldmann, 1988) und der Einbezug des Hörverlusts aus dem Tonaudiogramm (1996) (3-Frequenz-Tabelle, Röser, 1980) bei Personen mit einem prozentualen Hörverlust unter 20 % (ursprünglich war eine Bewertung nur auf Basis des einfachen Gesamtwortverstehens vorgesehen). Doch auch die zusätzlich eingeführten Berechnungsmethoden beruhen weiterhin ausschließlich auf den Messungen in Ruhe. Hinzu kommt, dass der Einbezug des Tonaudiogramms nur in bestimmten Fällen Einfluss auf das Ergebnis nimmt. Eine tatsächliche Messung des Sprachverstehens im Störgeräusch kann durch diese Methoden daher nicht ersetzt werden. Da inzwischen Verfahren für die Messung des Sprachverstehens im Störgeräusch zur Verfügung stehen, wäre es zeitgemäß, das Sprachverstehen im Störgeräusch auch in die Bewertung von Hörschäden einfließen zu lassen.

Neue Ansätze

Im Rahmen der Audiologie-Initiative Niedersachsen wurden neue Ansätze zur Bewertung von Hörschäden erarbeitet. Hierbei wurde die Verwendung alternativer Sprachtestverfahren in Ruhe und im Störgeräusch geprüft.

a) Moderne Sprachtests in Ruhe als Alternative für den Freiburger Sprachtest

Im Rahmen des Projektes wurden der Göttinger Satztest in Ruhe (Kollmeier & Wesselkamp, 1997; Wagener, 2004) und der Wako-Einsilber-Reimtest (WAKO) (v. Wallenberg & Kollmeier, 1989) als Alternativen geprüft. Dabei war es das Ziel die Tabellenwerke zur Begutachtung zu übernehmen, welche für den Freiburger Sprachtest ausgelegt sind.

Freiburger Zahlen – Göttinger Satztest in Ruhe

Der Göttinger Satztest in Ruhe wurde als Alternative für den Freiburger Zahlentest getestet. In experimentellen Studien mit N=31 (Sukowski, 2009) und N=145 (Sukowski, 2010) mit schwer hörenden Probanden ergab sich eine hohe Korrelation ($r > 0,9$) zwischen dem Göttinger Satztest in Ruhe und dem Freiburger Zahlentest. In (Sukowski, 2010) wurde ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,978$ ermittelt.

Außerdem wurden N=123-Patienten im Rahmen der klinischen Anwendung gemessen. Auch hier zeigte sich eine sehr hohe Korrelation ($r = 0,918$) zwischen dem Göttinger Satztest in Ruhe und dem Freiburger Zahlentest. In Abbildung 2 sind die Daten für N=236 Ohren dargestellt. Aufgetragen ist der Hörverlust für Sätze, ermittelt aus dem Göttinger Satztest in Ruhe, über dem Hörverlust für Zahlen ermittelt aus den Freiburger Zahlen. Der Hörverlust für Sätze ergibt sich analog zum Hörverlust für Zahlen, indem von der 50-Prozent-Sprachverständlichkeitsschwelle im Göttinger Satztest in Ruhe der Wert 19,6 dB (Referenz für normal hörende (Wagener, 2004) abgezogen wird.

Die Zuordnung der Audiogrammkategorien erfolgte wie bei (Thiele, 2012) beschrieben. Bei Betrachtung von Abbildung 2 ist eine Gruppe zu erkennen, die nicht auf der Anpassungsgeraden liegt, sondern im

Göttinger Satztest höhere Schwellen erreicht als im Freiburger Zahlentest. Bei dieser Gruppe handelte es sich vornehmlich um Personen mit mittelgradiger Schwerhörigkeit mit Schrägabfall und um Personen mit einem Hochtonsteilabfall. Trotz starken Hörverlustes bei den hohen Frequenzen schneiden die Personen im Freiburger Zahlentest noch sehr gut ab. Das bessere Ergebnis im Freiburger Zahlentest ist daher vermutlich auf das noch gute Tieftonverstehen zurückzuführen. Das Ergebnis spiegelt aber nicht die Beeinträchtigung der Patienten wider. Diese wird mit dem Göttinger Satztest in Ruhe besser abgebildet, weil hier auch höhere Töne für das Verstehen benötigt werden und somit in das Ergebnis einfließen. Ein weiterer Vorteil des Göttinger Satztests ist, dass bei Verwendung des adaptiven Verfahrens (Brand, 2002) die 50-Prozent-Schwelle im Göttinger Satztest in Ruhe anhand nur einer Liste bestimmt werden kann. Die Verwendung des Göttinger Satztests in Ruhe als Alternative für den Freiburger Zahlentest ist somit grundsätzlich möglich. Statt des Hörverlustes für Zahlen könnte der Hörverlust für Sätze in die Abschätzung der MdE eingehen.

Freiburger Einsilber – WAKO-Einsilber-Reimtest

Beim WAKO handelt es sich um ein geschlossenes Testverfahren. Das bedeutet, dass die Testperson die richtige Antwort selbstständig aus einer Liste von fünf Antwortalternativen aussucht, die sich nur in einem Phonem unterscheiden. In experimentellen Studien stellte sich heraus, dass im WAKO höhere Verständlichkeiten erreicht werden als im Freiburger Einsilber, wenn beide Testverfahren mit denselben Pegeln dargeboten werden (Sukowski, 2009). Um eine Übernahme der Tabellenwerke zu erreichen, ist daher beim WAKO eine Darbietung der Testwörter bei niedrigeren Pegeln als beim Freiburger Einsilbertest notwendig. Aus experimentellen Studien ergab sich die Schlussfolgerung, dass eine Pegelreduktion von 20 dB zu vergleichbaren Ergebnissen führt (Sukowski, 2010). Diese Ergebnisse wurden auch in der klinischen Anwendung geprüft. Dabei ließen sich die Ergebnisse grundsätzlich bestätigen. Jedoch stellte sich heraus, dass die Durch-

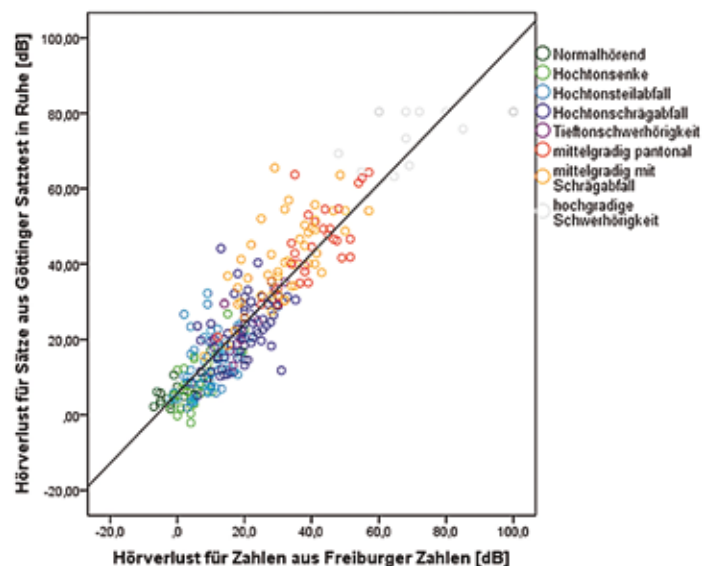


Abb. 2: Hörverlust für Sätze, ermittelt mit dem Göttinger Satztest in Ruhe, über dem Hörverlust für Zahlen, ermittelt aus Freiburger Zahlentest für N=236 Ohren. Die schwarze Gerade stellt die Anpassungsgerade dar.

führung des WAKO im geschlossenen Format für bestimmte Personengruppen problematisch sein kann. Dieses gilt zum einen für Personen mit Lese-Rechtschreib-Schwäche, zum anderen für Personen, deren Muttersprache nicht Deutsch ist.

b) Integration des Sprachverstehens im Störgeräusch

Neben den alternativen Verfahren für die Messung in Ruhe stehen inzwischen validierte Sprachtestverfahren im Störgeräusch zur Verfügung, anhand derer das Sprachverstehen in geräuschvoller Umgebung ermittelt werden kann. Die Erfassung dieser weiteren funktionalen Komponente des Hörens bietet gerade bei Personen mit geringgradigem Hörverlust die Möglichkeit, die Beeinträchtigung, die sich meist nur in geräuschvoller Umgebung zeigt, abzubilden. Im Rahmen des Projektes wurde ein Vorschlag entwickelt, wie das Sprachverstehen im Störgeräusch in den Begutachtungsprozess einfließen kann. Als Methode wurde der Göttinger Satztest im stationären Rauschen (goenose) (Kollmeier & Wesselkamp, 1997) verwendet. Der Rauschpegel lag während der gesamten Messung bei einem festen Wert von 65 dB. Der Sprachpegel wurde hingegen abhängig von der Anzahl der verstandenen Wörter im vorausgehenden Satz verändert. Anhand eines adaptiven Verfahrens (Brand, 2002) wurde der Signal-Rausch-Abstand (SNR) bestimmt, bei dem 50 % der Sprache verstanden wurde (L50 in dB SNR). Der Start-SNR lag bei 0 dB. Insgesamt wurde bei 172 Personen das Sprachverstehen im Störgeräusch zusätzlich zu den etablierten Verfahren zur Bestimmung des Sprachverstehens in Ruhe ermittelt.

Auf Grundlage der erhobenen Daten wurde eine Tabelle entwickelt, die dem Ergebnis des Göttinger Satztests im Störgeräusch (L50 in dB SNR) einen prozentualen Hörverlust für Sprache im Störgeräusch zuordnet (Tabelle 1, Thiele, 2011). Dafür wurde jedes Ohr anhand der Tonhörschwelle mittels eines automatisierten Verfahrens (Thiele, 2012) einer Audiogrammkategorie zugeordnet. Daraus folgte eine Einteilung der Tabelle in unterschiedliche Abstufungsbereiche. Im unteren Bereich der Tabelle (kleine SNR-Werte) wurde die größte Schrittweite für den prozentualen Hörverlust im Störgeräusch gewählt, da sich in diesem schmalen L50-Bereich (-4 bis -2 dB SNR) die Ergebnisse für die Personen mit Hochtonverlust befanden. Für diese Personen lieferte die Messung im Störgeräusch die entscheidende Information. Höhere L50-Werte wurden von Personen mit mittelgradiger Schwerhörigkeit erreicht, bei denen auch bereits eine Beeinträchtigung in Ruhe vorlag, sodass das Sprachverstehen im Störgeräusch eine ergänzende Information bot. Bei den hochgradig Schwerhörigen kann davon ausgegangen werden, dass das Störgeräusch nur teilweise oder gar nicht mehr wahrgenommen werden konnte und es sich somit für diese Personen vielmehr um eine Messung in Ruhe handelte. Im oberen Bereich der Tabelle 1 wurde der prozentuale Hörverlust im Störgeräusch daher so festgelegt, dass er dem prozentualen Hörverlust in Ruhe entspricht.

In Abbildung 3 ist der prozentuale Hörverlust, wie er sich nach den Vorgaben der Königsteiner Empfehlung ergibt, dem neu definierten prozentualen Hörverlust für Sprache im Störgeräusch für insgesamt 388 Ohren gegenübergestellt. Hier wird deutlich, dass die meisten Ohren, die nach der Königsteiner Empfehlung einen Hörverlust von 0 % erreichen, einen Hörverlust im Störgeräusch > 0 % erhalten; in der Mehrzahl bekommen sie einen prozentualen Hörverlust von 20 %. Einige Werte liegen sogar darüber. Anhand der Messung im Störgeräusch ist somit eine Beeinträchtigung feststellbar, die mit den Methoden der Königsteiner Empfehlung bisher nicht detektierbar war.

L50 [dB SNR]	HV_Stör [%]
<-4,0	0
≥-4,0	10
≥-3,0	20
≥-2,0	30
≥-1	35
≥0	40
≥1	45
≥2	50
≥3	55
≥4	60
≥5	65
≥6	70
≥8	75
≥10	80
≥12	85
≥14	90
≥16	95
≥18	100

Tabelle 1: Hörverlust für Sprache im Störgeräusch (HV_Stör) aus dem L50 des Göttinger Satztests im stationären Störgeräusch (Störpegel = 65 dB)

Berechnungskonzept unter Berücksichtigung der neuen Ansätze

Um den neu definierten prozentualen Hörverlust für Sprache im Störgeräusch in die Abschätzung der MdE einfließen zu lassen, wurde das in Abbildung 4 dargestellte Berechnungskonzept erstellt. Dieses schlägt vor, den Gesamt-Hörverlust durch Mittelung des prozentualen Hörverlustes für Sprache in Ruhe und des prozentualen Hörverlustes für Sprache im Störgeräusch zu bestimmen. Zur Bestimmung des prozentualen Hörverlustes in Ruhe können als Alternative für den Freiburger Sprachtest wie unter Punkt a) beschrieben der Göttinger Satztest in Ruhe und der WAKO verwendet werden. Der prozentuale Hörverlust für Sprache im Störgeräusch wird unter Verwendung des Göttinger Satztests im stationären Rauschen bei 65 dB aus Tabelle 1 bestimmt. Bei dem hier gemachten Vorschlag kann bei der Berechnung des Hörverlustes in Ruhe auf die Verwendung des gewichteten Gesamtwortverstehens und den Einbezug des Tonaudiogramms verzichtet werden. Dadurch ergibt sich eine Vereinfachung im Vergleich zum Berechnungskonzept nach der Königsteiner Empfehlung. Weiterhin sind diese beiden Hilfsmethoden nicht mehr notwendig, da die Beeinträchtigung im Störgeräusch nun tatsächlich durch ein Messverfahren im Störgeräusch abgebildet werden kann. Aus dem Gesamt-Hörverlust, der sowohl die Beeinträchtigung in Ruhe als auch im Störgeräusch berücksichtigt, und der für jedes Ohr separat bestimmt wird, kann schließlich der MdE-Wert aus der Tabelle von Feldmann (Feldmann, 1996) abgelesen werden.

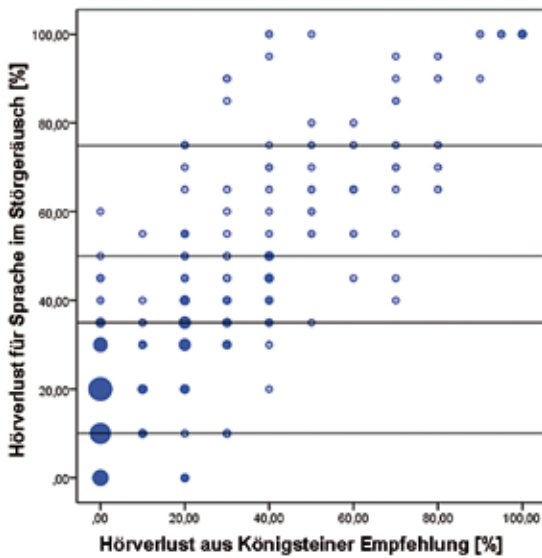


Abb. 3: Prozentualer Hörverlust für Sprache im Störgeräusch, dargestellt über dem prozentualen Hörverlust nach der Königsteiner Empfehlung für N=338-Ohren

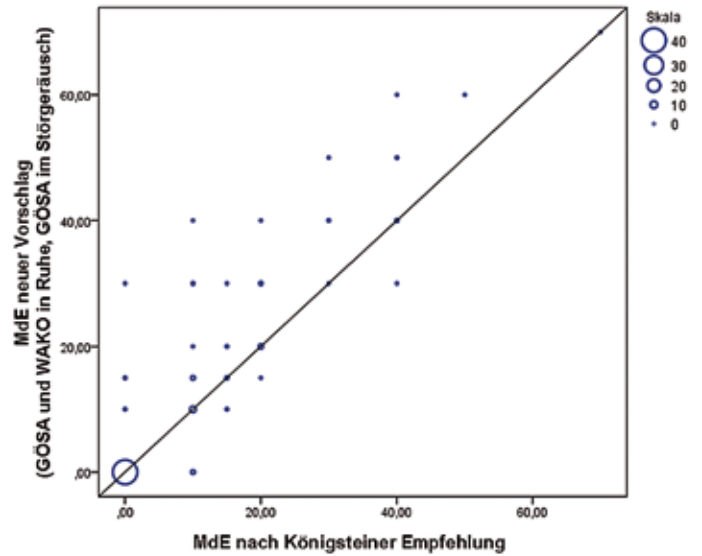


Abb. 5: MdE nach dem neuen Vorschlag (Göttinger Satztest (GÖSA) und WAKO-Einsilber-Reimtest (WAKO) in Ruhe sowie GÖSA im Störgeräusch) über der MdE nach der Königsteiner Empfehlung für N=91-Personen

MdE-Abschätzung unter Anwendung der neuen Ansätze

Insgesamt lagen 91 Datensätze vor, bei denen sowohl die alternativen Messungen in Ruhe (Göttinger Satztest in Ruhe, WAKO) als auch der Göttinger Satztest im Störgeräusch durchgeführt wurden. In Abbildung 5 ist dargestellt, wie sich die MdE-Werte des neuen Vorschlags gegenüber den MdE-Werten nach dem KM verschieben. Es wird deutlich, dass die größte Verschiebung im unteren Bereich bei einer MdE ≤ 20 stattfindet. Dieses lässt sich darauf zurückführen, dass durch den Einbezug des Sprachverstehens im Störgeräusch höhere Hörverlustwerte gerade für Personen mit Hochtonverlusten ermittelt werden, die dann MdE-Werte im Bereich von 10 % bis 20 % erreichen. In Abbildung 5 ist aber auch zu erkennen,

dass es keine grundsätzliche Verschiebung hin zu höheren MdE-Werten gibt. Von den 91 Personen bleiben bei 56 Personen die ermittelten Werte gleich, bei 27 Personen kommt es zu höheren MdE-Werten, und bei 8 Personen wird sogar ein geringerer MdE-Wert erreicht.

Schlussfolgerungen

a) Moderne Sprachverständlichkeitstests in Ruhe

Die 50-Prozent-Sprachverständlichkeitsschwelle, ermittelt mit dem Göttinger Satztest in Ruhe, zeigte sowohl in experimentellen Studien als auch in der klinischen Anwendung eine hohe Korrelation $r > 0,9$ zur 50-Prozent-Schwelle im Freiburger Zahlentest. Der Göttinger

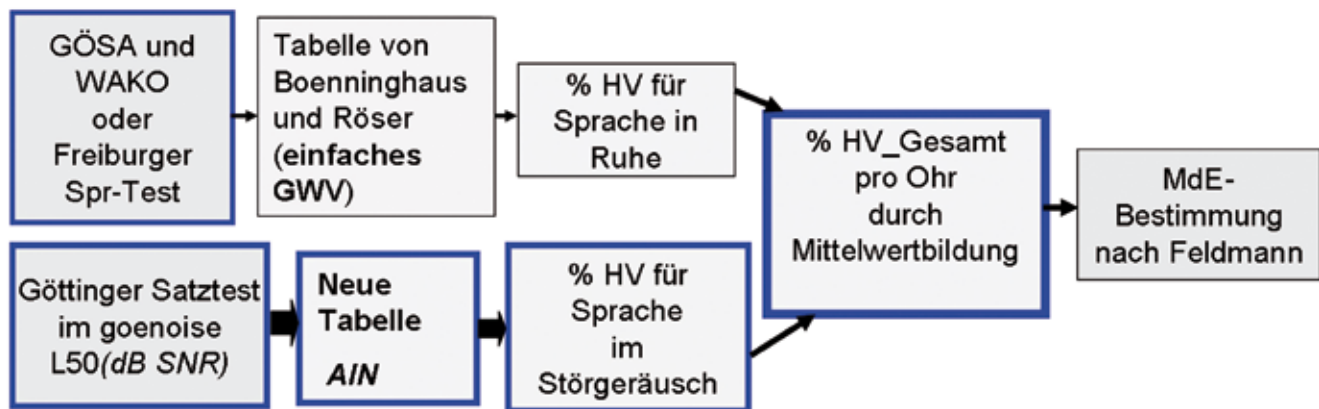


Abb. 4: Vorgeschlagenes Berechnungskonzept zum Einbezug von Sprachverständlichkeitsmessungen im Störgeräusch in den Begutachtungsprozess

ger Satztest in Ruhe könnte daher als Alternative für den Freiburger Zahlentest zur Bewertung von Hörschäden verwendet werden. Statt des Hörverlustes für Zahlen würde dann der Hörverlust für Sätze zur Berechnung herangezogen.

Mit dem WAKO steht eine Alternative für den Freiburger Einsilber zur Verfügung. Um auf vergleichbare Ergebnisse zu kommen, zeigte sich in experimentellen Studien, dass der WAKO mit einer Pegelreduktion von 20 dB gegenüber dem Freiburger Einsilber dargeboten werden muss. Dieses konnte ebenfalls in der klinischen Anwendung bestätigt werden.

b) Integration des Sprachverstehens im Störgeräusch

Auf Basis des Göttinger Satztests im Störgeräusch wurde eine Tabelle entwickelt, anhand welcher aus den Sprachtestergebnissen im Störgeräusch ein prozentualer Hörverlust für Sprache im Störgeräusch bestimmt werden kann. Dieser ermöglicht es, die Beeinträchtigung der Personen mit Hochtonverlusten quantitativ abzubilden, die sich vornehmlich in geräuschvoller Umgebung zeigt und mit den Methoden der Königsteiner Empfehlung, die nur auf Verfahren in Ruhe beruhen, bisher nicht abbildbar war.

Unter Verwendung des prozentualen Hörverlustes für Sprache im Störgeräusch ist es möglich, alle Schwerhörigen auf Basis ihrer Befunde in Ruhe und im Störgeräusch zu bewerten, wie im neuen Berechnungskonzept vorgesehen. Bei der Bestimmung des Hörverlustes für Sprache in Ruhe können statt des Freiburger Sprachtests alternativ der Göttinger Satztest in Ruhe und der WAKO verwendet werden. Weiterhin kann eine Vereinfachung in der Bestimmung des prozentualen Hörverlustes in Ruhe vorgenommen werden, da durch den Einbezug des Hörverlustes für Sprache im Störgeräusch auf die Hilfsmethode des gewichteten Gesamtwortverstehens und den Einbezug des Tonaudiogramms bei einem Hörverlust < 20 % verzichtet werden kann.

Insgesamt führt die Verwendung der moderneren Verfahren nicht grundsätzlich zu höheren MdE-Werten. Die größte Verschiebung zu höheren MdE-Werten findet in einem Bereich bis 20 % statt, in dem sich gerade die Personen mit Hochtonverlust befinden, dessen Beeinträchtigung bisher durch die Verfahren in Ruhe nicht angemessen abgebildet werden konnte.

Literatur

- Bangert H (1980). Probleme bei der Ermittlung des Diskriminationsverlustes nach dem Freiburger Sprachtest. *Audiol. Akustik* 19: 166-170
- Boeninghaus H, Röser D (1973). Neue Tabellen zur Bestimmung des prozentualen Hörverlustes für das Sprachgehör. *Zeitschrift für Laryngologie, Rhinologie, Otologie und ihre Grenzgebiete* 52(3): 153-61
- Brand T, Kollmeier B (2002). Efficient adaptive procedures for threshold and concurrent slope estimates for psychophysics and speech intelligibility tests. *J Acoust Soc Am* 111: 2801-2810
- DGUV (2012) Empfehlung für die Begutachtung der Lärmschwerhörigkeit (BK-Nr. 2301) – Königsteiner Empfehlung – 5. Aufl., Berlin
- Feldmann H (1988). Die Problematik der quantitativen Bewertung von Hörstörungen in der Begutachtung. Ein neuer Vorschlag zur Berechnung des prozentualen Hörverlustes. *Laryng. Rhinol. Otol.* 67: 319-25
- Feldmann H (1994). *Das Gutachten des Hals-Nasen-Ohrenarztes*, 3. Aufl., Thieme, Stuttgart, New York
- HVBG. (1996). Königsteiner Merkblatt. Empfehlungen des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften für die Begutachtung der beruflichen Lärmschwerhörigkeit (4. Aufl.). St. Augustin
- Kollmeier B, Wesselkamp M (1997). Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. *J. Acoust. Soc. Am.* 102(4): 2412-2421
- Röser D (1980). Schätzung des prozentualen Hörverlustes nach dem Tonaudiogramm. In *Kolloquium beruflicher Lärmschwerhörigkeit. Fragen der Begutachtung nach dem Königsteiner Merkblatt*. Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V.
- Sukowski H, Brand T, Wagener KC, Kollmeier B (2009). Untersuchung zur Vergleichbarkeit des Freiburger Sprachtests mit dem Göttinger Satztest und dem Einsilber-Reimtest nach von Wallenberg und Kollmeier *HNO* 57, 239-250
- Sukowski H, Brand T, Wagener KC, Kollmeier B (2010). Vergleich des Göttinger Satztests und des Einsilber-Reimtests nach von Wallenberg und Kollmeier mit dem Freiburger Sprachtest. Untersuchung bei einem klinisch repräsentativen Probandenkollektiv. *HNO* 58, 597-604
- Thiele C, Sukowski H, Wagener K.C, Kollmeier B, Lenarz T, Lesinski-Schiedat A (2011). Hörverlustbestimmung und MdE-Abschätzung unter Einbezug von Sprachverständlichkeitsmessungen im Störgeräusch. *HNO*, 59, 1111-1117
- Thiele C, Sukowski H, Lenarz T, Lesinski-Schieat A (2012). Göttinger Satztest im Störgeräusch für verschiedene Gruppen von Schwerhörigkeit. LRO, www.thieme-connect.de
- Wagener K, Kollmeier B (2004). Göttinger und Oldenburger Satztest. *Zeitschrift für Audiologie* 43(3): 134-41
- Wallenberg E-L von, Kollmeier B (1989). Sprachverständlichkeitsmessungen für die Audiologie mit einem Reimtest in deutscher Sprache: Erstellung und Evaluation von Testlisten. *Audiol. Akustik* 28: 50-65

Hören + Akustik = Psychoakustik¹



Hugo Fastl,
Technische Universität München

Die Fachdisziplin Psychoakustik studiert die Zusammenhänge zwischen Schallreizen und den von diesen hervorgerufenen Hörwahrnehmungen. In diesem Sinne behandelt der Begriff »Hören« im Titel die Hörwahrnehmung und der Begriff »Akustik« die Schallreize. Die Psychoakustik kann somit als Brücke zwischen den beiden Welten Physik einerseits und Wahrnehmung andererseits aufgefasst werden.

Diese Argumentation soll anhand von Abbildung 1 erläutert werden: In physikalischen Messungen werden (häufig von Ingenieuren) technische Merkmale von Schallen wie Pegel, Spektrum, Zeitfunktion etc. erfasst. Im Bereich der subjektiven Wahrnehmungen, einer Domäne der Psychologie, beurteilen Versuchspersonen Schalle als laut, dröhnend, quietschend etc. Aufgabe der Psychoakustik ist es, quantitative Zusammenhänge zwischen beiden Welten zu definieren und (möglichst) in Algorithmen zu fassen.

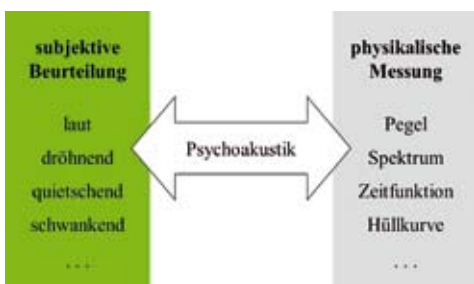


Abb. 1; Die Fachdisziplin Psychoakustik als Brücke zwischen physikalischer Messung und subjektiver Beurteilung

Schallgenerierung und Schalldarbietung

Im Bereich der Physik kommt der Schallgenerierung und Schalldarbietung eine zentrale Rolle zu. Synthetische Schallreize werden heutzutage meist mittels MATLAB generiert. Für die D/A-Wandlung werden Wandler mit 16 bit bis zu 24 bit verwendet, wobei etwa 144 dB Dynamik, die 24 bit entsprechen würden, in der Praxis oft nicht erreicht werden. Für viele Anwendungen sind jedoch 20 bit mit etwa 120 dB Dynamik ausreichend. Die Speicherung von Schallen geschieht »klassisch« auf einer Compact Disc (CD) mit 44,1 kHz Abtastfrequenz und 16 bit uniformer Kodierung. Dabei ergeben sich Datenraten von etwa 700 kbit/s. Bei den Nachfolgesystemen der CD zeigt sich eine Dichotomie: Einerseits werden beispielsweise von der DVD-Audio bei 24 bit und

192 kHz Datenraten von etwa 4,6 Mbit/s erreicht; andererseits werden bei psychoakustisch motivierten Kodierverfahren wie MP3 oder AAC Datenraten von 64 kbit/s und weniger eingesetzt. Werden natürliche oder technische Schalle mit Messmikrofonen unterschiedlicher Hersteller aufgenommen, zeigen sich praktisch identische Ergebnisse. Im Gegensatz dazu kann sich das Klangbild bei Aufnahmen mit verschiedenen Kunstköpfen deutlich unterscheiden. Als Beispiel zeigt Abbildung 2 Übertragungsmasse verschiedener Kunstköpfe, die heutzutage häufig in der Praxis eingesetzt werden. Während für die Produkte B bis E Freifeld-Entzerrung gewählt wurde, ist für das Produkt A grundsätzlich Diffusfeld-Entzerrung vorgesehen.

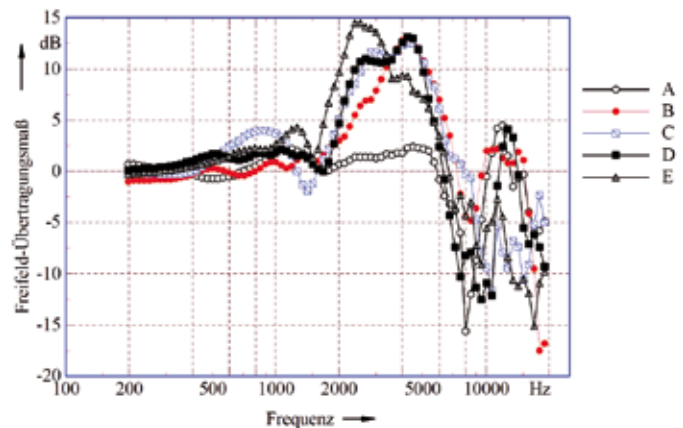


Abb. 2: Übertragungsmasse unterschiedlicher Kunstkopf-Systeme (nach Daniel et al., 2007)

Zur Wiedergabe von Schallen werden in der Psychoakustik sowohl Kopfhörer als auch Lautsprecher verwendet. Obwohl Kopfhörer grundsätzlich geringere Verzerrungen erzeugen, können sich gravierende Probleme in der Reproduktion des Klangbilds ergeben. Als Beispiel zeigt Abbildung 3 den gehörbezogenen Frequenzgang (Freifeld-Übertragungsmaß) von zwei in der Audiologie bis heute häufig eingesetzten Kopfhörern, DT 48 und TDH 39.

Beide Kopfhörer schwächen hohe und tiefe Frequenzen deutlich ab, wodurch erhebliche Einbußen im Klangbild entstehen. In der Psychoakustik wird der in Abbildung 3a charakterisierte Kopfhörer DT 48 deshalb nur mit einem Entzerrer verwendet, der ein weitgehend frequenzunabhängiges Übertragungsmaß (»linearer Frequenzgang«) ermöglicht. Der Autor bewundert Toningenieure bei Rundfunk und Fernsehen, die im Außendienst oft mit diesem Kopfhörer *ohne* Entzerrer arbeiten und dennoch häufig recht passable Klangbilder schaffen.

¹ Der Autor dankt den derzeitigen und früheren Mitgliedern seiner Arbeitsgruppe Technische Akustik für wertvolle Beiträge, insbesondere Herrn Dipl.-Ing. Florian Völk für Diskussionen und Unterstützung bei der Erstellung des Manuskripts. Zahlreiche der hier vorgestellten Arbeiten wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert.

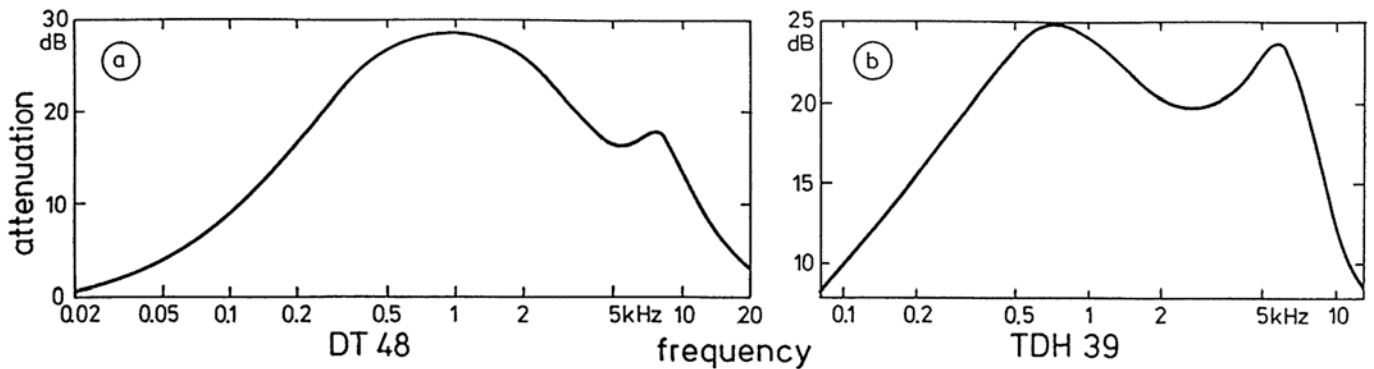


Abb. 3 (a+b): Frequenzgang (Freifeld-Übertragungsmaß) von zwei »klassischen« elektrodynamischen Kopfhörern (nach Fastl und Zwicker, 2007)

Eine für Anwendungen beispielsweise in der Audiologie interessante Entwicklung ist ein »virtueller Kopfhörer«, bei dem mit einem Lautsprecherring akustische Quellen an die beiden Ohren »projiziert« werden (Abbildung 4). Durch geeignete Algorithmen (cross talk cancellation) gelingt es, die Lautsprecher so anzusteuern, dass das Übersprechen zwischen linkem und rechtem Ohr in einem weiten Frequenzbereich auf etwa 20 dB begrenzt bleibt. Wird beispielsweise an das linke Ohr eine Quelle mit 80 dB und an das rechte Ohr eine Quelle mit 60 dB projiziert, hat die Versuchsperson den Eindruck, nur das linke Ohr würde beschallt werden. In der Horizontalebene, d.h. einer gedachten Ebene auf Ohrhöhe, klappt die Richtungswahrnehmung mit dem »virtuellen Kopfhörer« bereits recht gut. Abbildung 5 ermöglicht den Vergleich zwischen intendierter und gehörter Richtung: Alle Messdaten liegen nahe bei der Winkelhalbierenden.

Allerdings besteht noch Verbesserungspotenzial hinsichtlich der Wahrnehmung der Elevation. Dies soll anhand der in Abbildung 6 dargestellten Ergebnisse diskutiert werden. In Abbildung 6 entsprechen 0 Grad der Ohrhöhe, positive Werte stehen für Elevationen über der



Abb. 4: »Virtueller Kopfhörer«: Ring von 22 Lautsprechern, mit deren Hilfe Schallquellen an die Ohren »projiziert« werden (vgl. Abb. 4) (nach Menzel et al., 2005)

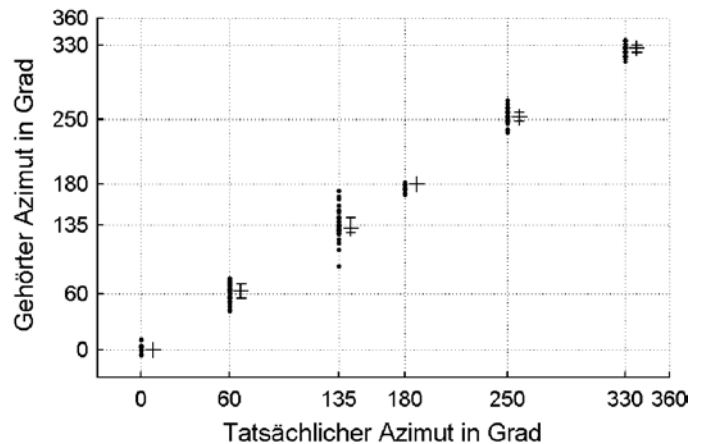


Abb. 5: Richtungswahrnehmung mit dem »virtuellen Kopfhörer« in der Horizontalebene. Gehörte Richtung als Funktion der intendierten Richtung (nach Menzel et al., 2006)

Ohrhöhe, negative Werte für Schallrichtungen unterhalb der Ohrhöhe. Die gestrichelten Geraden verbinden intendierte Schallquellenorte, die durchgezogenen Geraden gehörte Schallquellenorte. Die in Abbildung 6 dargestellten Daten verdeutlichen, dass die Schallquellenorte grundsätzlich zu hoch gehört werden. Dies ist besonders gravierend bei Schallquelle 3, die eigentlich unterhalb der Ohrhöhe bei -25 Grad auftreten sollte, jedoch oberhalb der Ohrhöhe bei etwa +12 Grad wahrgenommen wird. Entsprechendes gilt für die Schallquelle 6, wobei hier die Unterschiede nicht ganz so gravierend sind. Es soll auch nicht verschwiegen werden, dass durch den Abstand zwischen den Lautsprechern Alias-Effekte auftreten, die das Klangbild des virtuellen Kopfhörers bei hohen Frequenzen verfälschen. Dennoch scheint es lohnend, Möglichkeiten und Grenzen der Schalldarbietung mit Gruppen von Lautsprechern auszuloten.

Hörschwellen

Eines der grundlegendsten Experimente der Psychoakustik ist die Bestimmung der Ruhehörschwelle. Dabei wird in ruhiger Umgebung für Sinustöne unterschiedlicher Frequenz derjenige Pegel bestimmt,

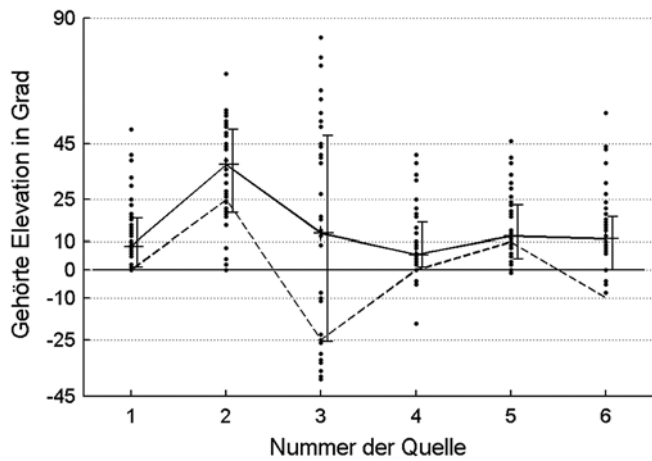


Abb. 6: Wahrnehmung der Elevation mit dem »virtuellen Kopfhörer« (nach Menzel et al., 2006)

bei dem diese gerade wahrnehmbar werden. In der Audiologie wird meist der Hörverlust dargestellt, d.h. um wie viel dB mehr eine Person im Vergleich zu normal hörenden Personen benötigt, um einen Sinus-ton in ruhiger Umgebung gerade wahrzunehmen. Positive Werte des Hörverlustes bedeuten schlechteres Hören, negative Werte besseres Hören. Abbildung 7 zeigt als Beispiel die mittleren Hörschwellen von angehenden Tonmeistern.

Da im Allgemeinen angenommen wird, dass Tonmeister »goldene Ohren« besitzen, wird eigentlich ein negativer Hörverlust (z.B. -5 dB) erwartet. Im Gegensatz dazu weisen die in Abbildung 7 dargestellten Daten jedoch auf einen Hörverlust von etwa 5 dB hin. Die Ursachen für dieses unerwartete Ergebnis sind derzeit noch unklar: Es könnten sich die Bezugskurven verschoben haben, oder das Gehör der angehenden Tonmeister könnte durch stundenlanges (über-)lautes Abhören von Aufnahmen bereits geringfügig beeinträchtigt sein.

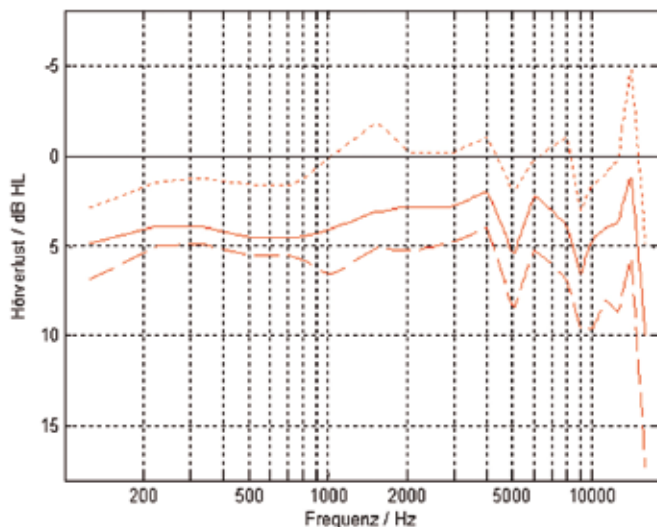


Abb. 7: Hörschwellen von angehenden Tonmeistern (nach Völk et al., 2008)

Lautheit

Die Lautstärkewahrnehmung wird in der Psychoakustik als Lautheit bezeichnet. Sie ist von essenzieller Bedeutung sowohl für die Grundlagenforschung als auch für praktische Anwendungen. Die Ergebnisse zahlreicher psychoakustischer Experimente haben Eingang in Algorithmen gefunden, mit denen die Lautstärkewahrnehmung prognostiziert werden kann. So existieren bereits Normen zur Berechnung der Lautheit von stationären Schallen (DIN 45631) und auch von instationären Schallen (DIN 45631/A1).

Basierend auf diesen Arbeiten wurde ein Dynamisches Lautheitsmodell (DLM) entwickelt, mit dessen Hilfe die Lautheit sowohl für normal hörende als auch für schwerhörige Personen prognostiziert werden kann. Abbildung 8 illustriert die einzelnen Verarbeitungsschritte: Es handelt sich eindeutig um eine Variante aus der Familie der Zwicker'schen Lautheits-Modelle mit Frequenzgruppenfiltern (critical band filters), Nachverdeckung (post masking), nichtlinearen oberen Flanken (upward spread of masking) sowie spektraler Summation und zeitlicher Integration. Besonders bedeutsam ist jedoch der Block »Loudness Transformation«, der als Einziger verändert werden muss, um von Lautheits-Prognosen für normal Hörende auf Lautheits-Prognosen für Schwerhörige überzugehen.

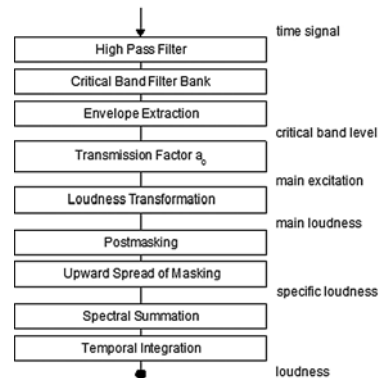


Abb. 8: Dynamisches Lautheitsmodell (DLM) zur Prognose der Lautstärkewahrnehmung von normal Hörenden oder Schwerhörigen (nach Chalupper und Fastl, 2002)

Die in Abbildung 9 dargestellten Daten erlauben einen Vergleich von psychoakustischen Messungen der Kategorial-Lautheit mit Prognosen durch das Dynamische Lautheitsmodell. Im linken Teil sind Ergebnisse für eine normal hörende Person, im rechten Teil für eine schwerhörige Person mit Hochtonschwerhörigkeit dargestellt.

Gemäß den in Abbildung 9 dargestellten Ergebnissen kann das Dynamische Lautheitsmodell die Lautheitsskalierung sowohl von normal hörenden als auch von schwerhörigen Personen quantitativ nachvollziehen. Sogar das Recruitment der schwerhörigen Person bei 4.000 Hz wird vom DLM mit großer Genauigkeit prognostiziert.

Sprache im Störgeräusch

Während bereits normal hörende Personen Schwierigkeiten beim Sprachverstehen in Störgeräuschen haben – beispielsweise auf einer

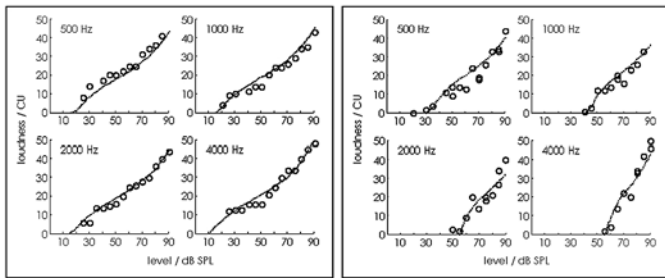


Abb. 9: Vergleich von in psychoakustischen Experimenten bestimmten Lautheiten (Kreise) mit Prognosen durch das Dynamische Lautheitsmodell (Kurven). Links: normal hörende Person. Rechts: schwerhörige Person mit Hochtonverlust (nach Fastl und Zwicker, 2007)

Cocktailparty –, ist diese Problematik bei schwerhörigen Personen noch wesentlich verschärft. Deshalb wird bei der Anpassung von Hörhilfen auch das Sprachverständnis im Störgeräusch geprüft. Traditionell wurden für diese Untersuchungen stationäre Geräusche verwendet, die in ihrer Spektralverteilung dem Spektrum von Sprachschall ähneln. Allerdings sind zeitliche Schwankungen des Pegels für Sprachschall typisch. Bei normaler Sprechgeschwindigkeit werden im Mittel etwa vier Silben pro Sekunde gesprochen. Die zugehörige Hüllkurvenschwankung mit 4 Hz entspricht dem Maximum der Hörempfindung Schwankungsstärke. Vereinfacht ausgedrückt lässt sich also sagen, dass das Gehör für diejenigen Schwankungsfrequenzen besonders empfindlich ist, bei denen die Schwankungen in fließender Sprache auftreten.

Aus diesem Grunde wurde ein Störgeräusch entwickelt, das im Mittel die Spektralverteilung und zeitliche Schwankung fließender Sprache nachbildet. In Abbildung 10 sind entsprechende Spektralverteilungen und Lautheits-Zeitmuster dargestellt.

Abbildung 10a zeigt die langzeitgemittelte Spektralverteilung von Sprache, die in CCITT Rec. G227 nachgebildet wurde. Gemäß Abb. 10b weist die Lautheits-Zeitfunktion dieses Geräusches praktisch keine zeitlichen Schwankungen auf. Abbildung 10c repräsentiert die Hüllkurvenschwankung fließender Sprache, die mit der Abhängigkeit der Hörempfindung Schwankungsstärke von der Modulationsfrequenz weitgehend übereinstimmt. Wird nun das Rauschen nach CCITT Rec. G227 mit einem Schmalbandrauschen gemäß Abbildung 10c amplitudenmoduliert, ergibt sich die in Abbildung 10d dargestellte Lautheits-Zeitfunktion. Dieses Geräusch, das in der Literatur auch häufig als Fastl-Rauschen bezeichnet wird, ist im Internet als wav file verfügbar (<http://www.mmk.ei.tum.de/~tal/demos/noise.html>).

Im schwankenden Störgeräusch gemäß Abbildung 10d ist Sprache leichter zu verstehen als im kontinuierlichen Störgeräusch gemäß Abbildung 10b, da beim schwankenden Störgeräusch die Möglichkeit besteht, Wörter in den Minima der Lautheits-Zeitfunktion zu verstehen, also gewissermaßen »in die Lücken hineinzuhören«.

Entsprechende Messergebnisse sind in Abbildung 11 dargestellt: Normal hörende Personen benötigen für das schwankende Störgeräusch (leere Kreise) wesentlich weniger Signal/Rauschverhältnis als für das kontinuierliche Störgeräusch (leere Quadrate).

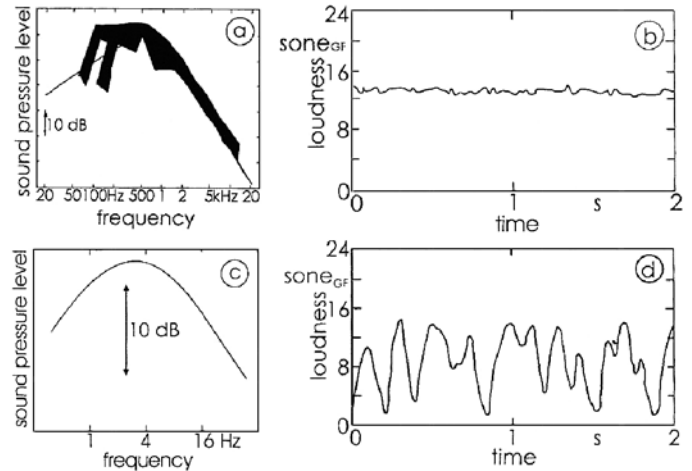


Abb. 10: Störgeräusch für die Sprachaudiometrie, in der Literatur häufig als Fastl-Rauschen bezeichnet (nach Fastl und Zwicker, 2007)

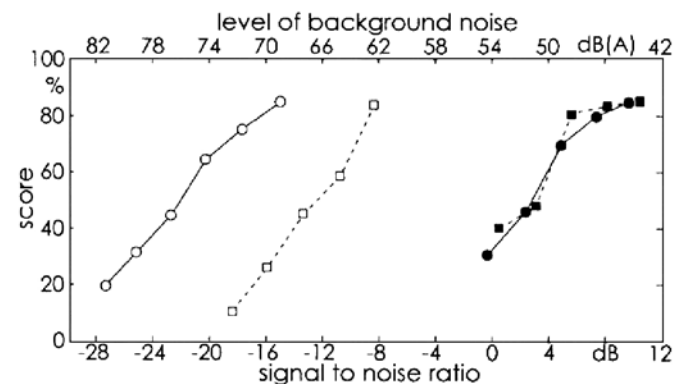


Abb. 11: Sprachverstehen im Störgeräusch von normal hörenden Personen (leere Symbole) bzw. CI-Patienten (ausgefüllte Symbole). Kontinuierliches Störgeräusch gemäß Abbildung 10b (Quadrate) bzw. schwankendes Störgeräusch gemäß Abbildung 10d (Kreise) (nach Fastl und Zwicker, 2007)

Im Gegensatz dazu benötigen CI-Patienten für beide Störgeräusche praktisch das gleiche Signal/Rauschverhältnis (ausgefüllte Symbole). Offensichtlich ist die Fähigkeit, »in Lücken hineinzuhören«, bei den Patienten verloren gegangen, was zu deren verschärften Problemen mit dem Sprachverständnis in Störgeräuschen beiträgt.

Audiovisuelle Interaktionen

Abschließend soll noch kurz auf Ergebnisse hingewiesen werden, die nahelegen, dass die Lautheitswahrnehmung nicht nur von akustischen Reizen, sondern auch von zusätzlich dargebotenen visuellen Reizen beeinflusst werden kann.

Ein Beispiel, das bereits Eingang in populärwissenschaftliche Medien gefunden hat, soll anhand von Abbildung 12 erläutert werden: Versuchspersonen wird das Geräusch eines vorbeifahrenden ICE darge-

boten, und gleichzeitig werden abwechselnd Bilder eines ICE in unterschiedlichen Farben gezeigt.



Abb. 12: Bilder eines ICE in den Farben Weiß, Rot, Hellblau und Hellgrün, die jeweils zusätzlich zu den Geräuschen der Vorbeifahrt eines ICE dargeboten werden (nach Fastl, 2004)

Trotz **gleicher** Schalldarbietung werden die Geräusche des ICE bei Kombination mit dem Bild eines roten ICE als lauter wahrgenommen im Vergleich zur Kombination mit dem Bild eines hellgrünen ICE.

Die in Abbildung 13 dargestellten Ergebnisse illustrieren, dass solche audiovisuellen Interaktionen nicht nur bei deutschen Versuchspersonen, sondern sogar in noch stärkerem Maße auch bei japanischen Versuchspersonen auftreten.

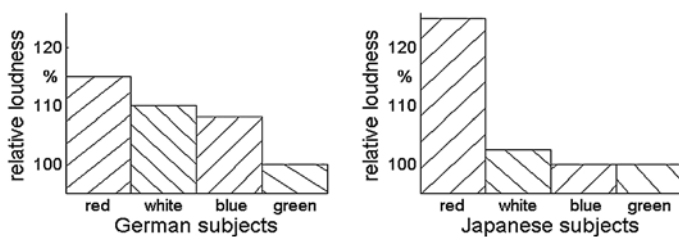


Abb. 13: Audiovisuelle Interaktionen: Einfluss der Farbe eines ICE auf die wahrgenommene Lautstärke trotz **gleicher** Schalldarbietung bei deutschen (links) bzw. japanischen (rechts) Versuchspersonen (nach Fastl, 2004)

Folgende praktische Anwendung der Erkenntnisse über audiovisuelle Interaktionen wäre hinsichtlich der Abhör lautstärke von Musikwiedergabegeräten wie iPods denkbar: Da bei gegebenem Schallpegel die wahrgenommene Lautstärke von roten Produkten besonders groß ist, wäre zu erwarten, dass der Abhörpegel bei roten iPods etwas geringer eingestellt wird, da die rote Farbe einen zusätzlichen »Lautstärkegewinn« bewirkt. Auf diese Art und Weise sollte sich die Gehörgefährdung durch übergroße Lautstärken bei der Musikwiedergabe etwas reduzieren lassen.

In Abbildung 14 sind visuelle Reize entsprechender audiovisueller Experimente illustriert: Zusätzlich zur Musikdarbietung wurden Bilder von iPods in jeweils unterschiedlichen Farben dargeboten.



Abb. 14: Bilder von iPods in unterschiedlichen Farben, die zusätzlich zur Musikwiedergabe dargeboten wurden (nach Menzel et al., 2010)

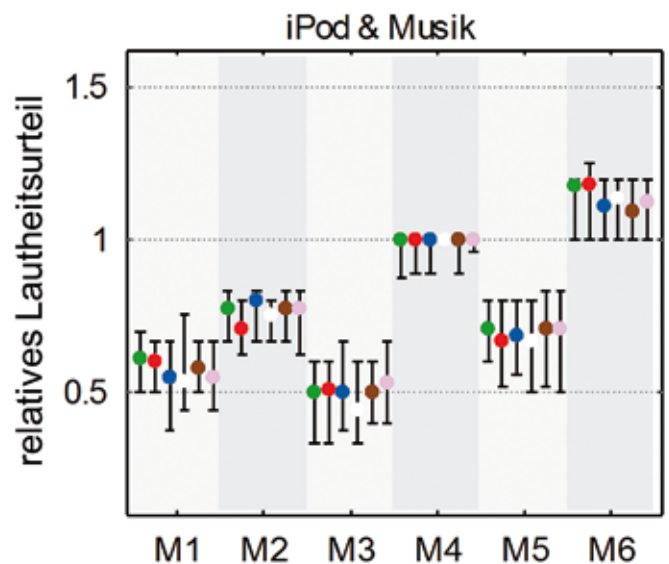


Abb. 15: Wahrgenommene Lautstärke von Musikstücken M1 bis M6, wenn gleichzeitig zur Musikwiedergabe Bilder von iPods in unterschiedlichen Farben gezeigt werden (nach Menzel et al., 2010)

Die Ergebnisse der entsprechenden audiovisuellen Experimente sind in Abbildung 15 dargestellt: Zwar ergeben sich deutliche Unterschiede in der wahrgenommenen Lautstärke für die verschiedenen Musikbeispiele M1 bis M6. Allerdings hat die Farbe der zusätzlich zu den Musikdarbietungen gezeigten Bilder von iPods praktisch keinen Einfluss auf die wahrgenommene Lautstärke. Leider kann demnach durch die Farbgebung von Musikwiedergabegeräten eine denkbare Gehörgefährdung durch überlaute Musikdarbietungen **nicht** reduziert werden.

Ausblick

Dem Fachgebiet Psychoakustik können mit seiner Kombination aus Hören und Akustik glänzende Zukunftsaussichten vorhergesagt werden.

Auf dem Gebiet der Schalldarbietung werden analog zum hier vorgestellten »virtuellen Kopfhörer« Möglichkeiten und Grenzen vielkanaliger Lautsprechersysteme beispielsweise bei Wellenfeld-Synthese ausgelotet (vgl. Völk et al., 2010). Darüber hinaus bietet die binaurale Raumsynthese vielseitige Möglichkeiten der Schalldarbietung für grundlegende psychoakustische Experimente, aber auch für praktische Anwendungen in der Raumakustik oder bei der Anpassung von Hörgeräten und Cochlea-Implantaten (Völk und Fastl, 2010).

Anwendungen der Psychoakustik beim sound engineering und sound quality design (Fastl, 2006) sind in der Automobilindustrie bereits weit verbreitet, jedoch stehen noch zahlreiche recht unterschiedliche andere Anwendungsfelder wie Haushaltgeräte, Windkraftanlagen oder Hörhilfen erst am Anfang. Insbesondere die Beziehungen von Psychoakustik und Musikwahrnehmung (z.B. Fastl, 2007) sind bei Weitem noch nicht umfassend ausgelotet. Auch spielen kognitive Effekte bei Anwendungen der Psychoakustik beispielsweise in der Lärmbekämpfung eine zunehmende Rolle (z.B. Fastl, 2010).

Eine aussichtsreiche Weiterentwicklung des Fachgebiets Psychoakustik kann in der Ausweitung auf multi-modale Fragestellungen gesehen werden. Hier sind insbesondere audiovisuelle Interaktionen (z.B. Fastl, 2004) zu nennen, aber auch Kombinationen von akustischen und taktilen Reizen bieten sich an.

Literatur

- Chalupper J and Fastl H: Dynamic Loudness Model (DLM) for Normal and Hearing-Impaired Listeners. *ACUSTICA/acta acustica*, 88(3): 378-386, 2002. Hirzel-Verlag, Stuttgart
- Daniel P, Fastl H, Fedtke T, Genuit K, Grabsch H-P, Niederdränk T, Schmitz A, Vorländer M, and Zollner M: Kunstkopftechnik – Eine Bestandsaufnahme. *ACUSTICA/acta acustica/Nuntius Acusticus*, 93(1): 58 Seiten, 2007
- Fastl H: Audio-visual interactions in loudness evaluation. Proc. of ICA 2004, 18. Intern. Congress on Acoustics, Kyoto, Japan, volume II, pp. 1161-1166, 2004. »Acoustic Science and Technology for Quality of Life«, 04. bis 09.04.2004. Ed.: Intern. Commission on Acoustics.
- Fastl H: Psychoacoustic basis of sound quality evaluation and sound engineering. In: Eberhardtsteiner J, Mang H A, and Waubke H, editors, Proc. 13th Intern. Congress on Sound and Vibration ICSV13, Vienna, Austria, 2006. 02. bis 06.06.2006
- Fastl H: Psychoacoustics, sound quality and music. Proc. of 36th Intern. Congress on Noise Control Engineering INTER-NOISE 2007, Istanbul, Turkey, 2007. 28. bis 31.08.2007
- Fastl H: Praktische Anwendungen der Psychoakustik. Tagungsband Fortschritte der Akustik – DAGA 2010, Berlin, Germany, pp. 5-10. DEGA, 2010. 15. bis 18.03.2010
- Fastl H and Zwicker E: Psychoacoustics, Facts and Models. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 3 edition, 2007. 462 p., 313 fig., incl.
- Menzel D, Wittek H, Theile G, and Fastl H: The Binaural Sky: A Virtual Headphone for Binaural Room Synthesis. Proc. of Intern. Tonmeister Symposium, Hohenkammer, 2005. 31.10. bis 02.11.2005. http://www.tonmeister.de/symposium/2005/np_pdf/R04
- Menzel D, Wittek H, Fastl H, and Theile G: Binaurale Raumsynthese mittels Wellenfeldsynthese – Realisierung und Evaluierung. Tagungsband Fortschritte der Akustik – DAGA 2006, Braunschweig, pp. 255-256. DEGA, 2006. 20. bis 23.03.2006
- Menzel D, Schulze T, and Fastl H: Zum Einfluss der Farbpräferenz auf die Lautheitsbeurteilung. Tagungsband Fortschritte der Akustik – DAGA 2010, Berlin, Germany, pp. 873-874. DEGA, 2010. 15. bis 18.03.2010
- Völk F, Fastl H, Lott F, Hasford B, and Glink A: Mindestanforderungen an das Hörvermögen von angehenden Mediengestaltern Bild und Ton. In: Jekosch U and Hoffmann R, editors, Tagungsband Fortschritte der Akustik – DAGA 2008, Dresden, pp. 55-56. DEGA, 2008. 10. bis 13.03.2008
- Völk F and Fastl H: Advantages of binaural room synthesis for research and fitting of hearing aids, cochlear implants, electro-acoustical stimulation, and combined systems. Proc. 20th Intern. Congress on Acoustics, ICA (2010), Sydney, Australia, 2010. 23. bis 27.08.2010
- Völk F, Faccinelli E, and Fastl H: Überlegungen zu Möglichkeiten und Grenzen virtueller Wellenfeldsynthese. Tagungsband Fortschritte der Akustik – DAGA 2010, Berlin, Germany, pp. 1069-1070. DEGA, 2010. 15. bis 18.03.2010

Weitere Literaturhinweise unter <http://www.mmk.ei.tum.de/~tal/Literatur/>

Hören für alle: Wo ist Forschungs- und Entwicklungsbedarf?¹



*Birger Kollmeier,
Universität Oldenburg*

Hören und die akustische Sprachkommunikation zählen zu den wichtigsten Grundlagen unserer Kultur. Menschen mit einer medizinisch indizierten Hörproblematik (in den westlichen Staaten 15-18 % der Gesamtbevölkerung bzw. ca. 15 % der Erwerbstätigen und ca. 50 % der über 65-Jährigen) leiden unter Einschränkungen am Arbeitsplatz und werden leicht vom sozialen Leben ausgegrenzt. Große Probleme beim Sprachverstehen im Störschall haben ebenfalls Normalhörige mit besonderen Höransprüchen, z.B. am Lärm-Arbeitsplatz, im Kfz oder Cockpit. Ein erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht daher dabei, Lösungen zur Unterstützung eines »Besseren Hörens für alle« zu finden, d.h. alle Personen, unabhängig vom Alter oder Hörverlust, von der akustischen Situation und dem Einsatzort (z.B. bei der Arbeit oder zu Hause).

Ein besonderes Problem stellt heute die unversorgte Schwerhörigkeit dar. Statistiken zeigen, dass insgesamt nur ca. 20 % der Menschen mit einem behandlungsbedürftigen Hörverlust medizinische Hörsysteme wie Hörgeräte oder Cochlea-Implantate nutzen. In der Gruppe der Menschen mit einer geringgradigen Hörminderung nutzen sogar nur 10 % medizinische Hörsysteme. Die wesentlichen Gründe liegen in der Stigmatisierung von Hörstörungen, in den immer noch vorhandenen technischen Limitationen, aber auch der Unwissenheit über die Möglichkeiten moderner Hörsysteme und nicht zuletzt in der vom Betroffenen zu leistenden Zuzahlung. Schwerhörigkeit ist vor allem eine altersbedingte Einschränkung, wobei die Grenzen zwischen normal hörend und einer medizinisch indizierten Hörminderung fließend sind. Unser Hörvermögen nimmt bereits ab einem Alter von 40 Jahren ab, sodass insbesondere der Anteil leichter, aber bei den Betroffenen spürbarer Hörminderungen im Erwerbstätigenalter besonders hoch ist. Im Zeichen des demografischen Wandels und auch aufgrund einer daher zu erwartenden Verlängerung der Lebensarbeitszeit stellt Schwerhörigkeit eine wesentliche gesellschaftliche Herausforderung dar und kann mit klassischen medizinischen Hörsystemen nur begrenzt begegnet werden.

Der folgende Beitrag soll Forschungsbedarf von diesen drei Perspektiven her abzeichnen, d.h. das »Hören überall«, das »Hören für alle Menschen, alle Betroffenen« und das »Hören jederzeit«. Diese Themen stehen im Zentrum eines von den Universitäten in

Oldenburg und Hannover gemeinsam eingereichten Exzellenzcluster-Antrags »Hearing4all«.

Exzellenzcluster-Initiative »Hören für alle«

Am 15. 06. 2012 gab das Bundesministerium für Bildung und Forschung zum dritten Mal die Gewinner der Exzellenzinitiative bekannt. Das Fördervolumen wurde um 30 % auf rund 2,7 Milliarden Euro mit einer Laufzeit bis 2017 gesteigert. Bund und Länder wollen mit der Fortsetzung der Exzellenzinitiative den Wissenschaftsstandort Deutschland nachhaltig stärken, seine internationale Wettbewerbsfähigkeit verbessern und Spitzenforschung an deutschen Hochschulen sichtbar machen.

In der aktuellen Wettbewerbsrunde ist auch die Hörforschung vertreten: Mehrere Partner des »Auditory Valley« haben sich am Antrag »Hearing4all« beteiligt, welcher bereits im Frühjahr 2011 als einziger Clusterantrag aus Niedersachsen den Einzug in die zweite Wettbewerbsrunde feierte. Von 107 Antragsskizzen gehört »Hearing4all« zu den 27 Finalisten, die in der zweiten Begutachtungsrunde in Konkurrenz mit den 37 Exzellenzclustern stehen, die bereits seit 2006/2007 gefördert werden.

Der interdisziplinäre Forschungsverbund aus Physik, Medizin, Biologie, Ingenieurwissenschaft und Psychologie vereint 25 namhafte Forscherinnen und Forscher der Universität Oldenburg, der Medizinischen Hochschule Hannover sowie der Leibniz Universität Hannover. Zusätzlich beteiligt ist die Jade Hochschule sowie die außeruniversitären Forschungseinrichtungen Kompetenzzentrum HörTech, Fraunhofer Projektgruppe für Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, die Hörzentren in Hannover und Oldenburg sowie zwölf Industriepartner aus dem Clusterverbund »Auditory Valley«.

Das zentrale Ziel »Hören für alle: überall, alle Menschen, jederzeit« soll durch eine Kombination von interdisziplinärer Grundlagenforschung, von angewandter und von klinischer Forschung erreicht werden. Die Audiologie soll dabei im Sinne einer exakten, modellbasierten Wissenschaft etabliert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, werden – ausgehend von neuen Erkenntnissen über die (Patho-)Physiologie des Hörens aus physiologischen und psychoakustischen Studien mit Tiermodellen sowie mit normal hörenden und schwer hörenden Probanden – realistischere Modelle des Hörens und dessen Beeinträchtigungen gewonnen. So kann die wissenschaftliche Basis für eine neue Art der Hör-Diagnostik und Rehabilitation unter Einbeziehung aller drei beteiligten Technologieplattformen – Hörgeräte, Cochlea-Implantate sowie die Consumer-Elektronik – erreicht werden.

¹ Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Auditory Valley Verbundes der Hör-Institutionen aus der Region um Hannover und Oldenburg sei ebenso gedankt wie den unterstützenden, fördernden Institutionen (BMBF, DFG, Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur sowie der Europäischen Union).

Die Forschung konzentriert sich im Cluster »Hearing4all« auf drei Hauptbereiche:

- Hör-Diagnostik verbessern: Diagnostische Charakterisierung des Individuums für eine optimale Beurteilung der Ursachen der Hörbeeinträchtigung. Neue nicht-invasive psychophysische Messprozeduren werden ergänzt durch neue physiologische Ansätze, die z.B. Hörimplantate als diagnostische Werkzeuge benutzen, indem sie die durch mechanische, elektrische oder sogar optische Stimulation evozierte biologische Aktivität messen.
- Hör-Systeme optimieren: Optimierung von konventionellen und implantierbaren Hörhilfen durch Anpassung der Funktionsprinzipien der Geräte an eine individuelle Behandlung. Elaborierte auditorische Funktionsmodelle, basierend auf der Kombination von invasiven und nicht-invasiven diagnostischen Methoden, werden ausgenutzt für die Entwicklung von Hörgeräten, die besser an die akustischen Kommunikationsbelastungen und den gestörten Verarbeitungsmechanismus des individuellen Patienten angepasst werden können.
- Hör-Assistenz-Systeme: Entwicklung neuer technischer Lösungen für die Hör-Unterstützung, um sie den individuellen Bedürfnissen in den jeweiligen Hörsituationen anzupassen. Diese Lösungen reichen von der überall verfügbaren Hör-Unterstützung für Individuen mit einem noch nicht aufgedeckten Hörverlust bis hin zu automatischen Anpassungsprozeduren für Hörsysteme, die auf der Auswertung der Gehirnaktivität beruhen.

Weitere Informationen finden sich unter: www.hearing4all.de

Hören überall

Akustische Sprachkommunikation findet nicht nur im »stillen Kämmerlein«, sondern in unserer heutigen Gesellschaft primär in lärmbehafteten Umgebungen statt, die oft durch mehrere Störschallquellen und durch zusätzlichen Nachhall gekennzeichnet sind. Während Normalhörige in derartigen Situationen (insbesondere durch den Einsatz ihres binauralen (zweiohrigen) Hörvermögens, das eine effiziente Störschall- und Nachhallunterdrückung gewährleistet) ohne große Anstrengung Gespräche verfolgen können, ist die herabgesetzte Sprachkommunikation unter Umgebungsgeräuschen das am häufigsten beklagte Problem speziell bei einer beginnenden Schwerhörigkeit. Dabei wird oft übersehen, dass die Fähigkeit zur Ausnutzung hoher Frequenzen (bei denen der Signal-Störgeräuschabstand oft günstiger ist als bei tiefen Frequenzen und anhand derer eine Diskrimination zwischen informationstragenden Konsonanten leichter möglich ist) sowie zur Ausnutzung des binauralen Hörens eine besondere Rolle spielt. Durch eine nicht adäquate Behandlung (zu späte Verstärkung hoher Frequenzen und/oder nicht adäquate beidseitige Versorgung mit Hörhilfen) tritt oft eine »Entwöhnung« auf, die bei späteren Versorgungsversuchen dazu führen kann, dass der Patient von den wiederhergestellten akustischen Merkmalen nicht in hinreichendem Maße profitieren kann. Hier ist also ein Interventionsbedarf nicht nur bei medizinisch bereits auffälligen Hörgeschädigten, sondern auch bei Personen mit geringgradigen Hörverlusten notwendig.

Dies ergibt einen individuellen Bedarf an Hörunterstützung in einer Reihe von möglichen Kommunikationssituationen (z.B. im heimischen Umfeld, bei der Arbeit oder im Straßenverkehr). Teil dieses Unterstüt-

zungsbedarfs, der noch intensiver Grundlagenforschung bedarf, ist die wirkungsvolle Unterdrückung von Hintergrundgeräuschen und Nachhall in (unter Umständen komplexen) Störschall-Nutzschall-Situationen, die u. a. folgende Forschungsansätze erfordern:

- Zuverlässige Algorithmen zur Erkennung und Dekomposition von komplexen, akustischen Szenen
- Effiziente Verfahren zur Störschallunterdrückung in persönlichen Hörsystemen
- Techniken für akustische Sensor-Arrays, d.h. Systeme zur automatischen, optimierten Kombination von mehreren Mikrofonsignalen in einem Raum, die mittel- bis langfristig das Potenzial zu einem völlig neuen Vernetzungs-Szenario von elektronischen Geräten mit Mikrofonen in einem Raum aufweisen (z.B. Mobiltelefone, Laptops, Audio-recorder etc.). Dies soll in Zukunft die in einem Raum entstehenden akustischen Informationen wesentlich besser und störungsfreier verarbeitbar machen als bisher.
- Algorithmen und Systemtechnik für das binaurale Hörgerät der Zukunft, d.h. Kombination aus innovativer binauraler Analyse, Signalmodifikation und Signalpräsentations-Techniken, die zusammen mit der audilogischen Charakterisierung des individuellen Patienten eine deutliche Verbesserung der Kommunikationsfähigkeit von Schwerhörigen verspricht
- Verfahren zur interaktiven Nutzersteuerung von Hörsystem-Algorithmen durch Erfassung von Kopf-, Hand- und Augenbewegungen

Hören für alle Menschen, alle Betroffenen

In unserer Bevölkerung nimmt mit zunehmender Hörstörung die absolute Zahl von behandlungsbedürftigen Personen ab, und der Grad an einer Versorgung mit technischen Hörhilfen (Hörgeräte, Cochlea-Implantate, assistive Hörunterstützungs-Geräte) nimmt tendenziell zu: Während jährlich etwa 2.000 Personen in Deutschland derzeit mit einem Cochlea-Implantat versorgt werden (Tendenz steigend, Versorgungsgrad deutlich über 50 %), beträgt die Zahl der mittelgradig Schwerhörigen, die jährlich mit einem Hörgerät versorgt werden, ungefähr 0,5 Millionen. Hier ist die Versorgungsquote etwa 50 %, allerdings sind Aussagen über die »Dunkelziffer« nicht versorgter Hörverluste schwierig zu treffen. Im Bereich der gering- bis mittelgradigen Hörstörungen, die oft noch nicht medizinisch diagnostiziert worden sind (z.B. aufgrund schleichender Zunahme mit dem Alter), würden ca. drei Millionen pro Jahr in Deutschland von einer individuellen Hörunterstützung profitieren können.

Angesichts der demografischen Entwicklung, bei der derzeit 20 % unserer Bevölkerung über 65 Jahre alt ist (mit deutlich zunehmender Tendenz), ist diesem Segment der »subklinischen Audiologie«, – d.h. der Hördiagnostik und -Therapie für milde Hörverluste, primär mit zunehmendem Alter – in Zukunft eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Der diesbezügliche Forschungsbedarf bezieht sich auf die Entwicklung von assistiver, auditorischer Technologie, die von der selbstgesteuerten, z.B. webbasierten (Screening-) Diagnostik (mit ungefährender Einordnung, ob etwa schon ein offenkundiger, medizinisch zu behandelnder Hörverlust vorliegt) über die Entwicklung einschlägiger Hör-Unterstützungstechnologien im täglichen Leben (z.B. individualisierte Hörunterstützung beim Telefon, im Auto, in den Kommunikations- und

Unterhaltungsmedien) bis hin zur individualisierten Anpassung dieser assistiven Technologien reicht. Es ist zu erwarten, dass in Zukunft eine Verschmelzung zwischen Hörgeräte- und Audio-Technologie im Unterhaltungselektronik-Markt stattfindet, d.h. in jedem Smartphone, jedem MP3-Spieler und jedem Laptop oder Personal Digital Assistant (PDA) wird bald Hörgeräte-Technologie mit entsprechend an den Nutzer und seine Erwartungen anpassbaren Algorithmen integrierbar sein. Die Fraunhofer Projektgruppe für Hör-, Sprach- und Audiotechnologie in Oldenburg hat sich genau dieser technologischen Entwicklung verschrieben (siehe http://www.idmt.fraunhofer.de/de/abteilungen_und_gruppen/hsa.html für weitere Informationen).

Paradigmenwechsel in der Audiologie: von der Empirie zur modellgestützten, individualisierten Diagnostik und Therapie

In den letzten 20 Jahren wurden substanzielle Fortschritte in der rehabilitativen Audiologie gemacht (u.a. bedingt durch die Verfügbarkeit mobiler, hochgradig kompakter Echtzeit-Signalverarbeitung, verbesserter akustischer Wandlertechnik, effizienter Methoden der digitalen Signalverarbeitung), die prinzipiell zur Sicherstellung der individuellen Hör-Wahrnehmung auch in schwierigen akustischen Situationen beitragen kann.

Allerdings bleibt das Anwendungs-Szenario und der tatsächliche Nutzen der neu verfügbaren Technologien für viele (potenzielle) Nutzer noch stark limitiert, weil die Techniken weder optimal an den Nutzer (mit offener oder verdeckter Schwerhörigkeit oder Klangpräferenzen) noch an die jeweilige akustisch herausfordernde Umgebungssituation angepasst sind. Dabei existieren die folgenden vier grundlegenden Probleme, zu deren Lösung erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht:

- **Darbietungsproblem:** Sicherstellen der akustischen Informationsübertragung von einem elektroakustischen System zum Gehör des individuellen Menschen, wobei der Einfluss des Raumes (Reflexionen, Nachhall) und einer akustischen Verfälschung (z.B. durch Wechselwirkung zwischen dem elektroakustischen Wandler-System und dem Körper, Außenohr oder Gehörgang des Hörers) weitgehend kompensiert werden sollte.
- **Problem der gestörten sensorischen Informationsverarbeitung:** Bisher ist nur eine unvollständige Kompensation des gestörten Hörvermögens möglich, aufgrund des nur unzureichenden Kenntnisstandes über die »effektive« Auswirkung von Innenohrschwerhörigkeit (bzw. Folgeschäden im aufsteigenden zentralen auditorischen System) auf die Signalverarbeitung im Gehör ohne und mit Hörgerät. In modernen Hörgeräten wird zwar in einer ersten Stufe die »Hörbarkeit« von Schallen durch eine dem Hörverlust angepasste Verstärkung kompensiert, die nichtlineare »Verzerrungswirkung« des Hörverlusts oder »Fehlhörigkeit« wird dadurch aber praktisch kaum kompensiert.
- **Anpassungsproblem:** Weitgehende Kompensation individueller Hörbeeinträchtigung und Berücksichtigung individueller Klangpräferenz durch entsprechende Vorverarbeitung des akustischen Signals.
- **Störquellenproblem:** Identifizieren, möglichst genaues Schätzen und Kompensieren bzw. Unterdrücken von akustischen Störerschallquellen in beliebigen akustischen Szenarien.

Ein möglichst quantitatives Verständnis der gestörten Signalverarbeitung bei Schallempfindungs-Schwerhörigkeit ist sowohl für die Hördiagnostik als auch für die optimale Rehabilitation, z.B. mit »intelligenten Hörgeräten«, unabdingbar. Wichtige Voraussetzungen zur Lösung dieser Probleme sind in letzter Zeit in Form von verbesserten Modellen der individuellen Hörverarbeitung (Hörmodelle für normal- und schwerhörige Personen) ebenso verfügbar geworden wie verbesserte Methoden zur Klassifikation der akustischen Umgebungssituation und der jeweils vorliegenden Raumakustik.

Wegen der Vielzahl der gestörten Einzelleistungen bei Schwerhörigkeit ist es eine besondere Herausforderung, die ursächlichen oder primären Defizite der Hör-Signalverarbeitung von den daraus ableitbaren Defiziten anderer Hörfunktionen zu trennen. Ein wichtiges Gebiet zur Überführung der Audiologie in eine »exakte«, modellbasierte Wissenschaft ist daher die Entwicklung von quantitativen Hörmodellen, die mit einer möglichst kleinen Zahl von Annahmen und einzustellenden Parametern eine möglichst große Variationsbreite von Experimenten quantitativ vorhersagen und anhand »kritischer« Experimente bestätigen oder falsifizieren können. Diese Experimente können entweder psychoakustisch (mit normal- und schwerhörigen Probanden oder sogar in Verhaltensexperimenten mit Tieren) oder physiologisch (mit nicht-invasiven Verfahren bei Mensch und Tier wie OAE, EEG, MEG oder fMRI oder mit invasiven Verfahren bei Hirnoperationen oder tierphysiologischen Untersuchungen) durchgeführt werden.

Obwohl dieser Modellansatz damit von vornherein starken Einschränkungen unterliegt, kann er unser derzeitiges Wissen über die »effektive« Verarbeitung akustischer Information überprüfbar zusammenfassen und zu einem funktionalen Verständnis des Hörvorgangs führen. Der prinzipielle Aufbau eines derartigen Modells der effektiven Verarbeitung im auditorischen System ist in Abbildung 6 (mittlerer Kasten) dargestellt. Einige der Funktionsblöcke wurden direkt aus physiologischen Erkenntnissen abgeleitet. So wird z.B. die Funktion der Basilarmembran als effektive Bank von Bandpassfiltern modelliert, die effektive Funktion von Haarzellen und auditorischem Nerv als Kompression und Einhüllendenbildung, die Funktionsprinzipien des Hirnstamms als Modulations-Filterbank und binaurale Verarbeitung, und schließlich die Funktion des Kortex als Mustererkennung und Interpretation der internen Repräsentation des Schalls. Andere Funktionsblöcke (z.B. das interne Rauschen) und die funktionelle Gestaltung und Parameterwahl sämtlicher Blöcke stammen dagegen aus psychoakustischen Experimenten, zu deren Vorhersage das Modell primär eingesetzt wird. Ebenso stammen die hypothetischen Funktionsstörungen, die bei einem sensorineuralen Hörverlust auftreten können, aus audiologischen Messungen mit schwerhörigen Patienten. Um den prinzipiellen Rahmen des Modells in ein konkretes, numerisches Verarbeitungsmodell umzusetzen, sind umfangreiche theoretische und experimentelle Arbeiten notwendig. Durch das Wechselspiel zwischen Experiment und Bestätigung oder Falsifikation der Modelle ist hier ein kontinuierlicher Fortschritt möglich. Die modellbasierte Signalverarbeitung kann direkt in technische Geräte (z.B. Hörgeräte oder Geräte zur Unterstützung der Mensch-Maschine-Kommunikation wie automatische Spracherkennung) eingesetzt und anhand der Eignung der entwickelten Lösungen die Validität der Modelle überprüft werden.

Beispielsweise müssen in Zukunft anhand dieser Techniken die folgenden Fragen gelöst werden:

- Welche Hörgeräte-Algorithmen zur Kompensation von Störungen der Verarbeitung in der Cochlea (bis zum Hörnerv) bieten – auf der Basis des verfügbaren Wissens und daraus abgeleiteter Modellvorstellungen – die besten Ergebnisse bei der Hör-Rehabilitation?
- Welche Hörgeräte-Algorithmen zur Kompensation von Störungen der binauralen Verarbeitung (im Hirnstamm bzw. Cortex) bieten – auf der Basis des verfügbaren Wissens und daraus abgeleiteter Modellvorstellungen – die besten Ergebnisse bei der Hör-Rehabilitation?
- Welche Methoden zur Erfassung und Vorhersage der wahrgenommenen Verarbeitungs- und Wiedergabequalität von Hörgeräten reflektieren am besten die subjektive Einschätzung von Hörgeräträgern (einschließlich der individuellen Einflussfaktoren wie Tragegewohnheiten/Lifestyle, Akklimation, Erwartungen an Hörgeräte), und wie lassen sich diese Verfahren zur Entwicklung und Anpassung innovativer Hörgeräte einsetzen?
- Wie lassen sich neue, modellbasierte Hörgeräte an den individuellen Patienten anpassen, wobei sowohl präskriptive (d.h. auf Hördiagnostik beim Patienten beruhende) als auch adaptive Anpassungsverfahren und ihr Wechselspiel geeignet kombiniert werden müssen?
- Was ist der mögliche Hör- und Kommunikationsgewinn mit innovativen Hörgeräten, die auf modellbasierten Algorithmen und Anpassungsverfahren aufbauen, gegenüber dem derzeitigen Stand der Wissenschaft und Technik?

Schlussfolgerungen

Anhand der konkreten Forschungsthematik der Exzellenzcluster-Initiative »Hearing4all« sollten exemplarisch die wichtigsten zukünftigen Forschungsfelder und ihre Verknüpfungen aufgezeigt werden, die natürlich nicht nur in den genannten Forschungsverbänden bearbeitet werden, sondern in Teilaspekten in ähnlicher Form weltweit sowohl in der universitären Forschung als auch in den Entwicklungslabors der Hörgeräte- und Cochlea-Implantate-Hersteller Niederschlag finden. Besonders bedeutsam wird aus Sicht des Autors in der Zukunft jedoch die folgende Entwicklung sein:

- Entwicklung einer »**subklinischen Audiologie**«, d.h. in Ergänzung zur Fokussierung auf die höchstgradig Hörgestörten, für die eine technologische Lösung in Form von Cochlea- oder Hirn-Implantaten weiterentwickelt werden muss, darf der rein statistisch wesentlich bedeutendere Teil der geringgradig Hörgestörten in unserer alternden Kommunikationsgesellschaft nicht aus den Augen verloren werden. Besondere Forschungsanstrengungen zur Lösung der hier primär auftretenden Kardinalprobleme (Darbietungsproblem, Anpassungsproblem und Störquellen-Unterdrückungsproblem) sind daher ebenso vonnöten wie gesellschaftliche Umstellungen, die das Stigma einer Versorgung mit technischen Hörhilfen in ähnlicher Form zu überwinden helfen, wie es schon längst bei technischen Sehhilfen (d.h. der Brille) geschehen ist.
- Der **modellbasierte Ansatz** ist zwar bisher nur ansatzweise in den Forschungslabors implementiert, verspricht aber durch eine exaktere, die Erkenntnisse vieler Disziplinen einbeziehender Analyse der individuellen Kommunikationsbeeinträchtigung deutliche

Fortschritte bei der Überwindung von Kommunikationshemmnissen. Mittels dieses Ansatzes sollten Perspektiven aufgezeigt werden, die insbesondere das Problem der unzureichenden sensorischen Informationsverarbeitung mittel- bis langfristig zu überwinden helfen. Hier bieten modellbasierte Informations-Reduktions-Verfahren (»MP3 für Hörgeräte«) ebenso interessante Perspektiven und einen wesentlichen Innovationsschub wie neue Stimulationsmöglichkeiten des auditorischen Systems (z.B. alternative Implantat-Technologien oder die elektro-akustische Stimulation). Auch wenn die mit den derzeit verfügbaren Stimulationstechniken erreichbaren Informationsübertragungsraten noch weit unterhalb derer liegen, die beim normalen, ungestörten Gehör erreicht werden können, sind die Aussichten Erfolg versprechend.

- **Interdisziplinäre Verbundforschung:** Die Analyse des Forschungsbedarfs zeigt zudem, dass sowohl die aufgezeigte Problematik der akustischen Sprachkommunikation als auch ihre angedachten Lösungsmöglichkeiten zur Bearbeitung der in Abbildung 5 dargestellten grundlegenden Probleme nur im Zusammenspiel zwischen verschiedenen Disziplinen lösbar sind. Für die Zukunft heißt es daher, die zur Lösung unserer in der rehabilitativen Audiologie drängenden Probleme zu bündeln, eine starke Interaktion zu ermöglichen und insgesamt dem Ziel »Hören für alle« in einem multidisziplinären Verbund gemeinsam näher zu kommen.

Science and Fiction der Hörgerätetechnologien



Stefan Launer,
Phonak, Stäfa/Schweiz

Hörgeräte haben in den vergangenen zehn Jahren eine rasante Entwicklung durchlaufen. Mit Einführung der Digitaltechnologie entstand auch die Möglichkeit, viele neue Funktionen in die Hörgeräte einzufügen (Abbildung 1). Moderne digitale Hörgeräte verwenden eine Vielzahl verschiedener Algorithmen, um in unterschiedlichen Hörsituationen ein optimales Sprachverstehen, eine bestmögliche Klangqualität und eine sehr gute Wahrnehmung der akustischen Umwelt zu ermöglichen. Da spezifische Algorithmen nur in besonderen Hörsituationen verwendet werden, beziehungsweise in unterschiedlichen Hörsituationen verschiedene Einstellungen benötigt werden, wird die gesamte Funktionalität eines modernen Hörgeräts von einer intelligenten Automatik gesteuert, die die verschiedenen Hörsituationen automatisch erkennt und die jeweils optimalen Algorithmen und ihre Parametrisierung auswählt. Wesentliche Fortschritte wurden durch die Entwicklung neuer Algorithmen erzielt wie zum Beispiel:

1. Algorithmen zur Reduktion von Störgeräuschen und Hall basierend auf Richtmikrofon- oder auch Ein-Mikrofon-Technologien zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit.
2. Feedback-Cancellation-Algorithmen: Diese haben es insbesondere auch ermöglicht, Hörgeräte offener und damit wesentlich komfortabler anzupassen.
3. Frequenzkompression, eine sehr erfolgreiche Methode, hochfrequente Sprachanteile wieder hörbar zu machen. Insbesondere bei Kindern sehr wichtig für den Spracherwerb.

Ein signifikanter Teil der Forschung widmet sich nicht nur der Entwicklung neuer Algorithmen, sondern auch dem Ziel, diese in möglichst vielen akustischen Situationen optimal funktionieren zu lassen. Neben der Genese neuer Funktionalitäten wird diese »Evolution« der Leistungsfähigkeit von Hörgeräten – die optimale Leistung in möglichst vielen Hörsituationen – ein wesentlicher Motor des Fortschritts in der Hörgerätetechnik sein. Heute geht man zum Beispiel bei Richtmikrofonen immer davon aus, dass das Zielsignal vor dem Hörgeräteträger ist. In vielen Kommunikationssituationen ist das aber nicht der Fall, wie zum Beispiel im Auto oder auch im Restaurant und so weiter. Erste Ansätze, Richtmikrofone einzusetzen, wenn Sprachsignale nicht von vorne kommen, gibt es bereits. Grundsätzlich bleibt hier aber noch viel Raum für die Entwicklung von neuartigen Algorithmen um

1. ein Zielsignal automatisch zu identifizieren,
2. dieses herauszufiltern und gegen den Umgebungshintergrund hervorzuheben,
3. ein Zielsignal zu erkennen und möglicherweise zu verfolgen, wenn es sich im Raum bewegt (Sprecherverfolgung).

Neben den klassischen Problemen der Hörgerätetechnik, wie zum Beispiel die Sprachverständlichkeitsverbesserung in schwierigen Hörsituationen sowie die Verbesserung des Feedback-Managements und der automatischen Funktionalität, rücken auch andere Aspekte in den Vordergrund: Bisher hat man sich immer implizit auf mittel- bis hochgradige Schwerhörigkeiten konzentriert, dank der offenen Versorgung werden nun aber auch mildere Hörverluste immer besser versorgt. Was sind aber die spezifischen Hörwünsche und Anforderungen dieser Gruppe? Hier öffnet sich ein großes Forschungsfeld mit vielen offenen Fragen.

Neben der Entwicklung von neuen Algorithmen ist in den letzten Jahren auch vermehrt der mechanische und akustische Aufbau der Hörgeräte in den Fokus gerückt. Man hat erkannt, dass die besten Algorithmen nur dann wirklich optimal funktionieren, wenn alle akustischen Effekte richtig berücksichtigt werden. Moderne Methoden der akustischen Simulation ermöglichen es, die Leistungsfähigkeit von Richtmikrofonen, Feedback-Canceller und anderen Algorithmen am Kopf für verschiedene Bauformen von Hörgeräten optimal zu designen.

Neue Erkenntnisse in den Materialwissenschaften erlauben es weiterhin, die Geräte mechanisch eleganter, stabiler und robuster zu gestalten. Dabei gilt es zu bedenken, dass ein attraktives Design nicht nur ein rein kosmetischer Aspekt ist, sondern durchaus auch dazu beitragen kann, die Akzeptanz der Hörgeräte weiter zu fördern. Es bleibt allerdings zu hoffen, dass der »Miniaturisierungswahnsinn« ein Ende findet: In den letzten Jahren mussten Hörgeräte immer kleiner werden, das macht die Bedienbarkeit am Kopf, zum Beispiel von einem Lautstärkeregler, gerade für ältere Menschen immer schwieriger. Hörgeräte müssen nicht unsichtbar sein, sondern dürfen durchaus sichtbar sein, was für das Design, die Bedienbarkeit und den Nutzen der Geräte sicherlich von Vorteil wäre.

Darüber hinaus sind moderne Hörgeräte vernetzte Systeme. Vor einigen Jahren wurde die drahtlose Funktechnik bei den Hörsystemen eingeführt (Abbildung 2). Dies eröffnete eine neue Welt der Funktionalität. Hörgeräte sind bereits heute in der Lage, miteinander wie auch mit externen Geräten und Audioquellen zu kommunizieren. Die Kommunikation zwischen den Hörgeräten ermöglicht, abhängig von der verwendeten drahtlosen Funktechnik, den Austausch von Steuer- und Kontrollsignalen, wie zum Beispiel den Programmabgleich oder die Lautstärkeänderung, bis hin zum Übertragen des Audiosignals, das eine echte binaurale Signalverarbeitung ermöglicht. Diese Vernetzung eröffnet viele Möglichkeiten: Auf der einen Seite können neue Wege der Signalverarbeitung mit dem Ziel beschritten werden, sowohl die Sprachverständlichkeit in schwierigen Hörsituationen zu optimieren als auch die Leistungsfähigkeit der automatischen Situationserkennung deutlich zu verbessern. Neben der binauralen Signalverarbeitung erge-

ben sich aber noch andere Möglichkeiten. Die Vernetzung insbesondere mit mobilen Geräten, wie zum Beispiel Smartphones, Tablet Computern, PCs oder elektrischen Systemen in sogenannten intelligenten Häusern, wird es ermöglichen, neue Funktionalitäten und Services zur Verbesserung der Hörrehabilitation oder des Hörgeräteanpassprozesses zu entwickeln. Dabei lassen sich verschiedene Anwendungsgruppen unterscheiden: Mobile Geräte können in Zukunft entweder verwendet werden als

1. Informationscenter, zum Beispiel zur Darstellung des Hörprogramms, des Batteriestatus oder zur Information, welche externe Quelle verfügbar ist;
2. als Vermittlungsstelle zur Übertragung von Audio- oder Datensignalen von externen Quellen und über große Distanzen;
3. als Gerät für Hörtrainingprogramme;
4. als Fernsteuerung oder für viele andere Anwendungen.

Zusätzlich erlaubt die Vernetzung auch, besser zu verstehen und zu analysieren, wie Hörgeräte im täglichen Leben verwendet werden, welche Hörsituationen Hörgeräteträger erleben und welche Hörprogramme dort verwendet werden. Dies wird es ermöglichen, Hörgeräte noch optimaler für die spezifischen Hörbedürfnisse zu entwickeln.

Eines der Hauptprobleme der Hörgerätetechnik ist nach wie vor die Versorgung mit elektrischer Energie – aufgrund des geringen Volumens bleibt nur wenig Platz für eine ausreichende Stromquelle. Oft müssen Einschränkungen in der Funktionalität der Geräte in Kauf genommen werden, da nicht ausreichend elektrische Energie zur Verfügung steht. In der Technikentwicklung wird daran gearbeitet, körpereigene Mechanismen zur Stromerzeugung zu nutzen. Dieses Konzept, zum Beispiel Temperaturunterschiede, Körperbewegungen oder andere physikalische Effekte zur Energiegewinnung zu nutzen und die herkömmlichen Batterien zu ergänzen oder zu ersetzen, befindet sich derzeit noch im Forschungsstadium. Möglicherweise wird es aber in der Zukunft erlauben, die Grenzen der heutigen Hörgerätetechnik zu sprengen.

Man kann zu Recht behaupten, dass sich der Fokus der Technologieentwicklung im Bereich Hörsysteme in den letzten Jahren verschoben hat: nach dem digitalen Zeitalter, der Innovation mit einem Fokus auf di-

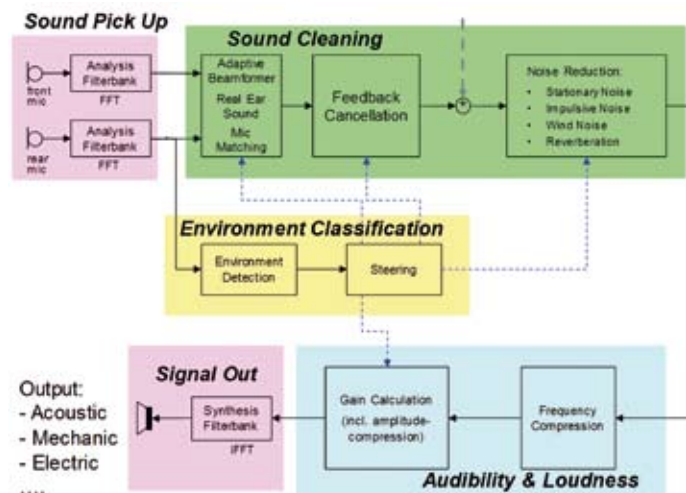


Abb. 1: Blockschalbild eines modernen digitalen Hörgeräts



Abb. 2: Hörgeräte sind vernetzte Systeme.

gitale Signalverarbeitung liegt heute der Schwerpunkt wieder sehr stark auf unterschiedliche Technologien. Der Innovationsansatz ist holistischer. Es wird umfassend auf den Gebieten der digitalen Signalverarbeitung, der drahtlosen Verbindungstechnik, der Materialwissenschaften, der Akustik und der Energiequellen geforscht. Darin liegt ein großes Potenzial für eine deutliche Verbesserung der Leistungsfähigkeit moderner Hörgeräte.

Die Stiftung Zuhören ... und ihre Bedeutung für das Hören



*Volker Bernius,
Stiftung Zuhören,
Frankfurt am Main*

»Wir brennen für das Zuhören«. So lautet ein aktuelles Motto der vor 10 Jahren gegründeten Stiftung. Es waren Hörfunkredakteure, die seit Mitte der 90er Jahre angefangen haben darüber nachzudenken, dass es Institutionen geben müsste, die sich um den »Zustand des Zuhörens« und der Zuhörbereitschaft in der Gesellschaft kümmern. Und die überlegt haben, dass es wert ist, sich für Zuhörfähigkeit und Zuhörkompetenz einzusetzen.

Natürlich entsteht eine solche Initiative nicht einfach so – davor steht zum Beispiel die Beobachtung, dass in unseren Medien wirkliche Zuhörangebote weniger werden oder anders herum, dass Menschen in ihrem Alltag längere Zuhörangebote nicht mehr nutzen, dass sie sich nicht mehr die Zeit nehmen (können) für anspruchsvolle Zuhörangebote. Das war die Situation Mitte der 90er Jahre. Daran hat sich heute nicht viel verändert, aber es muss heute differenzierter gesehen werden. Seit ein paar Jahren gibt es die Möglichkeit des zeitsouveränen Hörens von Medienangeboten an jedem Ort, den der Hörer sich aussucht. Zeit- und ortsunabhängige Nutzung ist das Stichwort, und im Bereich Audio heißt das Podcast. Gerade längere Podcastsendungen werden vermehrt von Hörerinnen und Hörern abgerufen, weil ihr Interesse sie leitet, sich eine Sendung zu podcasten und diese dann hören können, wann sie wollen und sich die Zeit dazu nehmen. Und: Heute gibt es wieder – und das ist ein weiterer Unterschied zur Situation Mitte der 90er Jahre – längere Hörangebote – nicht unbedingt bei den Rundfunkanstalten – aber auf dem freien Markt: Die Hörbücher – ein Medienangebot, das erst ab der Mitte der 90er Jahre, dann Ende der 90er-Jahre so richtig begann, einen Erfolg zu starten. »Jemand liest mir etwas vor mit einer Stimme, die mir sehr gut gefällt«, sagt eine Nutzerin und sieht dieses professionelle Vorlesen als einen besonderen Wert an.

Die Medienanstalten

2002 – vor 10 Jahren haben der Hessische Rundfunk, der Bayerische Rundfunk, die Bayerische Landeszentrale für Neue Medien, die Hessische Landesanstalt für privaten Rundfunk und neue Medien sowie die Firma Sennheiser und das Medienkompetenzforum Südwest die

Stiftung Zuhören gegründet. Es sind öffentlich-rechtliche Rundfunkanstalten und Landesmedienanstalten. Die Landesmedienanstalten sind Aufsichtsorgane (und zuständig) für die privaten Programme, auch öffentlich-rechtlich organisiert und finanziert vom Rundfunkbeitrag. Sie sind zuständig für Programme wie RTL, ProSieben, Sat. 1, NTV und für regionale Radioprogramme und haben den Auftrag, diese zu beaufsichtigen, aber auch den Auftrag zur Förderung der Medienkompetenz.

Beide Organisationsformen im »dualen Rundfunksystem« Deutschlands (seit Mitte der 80er Jahre) sind im Grunde Konkurrenten auf dem Medienmarkt – die öffentlich-rechtlichen Angebote und die privaten Medienangebote, die sich über Werbung finanzieren. Und das ist ein Phänomen, das man immer wieder nennen sollte, weil es sozusagen zur Identität gehört: Dass sich beide Systeme, wenn man so will, beim Thema Zuhören und Zuhörförderung in der Stiftung Zuhören zusammengeschlossen haben.

Vier Jahre nach der Gründung im Jahr 2006 kamen der Mitteldeutsche Rundfunk (MDR) zur Stiftung Zuhören dazu und die entsprechenden Landesmedienanstalten von Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Und seit 2012 sind weitere Mitstifter der Westdeutsche Rundfunk (WDR) und der Norddeutsche Rundfunk (NDR). Fast die gesamte ARD ist somit in der Stiftung Zuhören mit Stand 2012 vertreten.

Jedoch: Die Stiftung Zuhören ist trotz der vielen Stifterhäuser eine kleine Stiftung. Wichtig und grundlegend für die Arbeit sind die jeweiligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei den Rundfunkhäusern. Die Projekte selbst werden zum überwiegenden Teil von anderen finanziert – das können Ministerien sein, öffentliche Institutionen oder andere Stiftungen.

Aufgaben und Ziele der Stiftung Zuhören

Ziel der Stiftung Zuhören ist es, ein breites Bewusstsein für die Bedeutung des Zuhörens als einer grundlegenden kulturellen Kompetenz zu schaffen. Zuhören bedarf gezielter Förderung, um den Wert und die Unverzichtbarkeit dieser Kompetenz deutlich werden zu lassen.

Die Stiftung Zuhören möchte vor allem bei Kindern und Jugendlichen die Lust auf das Hören und die Freude am Zuhören wecken. Die Projekte fördern die Fähigkeit, sich die Welt mit den Ohren zu erschließen und sie umfassend wahrzunehmen. Hier erfahren Kinder und Jugendliche außerdem, was es heißt, aufeinander zu hören und respektvoll miteinander umzugehen.

Die Stiftung fördert den selbstbestimmten und kompetenten Umgang mit Medien und Kommunikationstechnologien. Denn nur wer zuhört, kann Informationen differenzieren, bewerten und seine Handlungen und Entscheidungen danach ausrichten. Dialogfähigkeit fördert die gesellschaftspolitische Einflussnahme und Teilhabe.

Zuhören lernen durch »Hören machen«

Zuhören lernen – so die Erfahrung aus vielen Projekten der Stiftung Zuhören – lässt sich am besten und intensivsten durch selbst erlebte Praxis. Deshalb folgen viele Projekte dem Grundsatz »Hören lernen durch Hören machen« oder anders gesagt: Wer etwas zum Zuhören macht, lernt nicht nur zu hören und zuzuhören, sondern vieles mehr. Zum Beispiel soziale Kompetenz, Sprach- und Sprechvermögen, er steigert seine Kreativität und stärkt seine Persönlichkeit, erweitert seine Kommunikationsfähigkeit, festigt sein Selbstbewusstsein, intensiviert seine Wahrnehmung und Sinneskompetenz, vergrößert sein Wissen und vieles mehr. Die akustische Aufbereitung und Umsetzung von Inhalten vermag dabei auch ein Lernklima zu schaffen, das alle Aspekte selbst gesteuerten Lernens abdeckt und andererseits quasi durch die Hintertür den Blick auf Inhalte öffnet, die sonst durch eine zu hohe Schwelle versperrt scheinen.

Die Stiftung Zuhören konnte aus vielen Projekten erfahren, dass die Beschäftigung mit den unterschiedlichsten Themen auf dem Weg der akustischen Gestaltung nicht nur einen grundlegenden Beitrag zur dringend erforderlichen Medienkompetenz leistet, sondern auch ein Erfahrungsfeld bietet, auf dem junge Menschen viele wirkliche Schlüsselkompetenzen lernen können. Der Wert des Zuhörens soll nicht nur in Sonntagsreden, sondern vor allem im Alltag als eine wichtige gesellschaftliche Ressource anerkannt werden.

Zuhören lernen ist eine Bildungsaufgabe

Als Hörende kommen die meisten Menschen zur Welt. Mit einer Neugier auf das, was wir über das Ohr empfangen können. Wir lernen dem, was wir hören, eine Bedeutung zu geben: Wir identifizieren Geräusche und Klänge, erkennen Worte, ordnen Stimmen zu, lernen Musik kennen und unterscheiden. Im Grunde eine Selbstverständlichkeit – so selbstverständlich, dass wir nicht mehr darüber nachdenken, dass die Fähigkeit des Zuhörens mit (spielerischem) Lernen von Anfang an verknüpft ist, das ganze Leben lang dauert – und nicht von selbst entsteht. Zuhörkompetenz will gepflegt sein. »Hören ist ein physiologisches Phänomen, Zuhören ein psychologischer Akt«, bringt es der französische Philosoph und Schriftsteller Roland Barthes auf den Punkt. Deshalb muss das Zuhörenlernen als eine Bildungsaufgabe von früh an verstanden werden – genauso wie Lesen-, Sprechen- und Schreibenlernen.

Zuhören ist aktiv

Zuhören ist ein aktiver Vorgang, der ganze Welten erschließen hilft und zu einem Erlebnis werden kann. Im Zuhörprozess erbringen wir – nach Margarete Imhof (Uni Mainz) verschiedene »Leistungen«: Wir nehmen wahr und bilden eine Zuhörabsicht, wir wählen aus und ordnen ein, wir interpretieren und nehmen das Gehörte in unser Gedächtnis auf, wir entwickeln Fragen und suchen Antworten, damit wir den Sinn dessen erschließen, was wir hören. Ein Prozess, der gleichzeitig und schnell verläuft, störanfällig und anstrengend sein kann. Kein Wunder, dass keiner über längere Zeit mit der gleichen Intensität zuhören kann. Jeder lernt im Laufe seines Lebens seine eigene Zuhörstrategie zu entwickeln und je nach Situation zu erweitern – denn: ein Small Talk erfordert ein anderes Zuhören als ein Vortrag. In einem Arzt-Patienten-Gespräch wird anders zugehört als in einem Pausengespräch oder bei einer Beratung in finanziellen Angelegenheiten.

Hörens würdigkeiten entdecken

Diesen Begriff prägte schon vor 50 Jahren der kanadische Komponist R. Murray Schafer. Denn es ist bereichernd, »mit offenen Ohren« der Welt zu begegnen, von anderen Menschen zu hören und sie verstehen

zu lernen. Es macht Freude, »Hörens würdigkeiten« zu entdecken und zu gestalten. Die Ohren für Unterschiede in der akustischen Umgebung zu sensibilisieren. Hörspaziergänge zu unternehmen, die Stille erfordern sowie Erholung ermöglichen. In einer solchen Situation ist Zuhören gesundheitsfördernd. Heute ist das »Sound-Design« in Wirtschaft und Firmen ein ganz wichtiger und sehr professioneller Bestandteil der industriellen Produktion: Menschen werden emotional über das Hören und über Klänge erreicht. Wir entdecken »Hörens würdigkeiten« auch in Medien – in Hörbüchern genauso wie in Angeboten bestimmter Radio- und Fernsehsender – und in der Musik. Musik ist die einzige Kunst, die wir über die Ohren genießen können.

Vertrauen schaffen – Kommunikation ermöglichen

Auch in der beruflichen und in der alltäglichen Kommunikation bleibt die Suche nach dem guten Ton eine wichtige Voraussetzung im Umgang miteinander. Dazu gehört die Bereitschaft zum Zuhören.

Erst durch den Mangel wird vielen klar, welche Schlüsselkompetenz das Zuhören ist. Manche Banken zum Beispiel haben das erkannt (und hoffentlich realisieren sie es auch), wenn sie mit dem Slogan werben: »Wir hören Ihnen zu! Schenken Sie uns Ihr Vertrauen«. Und jeder, der eine hohe Stellung beginnt in Politik und Gesellschaft und mit vielen Menschen zusammenarbeitet, betont: »Ich will erst einmal zuhören und erfahren, was andere denken und wollen!« Zuhören ist positiv besetzt! Ein Wert, der geschätzt wird.

Zuhören durch Praxis lernen

Die Stiftung Zuhören knüpft mit ihren Projekten am positiven Wert des Zuhörens an, sie will Vorbild sein: In vielen Fortbildungsveranstaltungen mit Lehrerinnen und Lehrern, mit Medienpädagogen und Erzieherinnen geht es in Übungen darum, die Bedeutung des Zuhörens als eine Ressource zu entdecken. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer spiegeln ihre Begeisterung zurück: »Ich habe erfahren, dass es darauf ankommt, Fragen zu stellen.« »Wer mir zuhört, zeigt, dass er mich achtet, also nehme ich mir die Zeit, da zu sein und genauer hinzuhören.« »Ich werde künftig darauf aufpassen und so sprechen, dass mich Kinder besser verstehen können.« Durch die Übungen mit anderen habe ich gelernt, das Wichtige vom Unwichtigen zu unterscheiden.« »Erst Zuhören, dann können wir besser auf Augenhöhe Konflikte lösen.« »Ich bin dafür verantwortlich, eine zuhörfreundliche Atmosphäre herzustellen.«

Vielen wird klar, worum es bei dem Begriff »zuhörfreundliche Schule« oder »zuhörfreundlicher Kindergarten« geht. Nämlich einen Raum zu schaffen, in dem alle die Fragen stellen: Wie können wir ein Klima schaffen, das wir gemeinsam zuhörfreundlich nennen? Wie wollen wir, dass wir hier miteinander umgehen?

Wie gestalte ich meinen Unterricht so, dass Kinder mir zuhören können, d.h. dass sie mich verstehen können? Welche Hörkultur pflegen wir in unserer Institution?

Es ist erfreulich, dass das »Zuhören« immer wieder und immer weiter ein begehrter Fortbildungsgegenstand ist – vor allem auch in der Bildungslandschaft der Schulen und Kindertagesstätten. Lehrerinnen und Lehrer, Erzieherinnen und Erzieher erkennen zunehmend »Hören und Zuhören« als eine Bildungsaufgabe. Zuhören wird nicht mehr als Bringschuld nur der Kinder angesehen, sondern als Fähigkeit, die gemeinsam gebildet werden kann und im Dialog entsteht. »Zuhören und Sprechen« sind als zu erwerbende Kompetenzen in die

Bildungsstandards eingegangen. Lehrerinnen und Lehrer fühlen sich verantwortlich, Zuhörkompetenz zu erwerben und zu vermitteln. Und die Ergebnisse in Schulen und Hörclubs, in Kindertagesstätten und Freizeiteinrichtungen lassen von sich hören: es entstehen immer mehr zuhörfreundliche Atmosphären. Und auch die vielen Audio-Produktionen von Kindern und Jugendlichen, die inzwischen entstanden und nachhörbar sind, zeigen das Engagement und die Bereitschaft, die Freude und die aktive Teilhabe, die Kinder und Jugendliche spüren, wenn sie sich mit dem Zuhören beschäftigen. Hier wird Zugehörigkeit erkennbar.

Hörclubs als Zeit und Raum für das Hören und Zuhören

Die Stiftung Zuhören regt Schulen und Kindertagesstätten dazu an, dem Hören und Zuhören bewusst einen Raum und eine Zeit zu geben in Hörclubs. Bereits über 2.000 Schulen und Kindertagesstätten haben in Deutschland – in allen Bundesländern – mit Zuhörförderung in Hörclubs begonnen. Die Stiftung Zuhören hat hierfür geeignetes Material in einer HörSpielBox zusammengestellt.

Kinder treffen sich einmal in der Woche mit ihrem Lehrer und ihrer Lehrerin zum spielerischen Hören. Genauer gesagt zum »Hören machen«. Sie spielen solche Spiele gemeinsam in der Gruppe, bei denen ein genaues Hinhören erforderlich ist. Sie machen elementare sinnliche Erfahrungen.

Sie lernen bei Hörspaziergängen die akustische Umgebung kennen und Klänge unterscheiden. Sie nehmen die Geräusche und Klänge ihrer Schule auf und machen daraus ein Hörrätsel. Sie hören Hörspiele und setzen den Inhalt kreativ um.

Hören und Zuhören werden zum Mittelpunkt der Hörclubstunde. Sie erhalten einen besonderen Wert. Kinder erfahren in Hörclubs, dass auch ihnen zugehört wird und erleben so die Bedeutung des Zuhörens.

Das Zuhören zu fördern ist keine neue pädagogische Methode. Es ist vielleicht ein neuer Blick auf das, was bereits im Kindergarten- und Schulalltag vorhanden ist.

Zuhörförderung bezieht deshalb viele pädagogische Methoden ein, die aus anderen Bereichen übernommen sind. Es ist ein multiperspektivischer Ansatz, der das Zuhören verbindet mit Methoden und Praxis

- der ästhetischen Bildung
- der Wahrnehmungsförderung
- der Hörerziehung in Musik und Deutsch (Hörverstehen)
- des sozialen Lernens
- der Förderpädagogik
- der Medienbildung
- der sensorischen Integration
- der akustischen Ökologie
- der Sprachförderung
- des interkulturellen Lernens
- der Gesundheitserziehung
- der Stille- und Aufmerksamkeitspädagogik und vieles mehr.

Lehrerinnen und Lehrer berichten, dass bei regelmäßigem Angebot nach einem halben Jahr folgende Veränderungen bei den Schülerinnen und Schülern zu beobachten sind:

- *»Kinder nehmen im Laufe der Zeit mehr wahr, sie hören einfach genauer hin, können viel mehr beim Hören unterscheiden.«*
- *»Sie können sich besser ausdrücken und sich besser miteinander verständigen über das, was sie hören.«*
- *»Sie sind konzentrierter bei der Sache, können dem Hören und dem Zuhören einen Wert beimessen.«*
- *»Sie gehen miteinander anders, ja achtsamer um, das heißt, sie hören sich besser zu.«*

Im Hörclub wird nicht individuell gehört, das Hören und Hören machen, die aktive Arbeit am Hören, findet gemeinsam statt und hat dadurch auch einen sozialen Wert. Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass die Hörclubarbeit, die sprachliche und soziale Kompetenz fördert, die Konzentrationsfähigkeit stärkt sowie Wahrnehmung und Lernkompetenz schult.

Die Stiftung Zuhören kann – nach 10 Jahren Arbeit – stolz darauf sein, dass sie »Zuhörprozesse« angestoßen hat. Und dennoch bleibt viel zu tun. Denn gutes Zuhören ist nicht auf Bildung und Schule beschränkt, sondern eine Grundvoraussetzung für einen gesellschaftlichen Konsens. Gutes Zuhören schafft eine Kultur des konstruktiven, effizienten und wertschätzenden Dialogs, hilft Konflikte besser zu lösen und öffnet viele Türen zur kulturellen und gesellschaftlichen Teilhabe.

Professor Dr. Max Ackermann
Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg
Wassertorstraße 10
90489 Nürnberg
max.ackermann@ohm-hochschule.de

Professor Dr. Eckart Altenmüller
IMMM, Institut für Musikphysiologie und Musiker-Medizin
Hochschule für Musik, Theater und Medien
Emmichplatz 1
30175 Hannover
eckart.altenmueller@hmtm-hannover.de

Dr. Günther Beckstein
Bayerische Staatskanzlei
Franz-Josef-Strauss-Ring 1
80539 München
Sekretärin: Kathrin.Binder@stk.bayern.de
Assistent: Christian.Taubenberger@stk.bayern.de

Dr. Volker Bernius
Stiftung Zuhören
Bertramstraße 8
60320 Frankfurt/Main
Vbernius@hr-online.de

Professor Dr. Gottfried Diller
Pädagogische Hochschule Heidelberg
Kepplerstr. 87
69120 Heidelberg
gdiller@ph-heidelberg.de

Professor Dr.-Ing. Hugo Fastl
TU München
Arcisstraße 21
80333 München
fastl@mmk.ei.tum.de

† Dr. Mechthild Hagen
LMU München
Geschwister-Scholl-Platz 1
80539 München

Professor Dr. Eckhard Hoffmann
Hochschule Aalen
Beethovenstraße 1
73430 Aalen
eckhard.hoffmann@htw-aalen.de

Professor Dr. Sebastian Hoth
Universitäts-HNO-Klinik Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 400
69120 Heidelberg
sebastian_hoth@med.uni-heidelberg.de

Hubert Hüppe
Beauftragten der Bundesregierung für
die Belange behinderter Menschen
Mauerstraße 53
10117 Berlin
info@behindertenbeauftragter.de

Professor Dr. Margarete Imhof
Johannes Gutenberg Universität
Binger Straße 14-16 (Conrad-Gebäude)
55099 Mainz
imhof@uni-mainz.de

Professor Dr. Maria Klatte
Technische Universität Kaiserslautern
Erwin-Schrödinger-Straße – Gebäude 57
67663 Kaiserslautern
klatte@rhrk.uni-kl.de

Professor Dr. Andrej Kral
Medizinische Hochschule Hannover
Feodor-Lynen-Straße 35
30625 Hannover
kral.andrej@mh-hannover.de

Professor Dr. Dr. med Birger Kollmeier
Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg
Fak. V. Institut für Physik
Campus Wechloy
26111 Oldenburg
birger.kollmeier@uni-oldenburg.de

Dr. Stefan Launer
Phonak AG
Laubisrütiststraße 28
8712 Stäfa/Schweiz
stefan.launer@phonak.com

Professor Dr. Ing Philip Leistner
Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
Philip.Leistner@ibp.fraunhofer.de

Prof. Prof. Dr. med. Thomas Lenarz
Medizinische Hochschule Hannover
Carl-Neuberg-Straße 1
30625 Hannover
lenarz.thomas@mh-hannover.de

Dr. Markus Meis
Hörzentrum Oldenburg GmbH
Marie-Curie-Straße 2
26129 Oldenburg
m.meis@hoerzentrum-oldenburg.de

Dr. Cornelia Thiele
Deutsches HörZentrum Hannover
Karl-Wiechert-Allee 3
30625 Hannover
thiele.cornelia@mh-hannover.de

Hörkultur

Materialsammlung vom 16. Multidisziplinären Kolloquium der GEERS-STIFTUNG
am 13. und 14. Februar 2012 in der Konrad-Adenauer-Stiftung
Tiergartenstraße 35, 10785 Berlin

Leitung: Gottfried Diller, Heidelberg

Schriftenreihe GEERS-STIFTUNG, Band 19

GEERS-STIFTUNG

zur Förderung wissenschaftlicher Vorhaben
zum Wohle der Hörbehinderten
im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V.
Barkhovenallee 1 · 45239 Essen (Heidhausen)
Postfach 16 44 60 · 45224 Essen
Telefon (02 01) 84 01-161 · Telefax (02 01) 84 01-301

Vorstand:

Professor Dr. Gottfried Diller, Heidelberg (Vorsitzender)
Professor Dr. Sebastian Hoth, Heidelberg
Professor Dr. med. Thomas Lenarz, Hannover
Ehrenvorsitzender: Professor Dr. med. Peter Plath, Haltern-Flaesheim
Ehrenmitglied: Professor Dr. rer. nat. Hellmut von Specht, Magdeburg

Anschrift des Herausgebers:

GEERS-STIFTUNG
Otto-Hahn-Straße 35 · 44227 Dortmund
Telefon +49 231 9760 628 · Telefax: +49 231 9760 77628
E-Mail: info@geers-stiftung.de

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 10 39 64 · 69029 Heidelberg
Telefon (0 62 21) 90 509-0 · Telefax (0 62 21) 90 509-20
E-Mail: info@median-verlag.de

Redaktionskoordinatorin: Katharina Seegel
Anzeigen: Kyra Schiffke
Layout: Simone Glados
Titelbild: psi-motion
Druck: Kössinger AG, Schierling

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

© Median-Verlag 2013

