

## Soziale und physische Folgen unbehandelter Schwerhörigkeit und ihre Vorbeugung – Teil 2

# Hörminderung im Alter führt zu kognitiven Leistungseinbußen

Dr. Aleksandra Kupferberg und Professor Dr. Sascha Frühholz

Nicht nur die Hörfähigkeit, sondern auch die geistige Leistungsfähigkeit lassen bei vielen Menschen im Alter nach. In den vergangenen Jahren wurden vermehrt Studien publiziert, die einen Zusammenhang zwischen den beiden Entwicklungen aufzeigen. Viele Untersuchungen zeigen, dass unbehandelte Altersschwerhörigkeit negative Auswirkungen auf die physische Gesundheit und die kognitiven Fähigkeiten haben kann. Denn wenn das Gehirn über längere Zeit hinweg gewisse Höreindrücke nicht mehr empfängt, verlernt es, diese zu interpretieren und zu bewerten. Gerade im Alter ist aber gutes Hören für die Lebensqualität und geistige Fitness wichtig – man spielt öfter mit Enkelkindern auf dem lauten Spielplatz, besucht Vorträge und Veranstaltungen oder geht auf Studienreisen. Hörgeräte können den Rückgang der kognitiven Fähigkeiten aufhalten. Deswegen ist es wichtig, sich rechtzeitig um eine mögliche Behandlung zu kümmern.

**P**resbyakusis bewirkt eine Verringerung der Lebensqualität mit teilweise dramatischen Folgen, wie zum Beispiel räumliche Orientierungsstörungen, zu spätes Erkennen von Gefahren, erhöhte Sturzgefahr und soziale Isolation (Abbildung 1). Mögliche Konsequenzen von Hörverlust sind zudem Beeinträchtigungen der Merkfähigkeit, des Lernvermögens und der Leistungsfähigkeit im Beruf. Hörprobleme stellen große Anforderungen an kognitive Prozesse und Ressourcen. Viele gesellschaftliche Veranstaltungen finden in Besprechungsräumen, Restaurants und Gesellschaftsräumen statt, in denen ein hoher Geräuschpegel vorhanden ist. Die permanente Anstrengung, die wir beim Hören aufwenden müssen, schafft für schwerhörige Zuhörer eine frustrierende Situation, was sogar zur Minderung des Selbstwertgefühles führen kann (Hogan et al. 2015).

Beim anfänglichen Hörverlust ist das Gehirn noch in der Lage, die sprachlichen Lücken bei anstrengenden Hörsituationen auszugleichen, später jedoch nicht mehr. Am schwerwiegendsten ist jedoch meist, dass der Hörverlust den Betroffenen viele wertvolle und schöne Alltagsmomente raubt. Gespräche mit Freunden, Telefonate mit der Familie, Fernsehsendungen sowie das Hören der Lieblingsmusik im Radio werden nicht mehr als genussvoll, sondern nur noch als anstrengend empfunden. Aber auch der Verlust der Fähigkeit, Klänge zu genießen, die man früher für selbstverständlich hielt, wie Naturgeräusche und die Stimmen nahestehender Personen, können die Stimmung trüben. Negative Kommunikationserfahrungen mit Normalhörenden, die auf den Schwerhörigen nicht eingehen, und erhöhte psychische Vulnerabilität können zur Reduzierung sozialer Aktivitäten führen. Das erhöht das Risiko für die Entwicklung psychischer Gesundheitsprobleme, wie zum Beispiel Depression und Phobie (Kvam et al. 2007). Der soziale Rückzug begünstigt wiederum die Entstehung von depressiven Gefüh-



Ein Essen in geselliger Runde stellt für hörgeschädigte Menschen eine große Herausforderung dar. Foto: shironosov/iStockphoto

len, Angst und Unsicherheit (Abbildung 1). Eine große Anzahl von Studien bringt Hörverlust auch mit Gedächtnisstörungen und Demenz in Verbindung.

## Depression und Angst als Folgen von Hörminderung

Es ist wissenschaftlich bewiesen, dass schwere Hörschäden das Risiko einer Depression unabhängig von Alter, Geschlecht, Region, Krankengeschichte und Einkommen erhöhten (Kim et al. 2017). Bei Personen mit schwerem Hörverlust leiden 11,4 Prozent an Depressionen, bei Normalhörenden dagegen nur fünf Prozent. Dabei gab es keinen Unterschied zwischen den gehörlosen Patienten, die Gebärdensprache benutzten, und Patienten mit starker Schwerhörigkeit. Beide Gruppen gaben an, sich deutlich depressiver zu fühlen als die Personen aus der normal hörenden Vergleichsgruppe (Fellinger et al. 2007). Obwohl Depressionen bei Schwerhörigen jeden Alters auftre-

ten können, sind 18- bis 69-Jährige am stärksten gefährdet (Li et al. 2014, Nachtegaal et al. 2009). Das kann daran liegen, dass die psychosozialen Auswirkungen im mittleren Alter vor allem im beruflichen Bereich besonders schwerwiegend sein können.

Die Schwerhörigkeit kann bei Patienten mit schweren oder hochgradigen Hörschäden auch Angstzustände bedingen (Abbildung 1). Schon milder Hörverlust erhöht die Wahrscheinlichkeit für eine Angststörung um 32 Prozent (Contrera et al. 2017). Moderater bis starker Hörverlust führt sogar zu einem 59 Prozent erhöhten Risiko für Angstgefühle. Auch die Dauer des Hörverlustes hat eine Auswirkung auf den Grad der Angst und der Depression – je länger der Hörverlust, desto stärker sind die beiden Erkrankungen ausgeprägt (Cetin et al. 2010).

## Sensorischer Entzug führt zu Psychose und Paranoia

Eine zwei Jahre alte Metaanalyse epidemiologischer Studien hat gezeigt, dass Schwerhörigkeit ein höheres Risiko für Halluzinationen, Wahnvorstellungen, psychotische Symptome und Paranoia darstellt (Almeida et al. 2018, Linszen et al. 2016). Eine Befragung im Rahmen einer allgemeinen Bevölkerungsstichprobe ergab, dass Hörverlust und Schwerhörigkeit mit dem Auftreten von Halluzinationen und/oder wahnhaften Vorstellungen drei Jahre später assoziiert sind (Thewissen et al. 2005). Hörschädigung im jungen Alter kann sogar die Entstehung einer Psychose begünstigen (Werf et al. 2011).

Spricht das für einen kausalen Zusammenhang? Es gibt mehrere Mechanismen, weswegen Kommunikationsschwierigkeiten zu einer Psychose führen können. Erstens sind soziale Isolation und Einsamkeit, die zu Spätfolgen von Hörverlust gehören, Risikofaktoren für die Entwicklung einer Psychose. Ein weiterer Grund könnte darin liegen, dass verbale Missverständnisse zu Fehlinterpretationen von sozialen Hinweisen und Kontextinformationen führen, was Gefühle der Paranoia hervorrufen kann. Wenn ein großer Teil der sprachlich vermittelten Informationen aufgrund der Schwerhörigkeit verloren geht oder reduziert wird, haben die Betroffenen Schwierigkeiten, die Emotionen und die geistigen Zustände ihrer Gesprächspartner zu verstehen. Der sensorische Entzug kann auch schon bei gesunden Menschen Halluzinationen verursachen, da der Anteil der äußeren Reize und Hinweise abnimmt und man das Geschehen in seiner Umwelt nicht mehr so präzise vorhersagen kann (Corlett et al. 2009). Auch könnten Schwierigkeiten bei der Lokalisierung der Schallquelle sowie Missdeutung von Geräuschen die Entstehung von Wahnvorstellungen begünstigen.

## Emotionale Belastung durch Tinnitus

Hörverlust kann auch indirekt zu psychischen Störungen führen, weil er oft mit Tinnitus einhergeht (König et al. 2006, Martines et al. 2010, Mazurek et al. 2010, Paul et al. 2016, Schae-

te and McAlpine 2011). Es besteht sogar eine starke Korrelation zwischen der Intensität des Tinnitus sowie klinischer Depression und Angst (Zöger et al. 2006). Das ständige Ohrgeräusch kann emotional sehr belastend sein. Eine italienische Studie hat vor Kurzem gezeigt, dass bei 45 Prozent der Studienteilnehmer mit Tinnitus die Symptome einer Angsterkrankung und bei 26,3 Prozent depressive Symptome festgestellt wurden (Fetoni et al. 2017). Patienten mit Tinnitus wiesen häufig auch Schallempfindlichkeit und Einschlafstörungen auf (Eysel-Gosepath and Selivanova 2005, Hébert et al. 2013, Wallhäusser-Franke et al. 2013).

Wie entsteht das Phantomgeräusch? Man geht davon aus, dass Tinnitus durch das Ausbleiben des normalen Inputs aus dem Innenohr bedingt wird. Wenn die Haarsinneszellen nicht mehr intakt sind, werden weniger Impulse als sonst zum Gehirn gesendet, was zur Entstehung von spontaner neuronaler Aktivität führt. Diese wird als Geräusch interpretiert und als Tinnitus wahrgenommen (Kaltenbach 2011, Noreña 2015, Schaeette and Kempter 2012). Diese Hypothese konnte in einer kleinen Pilotstudie mit Normalhörenden belegt werden. Wenn man gesunde Testpersonen sieben Tage lang einen Ohrstöpsel in einem Ohr tragen lässt, können die meisten Personen nach Ablauf des Experimentes Phantomgeräusche wahrnehmen (Schaeette et al. 2012). Nach der Entfernung des Ohrstöpsels waren die Phantomgeräusche nach wenigen Stunden verschwunden, weil die Teilnehmenden wieder Geräusche von außen hören konnten.

## Demenz und kognitive Beeinträchtigung

Mehrere Studien zeigten, dass schwerhörige Menschen nicht nur eine schlechtere kognitive Leistung aufweisen, sondern auch häufiger an Demenz erkranken als Menschen ohne Hörprobleme (Davies et al. 2017, Fritze et al. 2016, Heywood et al. 2017, Lin et al. 2011b und 2013). An einer vier Jahre alten longitudinalen Erhebung zu Demenz und Schwerhörigkeit waren 5 092 Personen im Alter ab 65 Jahren ohne manifeste Demenz oder Einschränkung der kognitiven Funktionen beteiligt (Gurgel et al. 2014). Sie wurden zu Studienbeginn sowie nach drei, sechs und neun Jahren mit einem erweiterten Mini-Mental-Status-Test (MMST) auf Demenz getestet. Von den Personen mit einer Hörminderung in der Ausgangserhebung entwickelten 16,3 Prozent eine Demenz, dagegen nur 12,1 Prozent ohne vorbestehende Hörminderung. Auch zeigte sich die Krankheit bei den Schwerhörigen früher als bei Personen ohne Hörprobleme (nach 10,3 Jahren versus nach 11,9 Jahren). Schwerhörigkeit scheint demzufolge ein unabhängiger Prognosefaktor für die Entwicklung einer Demenz zu sein. Auch die neueste systematische Metaanalyse von 36 epidemiologischen Studien und 20 264 Teilnehmern hat altersbedingten Hörverlust mit einem signifikanten Rückgang in allen wichtigen kognitiven Bereichen und mit einem erhöhten Risiko für kognitive Beeinträchtigungen und Demenz assoziiert (Loughrey et al. 2018). Zusätzlich gibt es Hinweise auf den Zusammen-

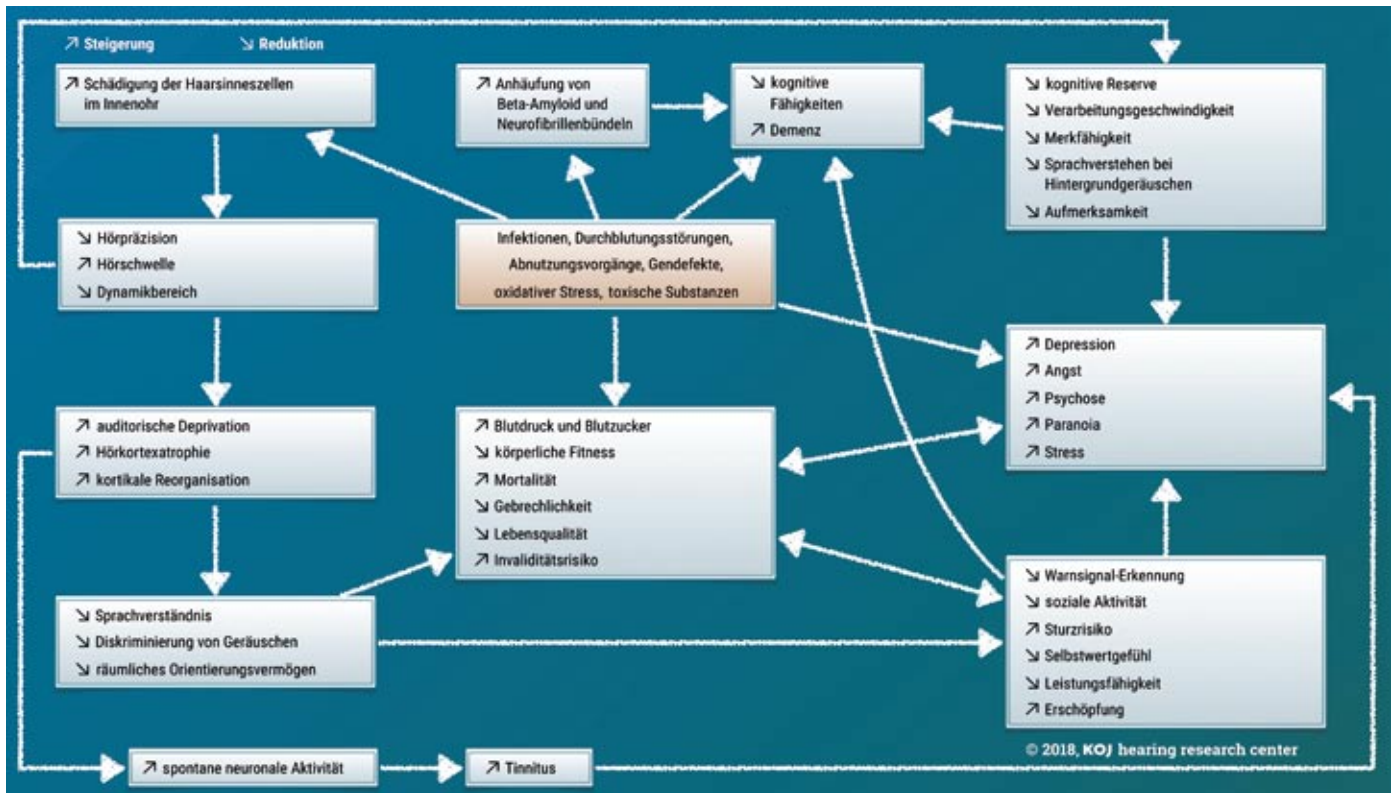


Abbildung: Alexandra Kupferberg

Abbildung 1: Zusammenhänge zwischen Faktoren, welche die psychische und die physische Gesundheit bei Schwerhörigkeit und Hörverlust beeinträchtigen

hang zwischen dem Grad des Hörverlustes und dem Grad des Demenzrisikos: Ein leichter Hörverlust ist einer wissenschaftlichen Studie zufolge mit einem zweifachen Anstieg des Demenzrisikos verbunden; ein mittlerer mit einem dreifachen Anstieg und ein schwerer mit einem bis zu fünffach größeren Demenzrisiko (Lin et al. 2011b).

### Schwerhörigkeit steigert Risiko psychischer Erkrankungen oder umgekehrt?

Offensichtlich gibt es genügend Hinweise auf eine Assoziation von Hörminderung und psychischen Störungen. Allerdings ist wie oft in solchen Fällen der kausale Zusammenhang nicht klar. Auf der einen Seite könnte der Hörverlust einfach ein Frühzeichen von Demenz sein, ohne sie direkt zu verursachen. In so einem Fall könnte die Schwerhörigkeit als möglicher Biomarker für den kognitiven Rückgang, kognitive Beeinträchtigung und Demenz dienen. Auf der anderen Seite können Kommunikationsschwierigkeiten aufgrund der Schwerhörigkeit die soziale Integration stark einschränken, was zu Depression und Demenz führen kann. Schließlich könnte auch ein anderer Faktor beides verursachen. Es sind also mehrere Mechanismen denkbar. Am häufigsten werden vier Hypothesen diskutiert, die den Zusammenhang zwischen Hörminderung und dem kognitiven Verfall zu erklären versuchen.

#### Hypothese der Fehldiagnose aufgrund der Schwerhörigkeit

Der häufigste Test zur Beurteilung der kognitiven Funktion und Diagnose von Demenz ist der MMST. Dieser Test wird ver-

bal durchgeführt, oft in der Praxis eines Arztes bei möglicherweise vorhandenen Hintergrundgeräuschen. Eine vor Kurzem veröffentlichte Studie hat herausgefunden, dass Schwerhörigkeit die erreichte Punktzahl des MMST signifikant reduziert, was zur Fehldiagnose Demenz führen kann (Jorgensen et al. 2016). Da ein großer Teil der älteren Bevölkerung einen leichten bis mittelschweren Hörverlust hatte, wären 16 Prozent der Studienteilnehmer mit Demenz falsch positiv diagnostiziert worden. Mit zunehmendem Hörverlust steigt die Wahrscheinlichkeit einer Fehldiagnose noch höher (Fulton et al. 2015).

Generell kann eine Hörbehinderung zu einer systematischen Verzerrung in allen neuropsychologischen Beurteilungen führen, in denen die Testpersonen mündlichen Anweisungen folgen müssen oder mit der Präsentation von akustisch präsentierten Reizen konfrontiert sind. Eine einfache Erklärung für verminderte Testleistungen könnte darin liegen, dass der an Schwerhörigkeit leidende Befragte eine Frage falsch versteht oder wichtige Testanweisungen überhört (Pichora-Fuller 2015). Allerdings ist dieses Problem den Wissenschaftlern bekannt und wird normalerweise bei Studien, die mit Schwerhörigen durchgeführt werden, berücksichtigt, sodass alle Informationen entsprechend angepasst und vermittelt werden.

#### Hypothese der gemeinsamen Ursache

Entzündungen, Gefäßpathologie und andere systemische neurodegenerative Prozesse können sowohl zu Hörverlust als auch zu Depressionen und kognitiven Einbußen führen, bedingt



durch eine Funktionsbeeinträchtigung des gesamten Zentralnervensystems. So kann eine illusorische kausale Beziehung entstehen. Es wird angenommen, dass strukturelle und biochemische Zell- und Netzwerkveränderungen im Gehirn zu einer allgemeinen Verlangsamung der Hirnfunktionen führen. Aus diesem Grund wird die Fähigkeit zum Sprachverstehen in schwierigen Kommunikationssituationen (wie zum Beispiel bei Hintergrundgeräuschen) beeinträchtigt (Fortunato et al. 2016). Gemäß der Hypothese der gemeinsamen Ursache werden Hörschädigung und kognitive Leistungsfähigkeit getrennt voneinander als mehr oder weniger unabhängige Bereiche bedingt durch einen dritten Faktor betrachtet. Tatsächlich wurde ein genetischer Zusammenhang zwischen Hörverlust und Demenz, zum Beispiel bei der erblichen sensorischen autonomen Neuropathie, bereits aufgezeigt. Klein und Kollegen fanden Genmutationen der DNA-Methyltransferase 1 (DNMT1), die sowohl mit Hörverlust als auch mit Demenz zusammenhängen (Klein et al. 2013). DNMT1 ist ein Enzym, das an der Entwicklung, Erhaltung und Konnektivität von neuronalen Zellen im gesamten zentralen Nervensystem beteiligt ist. Personen, die eine DNMT1-Mutation aufweisen, entwickelten in jungen Jahren einen fortschreitenden Hörverlust und eine sensorische Neuropathie. Später im Leben führte der Gendefekt sogar zu einem kognitiven Rückgang. Diese Assoziation deutet darauf hin, dass ein weit verbreitetes Versagen der neuronalen Funktion sich zunächst durch Hörverlust und erst später durch den klinischen Beginn einer Demenz manifestieren kann.

### Hypothese der größeren Höranstrengung

Die Hypothese der größeren Höranstrengung besagt, dass beim Vorliegen einer mehr oder weniger stark ausgeprägten peripheren Hörminderung die Verarbeitung der unvollständigen akustischen Information zusätzliche Aufmerksamkeitsressourcen beansprucht. Das führt zur kognitiven Anstrengung, weil man zur Sprachverarbeitung mehr Kontexthinweise und Informationen aus anderen Sinnessystemen braucht. Damit stehen weniger kognitive Ressourcen für die Bearbeitung von Denkprozessen zur Verfügung, die für die laufende Sprachkommunikation entscheidend sind. Auch nimmt die Fähigkeit ab, gleichzeitig zuzuhören und andere Aufgaben auszuführen (Eckert et al. 2012). Anders gesagt, müssen Schwerhörige mehr Ressourcen für die auditive Verarbeitung nutzen, wodurch andere kognitive Prozesse wie Arbeitsgedächtnis, Merkfähigkeit und Erinnerung vernachlässigt werden. Dabei wird das Langzeitgedächtnis für Wörter und Sätze, die schlecht gehört werden, tendenziell mehr beeinträchtigt als das Gedächtnis für deutlich verstandene Wörter.

Auch die Anwesenheit von Hintergrundgeräuschen beeinflusst die kognitive Leistung. Das geschieht möglicherweise durch die Verringerung der kognitiven Ressourcen, die für die erfolgreiche Durchführung von mehreren gleichzeitigen Aufgaben zur Verfügung stehen. Das haben Mishra und Kollegen in einer wissenschaftlichen Studie gezeigt (Mishra et al. 2014). Sie ver-

glichten die kognitiven Fähigkeiten bei älteren Schwerhörigen und jungen Erwachsenen mit normalem Hörvermögen (Mishra et al. 2013). Zuerst wurde in Gedächtnistests bei den älteren Schwerhörigen eine Hörverstärkung verwendet, um den Hörverlust auszugleichen, sodass für beide Gruppen optimale Hörbedingungen gewährleistet wurden. Bei diesen Bedingungen haben beide Gruppen eine ähnliche Leistung erbracht. Wenn jedoch die kognitiven Aufgaben mit Hintergrundgeräuschen präsentiert werden, schnitten die älteren Zuhörer schlechter ab als die jüngeren.

### Hypothese der sensorischen Deprivation

Peripherer Hörverlust führt dazu, dass qualitativ hochwertige sensorische Informationen den Hörkortex des Gehirnes nicht mehr erreichen. Im Laufe der Zeit führt dieser Abbau/Entzug zu Veränderungen in der Struktur und Funktion der zentralen auditiven und kognitiven Systeme, wie in Studien an Tieren und Menschen gezeigt wurde (Peelle et al. 2011). Die Abbauphänomene betreffen vor allem die Regionen, die für Verarbeitung von Klang und Sprache verantwortlich sind (Lin et al. 2014). So wurde unter Verwendung von bildgebenden Verfahren gezeigt, dass Personen mit ausgeprägter Presbyakusis einen deutlichen Volumenverlust im primären auditorischen Kortex (Eckert et al. 2012) und im rechten Schläfenlappen (Lin et al. 2011a) aufweisen. Da das Volumen der Cerebrospinalflüssigkeit zunahm, könnte man den Hirnvolumenverlust als Atrophie infolge einer neuronalen Degeneration in den Hirnkernen mangels Input aus dem Innenohr interpretieren. Diese pathologischen Veränderungen erhöhten das Depressionsrisiko, indem sie die kognitive Reserve reduzierten und die normale Emotionsregulation beeinträchtigten (Rutherford et al. 2017).

Auch eine langsame Abnahme der peripheren Hörfähigkeit und die damit verbundene langfristige sensorische Deprivation führen zu einer Veränderung der Physiologie und der funktionellen Reorganisation im Hörkortex durch neuroplastische Veränderungen. Die Umverteilung kognitiver Ressourcen im Laufe der Zeit kann sogar zu dauerhaften Veränderungen der kognitiven Leistungsfähigkeit führen. Kürzlich haben Forscher der Universität Colorado entdeckt, dass bei tauben Personen für die Verarbeitung von Seh- und Tastsinn Gehirnregionen rekrutiert werden, die normalerweise für die Verarbeitung auditiver Informationen verantwortlich sind (Campbell und Sharma 2014, Sharma et al. 2016, Sharma und Glick 2016). Aber auch bei leichter Schwerhörigkeit beginnt sich das Gehirn bereits nach drei Monaten neu zu organisieren. Dies wird als cross-modale kortikale Reorganisation bezeichnet und spiegelt eine grundlegende Fähigkeit des Gehirnes wider, Verlust von bestimmten Funktionen zu kompensieren. Diese kompensatorische Anpassung verringert jedoch erheblich die verfügbaren Ressourcen des Gehirnes für die Schallverarbeitung und damit die Fähigkeit eines Schwerhörigen, Sprache zu verstehen (Gold und Bajo 2014).

## Hörverlust und allgemeine körperliche Gesundheit

Die Hörminderung im Alter wurde in mehreren wissenschaftlichen Studien mit einer allgemeinen Verschlechterung der physischen Gesundheit in Verbindung gebracht. Diese Verschlechterung ist keine direkte Konsequenz der Hörminderung, sondern wird durch indirekte Prozesse wie Stress, Angst und Depression verursacht. Das Stresserleben wegen Hörminderung kann zu verschiedenen körperlichen Symptomen führen, wie zum Beispiel zu erhöhten Blutzuckerwerten oder höherem Blutdruck (Chen et al. 2014). Insbesondere ältere Menschen mit Hörminderung weisen eine schlechtere physische Fitness auf, haben ein höheres Invaliditätsrisiko und sind schneller auf externe Pflege und Unterstützung angewiesen (Chen et al. 2015). Auch eine Zunahme der allgemeinen Gebrechlichkeit und ein höheres Sturzrisiko wurden mit der Hörminderung in Zusammenhang gebracht (Kamil et al. 2016). Bereits eine leichte Schwerhörigkeit erhöhte das Risiko für einen Sturz um das Dreifache (Lin und Ferrucci 2012). Der mögliche Grund für eine höhere Sturzgefahr besteht darin, dass Schwerhörige mehr Gehirnleistung für das Hören aufwenden müssen als Normalhörende und deswegen über weniger Ressourcen für Koordination und Gleichgewicht verfügen. Eine kürzlich durchgeführte Studie hat sogar eine Assoziation zwischen Hörverlust und Mortalitätsrate gezeigt (Contrera et al. 2017). Studienteilnehmer waren 1 666 Senioren im Alter von über 70 Jahren mit normalem Gehör sowie einem leichten (Hörschwelle für Frequenzen von 500 dB bis 4 000 dB  $\geq$  25 dB < 40 dB) und starkem (Hörschwelle für Frequenzen von 500 dB bis 4 000 dB  $\geq$  40 dB) Hörverlust. Im Vergleich zu der normal hörenden Referenzgruppe erhöhte eine leichte Schwerhörigkeit die Sterblichkeit um den Faktor 1,3 und eine stärkere Schwerhörigkeit um den Faktor 1,5. Die Grundlage für diese Assoziation zwischen Schwerhörigkeit und Mortalität bleibt aber unklar.

## Referenzen

Almeida OP, Ford AH, Hankey GJ, Yeap BB, Golledge J, Flicker L (2018) Hearing loss and incident psychosis in later life: The Health in Men Study (HIMS). In: *International Journal of Geriatric Psychiatry*, <https://doi.org/10.1002/gps.5028>

Campbell J, Sharma A (2014) Cross-Modal Re-Organization in Adults with Early Stage Hearing Loss. In: *PLOS ONE* 9, e90594

Cetin B, Uguz F, Erdem M, Yildirim A (2010) Relationship between Quality of Life, Anxiety and Depression in Unilateral Hearing Loss. In: *Journal of the American Advanced Otolaryngology* 6(2), S. 252–257

Chen DS, Betz J, Yaffe K, Ayonayon HN, Kritchevsky S, Martin KR, Harris TB, Purchase-Helzner E, Satterfield S, Xue QL, Pratt S, Simonsick EM, Lin FR (2015) Health ABC study. Association of hearing impairment with declines in physical functioning and the risk of disability in older adults. In: *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences* 70, S. 654–661, <https://doi.org/10.1093/geron/glu207>

Chen DS, Genter DJ, Betz J, Lin FR (2014) Association between hearing impairment and self-reported difficulty in physical functioning. In: *Journal of the American Geriatrics Society* 62, S. 850–856, <https://doi.org/10.1111/jgs.12800>

Contrera KJ, Betz J, Deal J, Choi JS, Ayonayon HN, Harris T, Helzner E, Martin KR, Mehta K, Pratt S, Rubin SM, Satterfield S, Yaffe K, Simonsick EM, Lin FR (2017) Association of Hearing Impairment and Anxiety in Older Adults. In: *Journal of Aging and Health* 29, S. 172–184, <https://doi.org/10.1177/0898264316634571>

Corlett PR, Frith CD, Fletcher PC (2009) From drugs to deprivation: a Bayesian framework for understanding models of psychosis. In: *Psychopharmacology* 206, S. 515–530, <https://doi.org/10.1007/s00213-009-1561-0>

Davies HR, Cadar D, Herbert A, Orrell M, Steptoe A (2017) Hearing Impairment and Incident Dementia: Findings from the English Longitudinal Study of Ageing. In: *Journal of the American Geriatrics Society* 65, S. 2074–2081, <https://doi.org/10.1111/jgs.14986>

Eckert MA, Cute SL, Vaden KI, Kuchinsky SE, Dubno JR (2012) Auditory cortex signs of age-related hearing loss. In: *Journal of the Association for Research in Otolaryngology* 13, S. 703–713

Eysel-Gosepath K, Selivanova O (2005) Characterization of sleep disturbance in patients with tinnitus. In: *Laryngo-Rhino-Otologie* 84, S. 323–327, <https://doi.org/10.1055/s-2005-861020>

Fellinger J, Holzinger D, Gerich J, Goldberg D (2007) Mental distress and quality of life in the hard of hearing. In: *Acta Psychiatrica Scandinavica* 115, S. 243–245, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.2006.00976.x>

Fetoni AR, Lucidi D, Corso ED, Fiorita A, Conti G, Paludetti G (2017) Relationship between Subjective Tinnitus Perception and Psychiatric Discomfort. In: *The International Tinnitus Journal* 20, S. 76–82

Fortunato S, Forli F, Guglielmi V, De Corso E, Paludetti G, Berrettini S, Fetoni AR (2016) A review of new insights on the association between hearing loss and cognitive decline in ageing. In: *Acta otorhinolaryngologica Italica* 36, S. 155–166, <https://doi.org/10.14639/0392-100X-993>

Fritze T, Teipel S, Óvári A, Kilimann I, Witt G, Doblhammer G (2016) Hearing Impairment Affects Dementia Incidence. An Analysis Based on Longitudinal Health Claims Data in Germany. In: *PLOS ONE* 11, e0156876, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156876>

Fulton SE, Lister JJ, Bush ALH, Edwards JD, Andel R (2015) Mechanisms of the Hearing–Cognition Relationship. In: *Seminars in Hearing* 36, S. 140–149, <https://doi.org/10.1055/s-0035-1555117>

Gold JR, Bajo VM (2014) Insult-induced adaptive plasticity of the auditory system. In: *Front Neurosci* 8, S. 110, <https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00110>

Gurgel RK, Ward PD, Schwartz S, Norton MC, Foster NL, Tschanz JT (2014) Relationship of Hearing loss and Dementia: a Prospective, Population-based Study. In: *Otology & Neurotology* 35, S. 775–781, <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000313>

Hébert S, Fournier P, Noreña A (2013) The auditory sensitivity is increased in tinnitus ears. In: *The Journal of Neuroscience* 33, S. 2356–2364, <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3461-12.2013>

Heywood R, Gao Q, Nyunt MSZ, Feng L, Chong MS, Lim WS, Yap P, Lee TS, Yap KB, Wee SL, Ng TP (2017) Hearing Loss and Risk of Mild Cognitive Impairment and Dementia: Findings from the Singapore Longitudinal Ageing Study. In: *Dementia and geriatric cognitive disorders* 43, S. 259–268, <https://doi.org/10.1159/000464281>

Hogan A, Phillips RL, Brumby SA, Williams W, Mercer-Grant C (2015) Higher social distress and lower psycho-social wellbeing: examining the coping capacity and health of people with hearing impairment. In: *Disability and Rehabilitation* 37, S. 2070–2075, <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.996675>

Jorgensen LE, Palmer CV, Pratt S, Erickson KI, Moncrieff D (2016) The Effect of Decreased Audibility on MMSE Performance: A Measure Commonly Used for Diagnosing Dementia. In: *Journal of the American Academy of Audiology* 27, S. 311–323, <https://doi.org/10.3766/jaaa.15006>

Kaltenbach JA (2011) Tinnitus: Models and mechanisms. In: *Hearing Research* 276, S. 52–60, <https://doi.org/10.1016/j.heares.2010.12.003>

Kamil RJ, Betz J, Powers BB, Pratt S, Kritchevsky S, Ayonayon HN, Harris TB, Helzner E, Deal JA, Martin K, Peterson M, Satterfield S, Simonsick EM, Lin FR (2016) Association of Hearing Impairment With Incident Frailty and Falls in Older Adults. In: *Journal of Aging and Health* 28, S. 644–660, <https://doi.org/10.1177/0898264315608730>

- Kim SY, Kim HJ, Park EK, Joe J, Sim S, Choi HG (2017) Severe hearing impairment and risk of depression: A national cohort study. In: PLOS ONE 12, e0179973, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179973>
- Klein CJ, Bird T, Ertekin-Taner N, Lincoln S, Hjorth R, Wu Y, Kwok J, Mer G, Dyck PJ, Nicholson GA (2013) DNMT1 mutation hot spot causes varied phenotypes of HSN1 with dementia and hearing loss. In: Neurology 80, S. 824–828, <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e318284076d>
- König O, Schaette R, Kempter R, Gross M (2006) Course of hearing loss and occurrence of tinnitus. In: Hearing Research 221, S. 59–64, <https://doi.org/10.1016/j.heares.2006.07.007>
- Kvam MH, Loeb M, Tambs K (2007) Mental Health in Deaf Adults: Symptoms of Anxiety and Depression Among Hearing and Deaf Individuals. In: Journal of deaf studies and deaf education 12, S. 1–7, <https://doi.org/10.1093/deafed/enl015>
- Li CM, Zhang X, Hoffman HJ, Cotch MF, Themann CL, Wilson MR (2014) Hearing Impairment Associated With Depression in US Adults, National Health and Nutrition Examination Survey 2005–2010. In: JAMA Otolaryngology – Head & Neck Surgery 140, S. 293–302, <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2014.42>
- Lin FR, Ferrucci L (2012) Hearing Loss and Falls Among Older Adults in the United States. In: Archives of Internal Medicine 172, S. 369–371, <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2011.728>
- Lin FR, Ferrucci L, An Y, Goh JO, Doshi J, Metter EJ, Davatzikos C, Kraut MA, Resnick SM (2014) Association of hearing impairment with brain volume changes in older adults. In: NeuroImage 90, S. 4–92, <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.12.059>
- Lin FR, Ferrucci L, Metter EJ, An Y, Zonderman AB, Resnick SM (2011a) Hearing loss and cognition in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. Journal of Neuropsychology 25, S. 763–770, <https://doi.org/10.1037/a0024238>
- Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L (2011b) Hearing loss and incident dementia. In: Archives Of Neurology 68, S. 214–220, <https://doi.org/10.1001/archneurol.2010.362>
- Lin FR, Yaffe K, Xia J, Xue QL, Harris TB, Purchase-Helzner E, Satterfield S, Ayanayon HN, Ferrucci L, Simonsick EM (2013) Hearing Loss and Cognitive Decline in Older Adults. In: JAMA Internal Medicine 173, <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.1868>
- Linszen MMJ, Brouwer RM, Heringa SM, Sommer IE (2016) Increased risk of psychosis in patients with hearing impairment: Review and meta-analyses. In: Neuroscience & Biobehavioral Reviews 62, S. 1–20, <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.12.012>
- Loughrey DG, Kelly ME, Kelley GA, Brennan S, Lawlor BA (2018) Association of Age-Related Hearing Loss With Cognitive Function, Cognitive Impairment, and Dementia: A Systematic Review and Meta-analysis. In: JAMA Otolaryngology – Head & Neck Surgery 144, S. 115–126
- Martines F, Bentivegna D, Martines E, Sciacca V, Martinciglio G (2010) Assessing audiological, pathophysiological and psychological variables in tinnitus patients with or without hearing loss. In: European Archives Of Oto-Rhinolaryngology 267, S. 1685–1693, <https://doi.org/10.1007/s00405-010-1302-3>
- Mazurek B, Olze H, Haupt H, Szczepek AJ (2010) The more the worse: the grade of noise-induced hearing loss associates with the severity of tinnitus. In: International Journal of Environmental Research and Public Health 7, S. 3071–3079, <https://doi.org/10.3390/ijerph7083071>
- Mishra S, Stenfelt S, Lunner T, Rönnerberg J, Rudner M (2014) Cognitive spare capacity in older adults with hearing loss. In: Frontiers in Aging Neuroscience 6, <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00096>
- Nachtegaal J, Smit JH, Smits C, Bezemer PD, van Beek JHM, Festen JM, Kramer SE (2009) The Association Between Hearing Status and Psychosocial Health Before the Age of 70 Years: Results From an Internet-Based National Survey on Hearing. In: Ear and Hearing 30, S. 302, <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31819c6e01>
- Noreña AJ (2015) Revisiting the Cochlear and Central Mechanisms of Tinnitus and Therapeutic Approaches. In: Journal of Audiology and Otology 20 (suppl 1), S. 53–59, <https://doi.org/10.1159/000380749>
- Paul BT, Bruce I, Roberts L (2016) Hidden hearing loss in tinnitus with normal hearing thresholds. In: Journal of the Acoustical Society of America 139, S. 2075–2075, <https://doi.org/10.1121/1.4950154>
- Peelle JE, Troiani V, Grossman M, Wingfield A (2011) Hearing loss in older adults affects neural systems supporting speech comprehension. In: Journal of Neuroscience, S. 12638–12643, <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2559-11.2011>
- Pichora-Fuller MK (2015) Cognitive Decline and Hearing Health Care for Older Adults. In: American Journal of Audiology 24, S. 108–111, [https://doi.org/10.1044/2015\\_AJA-14-0076](https://doi.org/10.1044/2015_AJA-14-0076)
- Rutherford BR, Linkster K, Golub JS, Kim AH, Roose SP (2017) Sensation and Psychiatry: Linking Age-Related Hearing Loss to Late-Life Depression and Cognitive Decline. In: American Psychiatric Association 175, S. 215–224, <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2017.17040423>
- Schaette R, Kempter R (2012) Computational models of neurophysiological correlates of tinnitus. In: Frontiers in Systems Neuroscience 6, S. 34, <https://doi.org/10.3389/fnsys.2012.00034>
- Schaette R, McAlpine D (2011) Tinnitus with a normal audiogram: physiological evidence for hidden hearing loss and computational model. In: Journal of Neuroscience 31, S. 13452–13457, <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2156-11.2011>
- Schaette R, Turtle C, Munro KJ (2012) Reversible Induction of Phantom Auditory Sensations through Simulated Unilateral Hearing Loss. In: PLOS ONE 7, e35238, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035238>
- Sharma A, Glick H (2016) Cross-Modal Re-Organization in Clinical Populations with Hearing Loss. In: Brain Sciences 6
- Sharma A, Glick H, Campbell J, Torres J, Dorman M, Zeitler DM (2016) Cortical Plasticity and Reorganization in Pediatric Single-sided Deafness Pre- and Postcochlear Implantation: A Case Study. In: Otology & Neurotology 37, e26–34, <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000904>
- Thewissen V, Myin-Germeys I, Bentall R, de Graaf R, Vollebergh W, van Os J (2005) Hearing impairment and psychosis revisited. In: Schizophrenia Research 76, S. 99–103, <https://doi.org/10.1016/j.schres.2004.10.013>
- Wallhäuser-Franke E, Schredl M, Delb W (2013) Tinnitus and insomnia: Is hyperarousal the common denominator? In: Sleep Medicine Reviews 17, S. 65–74, <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2012.04.003>
- Werf M van der, Thewissen V, Dominguez MD, Lieb R, Wittchen H, Os J van (2011) Adolescent development of psychosis as an outcome of hearing impairment: a 10-year longitudinal study. In: Psychological Medicine 41, S. 477–485, <https://doi.org/10.1017/S0033291710000978>
- Zöger S, Svedlund J, Holgers KM (2006) Relationship between tinnitus severity and psychiatric disorders. In: Psychosomatics 47, S. 282–288, <https://doi.org/10.1176/appi.psy.47.4.282>

**Die Autoren**

Die Neurowissenschaftlerin Dr. Aleksandra Kupferberg erforscht als Postdoktorandin an der Universität Bern das soziale Verhalten bei psychischen Störungen und ist der wissenschaftliche Kopf des KOJ-Institutes für Gehörtherapie. In ihrer Doktorarbeit an der Ludwigs-Maximilians-Universität beschäftigte sie sich mit den neuronalen Grundlagen des Intentionsverstehens und verwendete bildgebende Methoden, um relevante Gehirnstrukturen aufzuzeigen. Am KOJ-Institut führt sie klinische Studien durch, unterstützt die Weiterentwicklung der Lernprogramme aus psychologischer Sicht, betreut die Zusammenarbeit mit den Ärzten und Kliniken und ist Ansprechpartnerin für alle forschungsrelevanten Fragen.



Foto: KOJ-Institut für Gehörtherapie AG

Professor Dr. Sascha Frühholz ist Professor für Kognitive und Affektive Neurowissenschaften am Psychologischen Institut der Universität Zürich (Schweiz). Er promovierte (2008) und habilitierte (2016) in der Psychologie. Seine Forschung beschäftigt sich mit dem auditorischen System des Menschen während des Sprachverstehens und der Verarbeitung von sozialen Informationen in der Stimme. Er ist Ko-Editor des „Oxford Handbook of Voice Perception“.



Foto: Sascha Frühholz