

Zusammenhang zwischen Hören und Denken

Alexandra Kupferberg, 06.05.2021

1	Presbyakusis und Kognition im Alter.....	2
1.1	Was ist Presbyakusis?.....	2
1.2	Ursachen von Presbyakusis	2
1.2.1	Biologisches Altern des Hörapparates	3
1.2.2	Sprachverstehen ist ein multimodaler Prozess	3
1.2.3	Nachlassen der kognitiven Fähigkeiten im Alter.....	4
1.3	Neuronale Korrelate des erschwerten Sprachverstehens	5
2	Folgen der Presbyakusis und des kognitiven Abbaus	6
2.1	Folgen für mentale und physische Gesundheit	6
2.1.1	Depression und Angst als Folgen von Hörminderung	7
2.1.2	Sensorischer Entzug führt zu Psychose und Paranoia	7
2.1.3	Demenz und kognitive Beeinträchtigung	8
2.1.4	Hörverlust und allgemeine körperliche Gesundheit.....	8
2.2	Folgen für soziale Integration.....	9
2.2.1	Kommunikationsschwierigkeiten und Ausgrenzung	9
2.2.2	Verlust der Intimität und der Spontanität in der Paarbeziehung	10
2.3	Kortikale Plastizität und crossmodale Reorganisation.....	10
3	Versorgung mit Hörgeräten.....	11
3.1	Zufriedenheit mit Hörgeräten	11
3.2	Stigmatisierung der Hörgeräte	12
4	Diagnostische Methoden zur Untersuchung der Hörwahrnehmung	12
5	Koj-Gehörtherapie: Hörtraining und E-Learning.....	13
5.1	Moderne E-learning Möglichkeiten Formen von Hörtraining.....	13
5.2	Anforderung an das Hörtraining.....	15
5.3	Koj-Gehörtherapie bei Schwerhörigkeit und kognitiver Verlangsamung im Alter	17
5.4	Wirksamkeit von Hörtraining	18
5.5	Neuronale Grundlagen des auditorischen kognitiven Trainings	18
5.6	Transfereffekte und Langzeiteffekte	19

Nicht nur Schwerhörige, sondern auch Gesundhörende zeigen beträchtliche individuelle Unterschiede im Sprachverständnis, wenn konkurrierende Sprecher anwesend sind, wie zum Beispiel in einem überfüllten Restaurant. Eine Quelle dieser Varianz könnte in den individuellen Unterschieden der Fähigkeit liegen, die selektive Aufmerksamkeit auf einen Zielreiz in Gegenwart von ablenkenden Stimuli zu fokussieren (Oberfeld and Klöckner-Nowotny, 2016). Das deutet darauf hin, dass eine reduzierte Fähigkeit, die Aufmerksamkeit auf ein Ziel zu fokussieren, ein Grund dafür ist, warum einige Personen mit normaler Hörsensitivität Schwierigkeiten haben, in Situationen mit Hintergrundgeräuschen zu kommunizieren. Die kognitiven Fähigkeiten spielen also bei dem Sprachverstehen eine mindestens genauso grosse Rolle wie ein gutes Gehört und sollten trainiert werden. Für diesen Zweck wurde 2013 die Koj-Gehörtherapie vom Audiotherapeuten Andreas Koj in Kooperation mit Ingenieuren, HNO-Ärzten und Biologen entwickelt. Das interaktive Computerprogramm dient dazu, die optimalen Nutzen bei Anpassung der Hörgeräte zu ermöglichen, indem die Defizite im Sprachverstehen, die beim Training auftreten, bei Einstellungen des Hörgeräts berücksichtigt werden. Weiterhin kann das Training eingesetzt werden, um bei den Patienten in Anfangsstadium des Hörverlustes kognitive Fähigkeiten zu trainieren und so dem kognitiven Verfall entgegenzuwirken.

1 Presbyakusis und Kognition im Alter

1.1 Was ist Presbyakusis?

Presbyakusis ist ein fortschreitender, irreversibler und symmetrischer beidseitiger neurosensorischer Hörverlust, der entweder durch die Schädigung des Hörnerven oder durch die Degeneration der Cochlea entsteht, in der schallinduzierte Vibrationen von den Haarsinneszellen in elektrische Signale in den Cochlea-Neuronen umgewandelt werden (Mazurek et al., 2008). Die altersabhängige Verschlechterung der Schwellenempfindlichkeit ist in der Regel mit einer Verschlechterung der Sprachunterscheidung sowie der Schallerkennung und -lokalisierung verbunden, insbesondere im Störgeräusch.

Der alterstypische Hörverlust beginnt im hochfrequenten Bereich des Hörspektrums und breitet sich mit zunehmendem Alter in Richtung der niederfrequenten Regionen aus (Arvin et al., 2013). Presbyakusis-Betroffene haben also vor allem einen Hochton-Hörverlust, der sich vor allem in lauten und/oder halligen Hörsituationen sehr negativ auf die Kommunikation auswirkt. Im Laufe der Zeit wird die Fähigkeit, Geräusche zu erkennen, zu identifizieren und zu lokalisieren, beeinträchtigt. Sobald der Verlust in den Bereich von 2 bis 4 kHz fortschreitet, der für das Verständnis der stimmlosen Konsonanten (t, p, k, f, s und ch) und sogar für die Identifizierung von Vokalen von Bedeutung ist, ist das Sprachverständnis in jeder Situation erschwert.

1.2 Ursachen von Presbyakusis

Die Ursachen der Presbyakusis sind nicht gut verstanden. Es besteht ein allgemeiner Konsens darüber, dass Presbyakusis das Ergebnis verschiedener Arten von physiologischer Degeneration sowie der akkumulierten Auswirkungen von Lärmbelastung, medizinischen Erkrankungen und deren Behandlung sowie einer erblichen Anfälligkeit ist (Momi et al., 2015). Der Alterungsprozess hat drei verschiedene Komponenten: biologische Degeneration, extrinsische Schädigung und intrinsische Schädigung. Diese Faktoren sind von einer genetischen Komponente und von der allgemeinen altersbedingten Anfälligkeit für Krankheiten überlagert. Altersbedingte Krankheiten können als beschleunigte Alterung betrachtet werden, die aus dem genetischen Hintergrund, der im Verlauf des Lebens mit Umwelt- und Lebensstilfaktoren interagiert, entsteht (Franceschi et al., 2018). Altersbedingte

Krankheiten wie beispielsweise Atherosklerose, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs, Arthritis, grauer Star, Alzheimer oder Altersweitsichtigkeit werden mit zunehmendem Alter immer häufiger beobachtet. Obwohl alle Menschen oder Tiere alt werden, muss erwähnt werden, dass bei Weitem nicht alle an altersbedingten Krankheiten leiden.

1.2.1 Biologisches Altern des Hörapparates

Altern ist ein fortschreitender Rückgang oder Verlust von Gewebe- und Organfunktionen im Laufe der Zeit durch die allmähliche Akkumulation von schädlichen biologischen Veränderungen. So entsteht altersbedingter Hörverlust durch irreversible Schäden im Innenohr. Ältere Humanstudien legen nahe, dass der Verlust von Sinneszellen selten die Ursache für Schwerhörigkeit ist; dementsprechend wurde in Tierversuchen die Stria vascularis, die zelluläre „Batterie“, die die Verstärkung des Schalls durch Haarzellen-„Motoren“ antreibt, in Betracht gezogen (Wu et al., 2020). Doch aus dem Innenohr kann man keine Proben durch Biopsie entnehmen, und seine Strukturen können nur in Proben, die bei einer Autopsie entnommen werden, aufgezeigt werden. Eine kürzlich durchgeführte Studie zeigt die quantitative mikroskopische Analyse von Haarzellen, Hörnervenfasern und Striagewebe aus 120 menschlichen Innenohren, die bei einer Autopsie entnommen wurden. Für die meisten von ihnen waren kürzlich erstellte Audiogramme in den Krankenakten vorhanden, sodass der Grad des Hörverlustes gut aus dem Ausmaß des Haarzellenverlustes vorhergesagt werden konnte (Wu et al., 2020). Obwohl viele alternde Ohren eine signifikante Striadegeneration in der gesamten Cochlea aufwiesen, deuten statistischen Modelle darauf hin, dass zu dem Zeitpunkt, an dem Striagewebe verloren ging, das Haarzellensterben so weit fortgeschritten war, dass die Striadegeneration für die Reintonschwelle nicht mehr von Bedeutung war. Der Vergleich von normal alternden Ohren mit einer altersgleichen Gruppe mit akustischer Überexposition in der Vergangenheit deutet darauf hin, dass eine lebenslange akustische Überexposition dafür verantwortlich sein könnte (Wu et al., 2020). Die Daten zeigten außerdem einen unerwartet starken Haarzellverlust in niederfrequenten Cochlearegionen und einen dramatisch größeren Verlust in hochfrequenten Regionen als in jedem Tiermodell. Die Haarzellendegeneration ist also bei alternden Menschen dramatisch ausgeprägter als bei alternden Tieren, was darauf hindeutet, dass die Hochfrequenz-Hörverluste, die die menschliche Presbyakusis definieren, vermeidbare Beiträge von chronischem Gehörmissbrauch widerspiegeln, denen alternde Tiere nicht ausgesetzt sind.

Die sogenannte „mitochondriale Hypothese“ des Alterns basiert auf der Annahme, dass der molekulare Teufelskreis aus oxidativer Schädigung und Mutationen der mitochondrialen DNA die Ursache für Presbyakusis ist. In vielen Studien wurde eine Verringerung des Blutflusses zu bestimmten Geweben, einschließlich der Cochlea, mit dem Alterungsprozess gezeigt, was zur Bildung von reaktiven Sauerstoffmetaboliten führt. Organe wie das Gehirn und die Cochlea, die aus postmitotischen Zellen bestehen, sind besonders anfällig für oxidative Schäden, da man davon ausgeht, dass sich die meisten gealterten Neuronen und alle sensorischen Zellen bei Säugetieren nicht regenerieren, und ein umfangreicher Zellverlust zu einer dauerhaften Gewebedysfunktion führt. Daher spekuliert man, dass oxidative Schäden, die bei der Zellatmung entstehen oder von Immunzellen im Rahmen der Immunabwehr gegen Bakterien, Viren und Parasiten, die gebildet werden, eine kausale Rolle bei Schwerhörigkeit im Alter spielen. Diese oxidativen Veränderungen führen über Apoptose zum Verlust von Cochlea-Zellen.

1.2.2 Sprachverstehen ist ein multimodaler Prozess

Obwohl in den letzten Jahren deutliche technische Fortschritte erzielt werden konnten und die Hersteller von Hörsystemen daran arbeiten, effiziente Geräuschreduktionssysteme in

Hörgeräte einzubauen, ist die Unterdrückung von Hintergrundgeräuschen immer noch nicht befriedigend gelöst. Aus diesem Grund ist das Verständnis von Sprache in lauter Umgebung immer noch ein Faktor, der Patient*innen irritiert und verzweifeln lässt.

Um effektiv zu kommunizieren, unabhängig davon, ob ein Hörverlust vorliegt oder nicht, muss eine Person nicht nur auf die akustischen Informationen zugreifen (Hören = passiver Prozess), sondern auch gerichtete Aufmerksamkeit und gezielte Absicht einsetzen (Zuhören = aktiver Prozess), um die akustischen und linguistischen Informationen richtig zu interpretieren (Verstehen = unidirektionaler Prozess) und diese Informationen effektiv zu nutzen (Kommunikation = bidirektionaler Prozess).

Der Prozess der Diskrimination der Geräusche mutet die Patient*innen wie ein Ratespiel an, bei dem sie versuchen müssen, nur mithilfe des Kontexts Lücken und Verzerrungen in den eingehenden Sprachsignalen zu vervollständigen. Defizite im Arbeitsgedächtnis und in der inhibitorischen Kontrolle können das Sprachverstehen bei älteren Erwachsenen zusätzlich beeinträchtigen. Das Arbeitsgedächtnis ist zuständig für die temporäre Speicherung und Verarbeitung von Informationen, die für eine Vielzahl kognitiver Aktivitäten erforderlich sind. Die globale Funktion des verbalen Arbeitsgedächtnisses korreliert bei älteren Erwachsenen mit der Abrufgenauigkeit und beeinflusst somit ihr Sprachverständnis. Darüber hinaus beeinflusst die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses die Fähigkeit, irrelevante Informationen zu unterdrücken, um mehrere Informationsströme praktisch simultan zu verarbeiten und aus der Sprache extrahierte Informationen für den späteren Abruf zu verarbeiten und zu speichern. Durch diese inhibitorische Kontrolle wird die Unterdrückung von irrelevanten Informationen, welche die jeweilige Aufgabe beeinträchtigen, ermöglicht (Perrone-Bertolotti et al., 2017).

1.2.3 Nachlassen der kognitiven Fähigkeiten im Alter

Zwei klinische Merkmale der Presbyakusis sind Hörschwellenverschiebungen und die Abnahme des Sprachverständnisses (Divenyi et al., 2005; Jerger and Chmiel, 1997). Viele alte Menschen mit Presbyakusis können verstehen, was man sagt, wenn man langsam spricht. Im Fall einer zeitlich komprimierten oder zeitlich veränderten Rede wird das Sprachverständnis jedoch deutlich erschwert. Diese Beobachtung könnte teilweise damit erklärt werden, dass das Intervall, das ältere Menschen benötigen, um zwei Töne wahrzunehmen (die sogenannte Lückenerkennung), länger ist als bei jüngeren Menschen (Pichora-Fuller and Singh, 2006).

Die Schwierigkeiten bei der schnellen Sprachwahrnehmung und der zeitlichen Lückenerkennung, die ältere Menschen haben, deuten auf eine langsamere Verarbeitung im alternden auditorischen System hin. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Veränderungen des Sprachverstehens im Alter zwar von der Hörsensibilität beeinflusst werden, aber auch von Komponenten wie einigen kognitiven Funktionen auf höherer Ebene, wie Aufmerksamkeit und Gedächtnis, die mit dem Alter abnehmen und vom presbyakusischen Prozess getrennt sind (Wöstmann et al., 2015). So wurde gezeigt, dass Hörverlust die räumliche Wahrnehmung und damit die selektive Aufmerksamkeit beeinträchtigt, was zum schlechterem Verständnis bei mehreren Sprechern führen kann (Dai et al., 2018; Shinn-Cunningham, 2007).

Es gibt Hinweise darauf, dass ältere Menschen mit Hörverlust ein schlechteres Sprachverstehen haben als junge Erwachsene mit ähnlichen Ergebnissen in der Reintonaudiometrie (Cardin, 2016; Wingfield et al., 2005). Der Grund dafür könnte darin liegen, dass die kognitiven Funktionen mit dem Altern nachlassen. Bei einem intakten Gehör findet beim Hören von Sprache in einer ruhigen Umgebung der Vergleich zwischen den

eingehenden neuronalen Aktivitätsmustern und den entsprechenden gespeicherten Repräsentationen automatisch, das heißt Silbe für Silbe statt und erfordert nur wenige kognitive Ressourcen. Beim Hören von Sprache in einem verrauschten Hintergrund werden, vor allem im Falle eines beeinträchtigten Gehörsystems, die eingehenden neuronalen Aktivitätsmuster verzerrt, sodass die Übereinstimmung mit gespeicherten Repräsentationen möglicherweise nicht mehr eindeutig ist (Lesica, 2018). Diese Verzerrungen finden auch nach einer Hörgeräteversorgung oder Versorgung mit einem Cochlea-Implantat (CI) statt und beanspruchen große kognitive Anstrengung beim Sprachverstehen. Während Zuhörer mit intakter kognitiver Funktion in der Lage sind, diese Verzerrungen zu kompensieren, kann es zu Problemen bei denjenigen mit einer Reduktion der kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeit kommen. Wenn die Übereinstimmung zwischen eingehenden neuronalen Aktivitätsmustern und gespeicherten Repräsentationen nicht eindeutig ist, werden verstärkt kognitive Prozesse in Gang gesetzt: Sogenannte Exekutivfunktionen richten die selektive Aufmerksamkeit auf den Sprecher des Interesses und weg von anderen Geräuschen, um Störungen durch Hintergrundgeräusche zu reduzieren; das Arbeitsgedächtnis speichert neuronale Aktivitätsmuster für einige Sekunden, sodass Informationen über mehrere Silben hinweg kombiniert werden können; die Sprachschaltkreise nutzen Kontextinformationen, um die Menge der möglichen Übereinstimmungen einzuschränken und fehlende Wörter abzuleiten. Dieses Modell erklärt, warum ein Großteil der Varianz in der Sprachwahrnehmungsfähigkeit bei älteren Personen durch Unterschiede in kognitiven Funktionen erklärt wird (Füllgrabe et al., 2014).

1.3 Neuronale Korrelate des erschwerten Sprachverstehens

Die Unterschiede im Sprachverstehen können in Aktivitätsmustern im Gehirn reflektiert werden: Bei älteren Personen werden während der Sprachverarbeitung andere neuronale Netzwerke aktiviert als bei jüngeren Erwachsenen. So zeigen bildgebende Studien bei älteren Probanden im Vergleich zu jüngeren eine geringere Aktivität in Gehirnregionen, die an der auditorischen Verarbeitung beteiligt sind (Bilodeau-Mercure et al., 2015; Cliff et al., 2013; Manan et al., 2015; Wong et al., 2009). Bei älteren Personen werden aber oft andere Gehirnregionen zusätzlich rekrutiert, möglicherweise, um die geringe Aktivierung der auditorischen Regionen zu kompensieren. So wurden bei Menschen im Alter von 49 bis 86 Jahren beim einfachen Sprachverstehen (Tyler et al., 2010), beim Sprachverstehen im Lärm (Wong et al., 2009) und beim Verstehen von undeutlicher Sprache (Erb and Obleser, 2013) präfrontale Regionen stärker aktiviert als bei jüngeren Probanden. Bei diesen drei Studien war zudem die präfrontale Aktivierung mit dem Grad der Leistung positiv korreliert. Ein möglicher Grund dafür könnte darin liegen, dass präfrontale Regionen mit exekutiven Funktionen wie Arbeitsgedächtnis und selektive Aufmerksamkeit assoziiert sind und bei kognitiver Anstrengung besonders stark beansprucht werden (Bidet-Caulet et al., 2015; Plakke and Romanski, 2014). Dieses deutet auf eine kompensatorische Strategie hin und kann als Hinweis für die im Alter noch erhaltene neuronale Plastizität gewertet werden.

Neben dieser kompensatorischen Aktivierung kommt es bei älteren schwerhörigen Erwachsenen vor, dass sie während der Sprachverarbeitung Gehirnregionen aktivieren, die normalerweise Signale aus anderen sensorischen Systemen verarbeiten. Während jüngere Erwachsene (< 40 Jahre) die Aktivität im visuellen Kortex bei der Erkennung von undeutlichen Wörtern (Kuchinsky et al., 2012) bzw. Worterkennung im Lärm (Vaden et al., 2016) unterdrückten, aktivierten ältere Erwachsene (> 61 Jahre) gleichzeitig sowohl visuelle als auch auditorische Gehirnregionen. Der Grad der Aktivierung korrelierte dabei mit dem Alter und dem Schweregrad der Aufgaben. Diese Schwierigkeit, die irrelevante sensorische Aktivität mit zunehmendem Alter zu unterdrücken, könnte daraus resultieren, dass bei

Anstrengung alle vorhandenen kognitiven Ressourcen für das Zuhören bereitgestellt werden. Dies wiederum reduziert die kognitive Reservekapazität (d. h. die Menge der verfügbaren kognitiven Ressourcen) und lässt wenig Ressourcen für andere Aufgaben übrig (Mishra et al., 2014; Rudner and Lunner, 2014). So ist es nicht verwunderlich, dass sich ältere Schwerhörige bei gleichzeitiger Erledigung von „Dual task“-Aufgaben (2 verschiedene Aufgaben, z. B. ein Ziel mit der Maus auf dem Bildschirm verfolgen und eine Liste von gemerkten Wörtern aufsagen) (Tun et al., 2009) und beim Verständnis von syntaktisch komplexen Sätzen schwertun (DeCaro et al., 2016; Wingfield et al., 2006).

Nicht nur infolge des Hörverlusts, sondern auch aufgrund des normalen Alterungsprozesses gibt es organische Veränderungen in der Gehirnstruktur, wie z. B. die Verringerung des Volumens der grauen Substanz (Betzel et al., 2014). Das kann zu Modifikationen in der Konnektivität zwischen funktionalen Netzwerken im Gehirn führen (Bennett and Madden, 2014). Solche neuronale Veränderungen gehen mit einem Rückgang in mehreren kognitiven Bereichen wie Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnis und Verarbeitungsgeschwindigkeit einher (Deary et al., 2009; Tun et al., 2012). Das kann sich negativ auf die auditorische und sprachliche Verarbeitung auswirken und das Sprachverständnis im Lärm erschweren (Anderson et al., 2013b; Arehart et al., 2013; Zekveld et al., 2013). Die geringere Verfügbarkeit kognitiver Ressourcen bei Höranstrengung im höheren Alter und bei steigendem Hörverlust konnte auch mittels Pupillometrie gezeigt werden. Bei normalhörenden Personen erweitert sich die Pupille mit zunehmender kognitiver Belastung, z. B. bei Verringerung der Verständlichkeit des Sprachsignals oder wenn es unklar ist, aus welcher Richtung die Sprache kommt (Koelewijn et al., 2015). So ist es nicht verwunderlich, dass höheres Alter (45-73 Jahre) und deutlicher Hörverlust (>25 dB HL) zu einer anhaltenden Pupillenerweiterung führen, weil es bei höheren Lärmpegeln zunehmend schwieriger wird, die Sprache zu verstehen (Zekveld et al., 2011). Pupillenerweiterung und kognitive Belastung waren außerdem mit einer erhöhten Aktivierung kortikaler, aber auch frontaler Hörbereiche assoziiert (Zekveld et al., 2014). Diese Ergebnisse sind umso aussergewöhnlicher, wenn man bedenkt, dass die Pupillengröße sich meist mit dem Alter verringert (Guillon et al., 2016). In der Zusammenschau sprechen diese Befunde dafür, dass bei älteren Probanden mit Hörverlust wahrscheinlich mehr Ressourcen für das Hören und Verstehen bereitgestellt werden müssen. Die geschilderte Erkenntnislage spricht für eine funktionelle Wechselwirkung zwischen den Auswirkungen von Hörverlust und Alter, und die negativen Auswirkungen scheinen sich besonders zu verstärken, wenn beide Faktoren zusammenspielen.

2 Folgen der Presbyakusis und des kognitiven Abbaus

2.1 Folgen für mentale und physische Gesundheit

Presbyakusis bewirkt eine Verringerung der Lebensqualität mit teilweise dramatischen Folgen, wie z. B. räumliche Orientierungsstörungen, zu spätes Erkennen von Gefahren, erhöhte Sturzgefahr und soziale Isolation. 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 Selbstwertgefühls 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, was das Risiko für die Entwicklung psychischer Gesundheitsprobleme, wie z.B. Depression und Phobie, erhöht (Kvam et al., 2007). Der soziale Rückzug begünstigt wiederum die Entstehung von depressiven Gefühlen, Angst und Unsicherheit. Eine große Anzahl von Studien bringt Hörverlust auch mit Gedächtnisstörungen und Demenz in Verbindung.

2.1.1 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 erhöhen (Kim et al., 2017). Bei Personen mit schwerem Hörverlust leiden 11,4 % an Depressionen, bei Normalhörenden dagegen nur 5 %. Dabei gab es keinen Unterschied zwischen den gehörlosen Patienten, die Gebärdensprache benutzen, und Patienten mit starker Schwerhörigkeit. Beide Gruppen gaben an, sich deutlich depressiver zu fühlen als die Personen aus der normalhörenden Vergleichsgruppe (Fellinger et al., 2007). Obwohl Depressionen bei Schwerhörigen jedes Alters auftreten 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. Schon milder Hörverlust erhöht die Wahrscheinlichkeit für eine Angststörung um 32 % (Contrera et al., 2017). Moderater bis starker Hörverlust führt sogar zu einem 59 % erhöhten Risiko für Angstgefühle. Auch die Dauer des Hörverlusts 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).

2.1.2 Sensorischer Entzug führt zu Psychose und Paranoia

Eine 2 Jahre alte Meta-Analyse 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 3 Jahre später assoziiert sind (Thewissen et al., 2005). Hörschädigung im jungen Alter kann sogar die Entstehung einer Psychose begünstigen (Werf et al., 2011).

Es gibt mehrere Mechanismen, aufgrund deren 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.

2.1.3 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., 2013, 2011a). An einer vier Jahre alten longitudinalen Erhebung zu Demenz und Schwerhörigkeit waren 5092 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 % eine Demenz, dagegen nur 12,1 % Personen ohne vorbestehende Hörminderung. Auch zeigte sich die Krankheit bei den Schwerhörigen früher als bei Personen ohne Hörprobleme (nach 10,3 vs. nach 11,9 Jahren). Schwerhörigkeit scheint demzufolge ein unabhängiger Prognosefaktor für die Entwicklung einer Demenz zu sein. Auch die neuste systematische Meta-Analyse von 36 epidemiologischen Studien und 20264 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 Zusammenhang zwischen dem Grad des Hörverlusts 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., 2011a).

2.1.4 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 and 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 Gehört sowie einem leichten (Hörschwelle für Frequenzen von 500 bis 4.000 $\geq 25 < 40$ dB) und starkem (≥ 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.

2.2 Folgen für soziale Integration

2.2.1 Kommunikationsschwierigkeiten und Ausgrenzung

Weil das Gehirn am Anfang der Erkrankung zunächst noch in der Lage ist, die Lücken beim Sprachverstehen auszugleichen, nehmen sich lediglich 20 % der über 65-Jährigen mit mäßig- bis schwergradigem Hörverlust als schwerhörig wahr. Oft warten die Patienten 5–7 Jahre, bis sie aufgrund der Hörprobleme einen Arzt aufsuchen. Aber auch dort erhalten die Betroffenen manchmal keine genauen Untersuchungen und nachfolgende Therapie, wahrscheinlich, weil Schwerhörigkeit oft lediglich als ein Teil des Eintritts in das höhere Lebensalter betrachtet wird. Gerade in der letzten Zeit sind aber ältere Menschen auf gutes Sprachverständnis angewiesen, weil sie im Gegensatz zu früheren Generationen nicht mehr so stark in den Familienkontext eingebunden sind und immer mehr Medien zur Kommunikation und als Informationsquelle benutzen (Internettelefonie, Radio, Fernsehen). Viele ältere Menschen leben allein und in Pflegeheimen und geben auch an, dass die modernen Kommunikationsmedien ihnen helfen, Unterstützung zu bekommen und soziale Beziehungen zu pflegen (Chopik, 2016). Zugleich steigt auch der Anspruch an eigene Fähigkeiten. Dank der modernen medizinischen Versorgung sind die Menschen rüstiger und bewegungsfähiger als ihre Mütter und Väter im gleichen Alter – sie wollen daher auch am öffentlichen Leben mehr teilhaben. Gerade nach der Pensionierung finden viele endlich Zeit und Ruhe, sich interessanten Begegnungen zu widmen, sich in Gesprächen auszutauschen, Vorträge zu hören oder Studienreisen zu machen. Das setzt aber voraus, dass das Gehör gut funktioniert und so die Kommunikation mit Menschen ohne große Anstrengung ermöglicht.

Eine neuere Studie hat Interviews verwendet, um zu erfassen, wie altersschwerhörige Menschen ihre Hörhandicaps und deren Auswirkungen auf den Lebensalltag einschätzen (Moser et al., 2017). Die Untersuchung hat ergeben, dass die Betroffenen in vielen Bereichen Probleme haben. Zum Beispiel war es für die Befragten nicht so einfach, beim Fernsehen die Sprechenden in den Sendungen zu verstehen, sobald man die Person nicht direkt sehen konnte oder Hintergrundmusik eingeblendet wurde. Telefongespräche funktionierten oft nur, wenn die anderen Personen laut genug sprachen und die Stimme vertraut war. In Gruppen fühlten sich viele Personen nicht wohl, weil mehrere Menschen gleichzeitig sprachen und es unmöglich war, nur einer Person zu folgen. Kirchenbesuche oder andere Veranstaltungen wie Theater, Vorträge, Kurse und Konzerte bereiteten den Betroffenen keine Freude, da sie diese trotz Verwendung von Hörgeräten akustisch nicht im vollen Ausmaß erfassen bzw. genießen konnten.

Bereits eine leichte Hörminderung von 10 dB macht es für Betroffene doppelt so schwer, mit anderen Menschen vor allem bei gesellschaftlichen Veranstaltungen in der Arbeit zu kommunizieren (Mick and Pichora-Fuller, 2016). Nicht selten empfinden sie ihre sozialen Fähigkeiten als schlecht, was eine negative Auswirkung auf ihr Selbstwertgefühl hat (Lotfi et al., 2009). Diejenigen, die keine Hörgeräte verwenden wollen, greifen zu anderen Methoden, um ihre Schwerhörigkeit zu kompensieren. Manche Betroffene versuchen, von den Lippen abzulesen oder einfach aus dem Kontext zu raten. Sie versuchen, den lückenhaft erfassten Sätzen einen inhaltlichen Sinn zu geben, was jedoch nicht immer gelingt. Andere reden einfach selbst mehr, damit ihr Hörproblem nicht auffällt und erzeugen damit das Gefühl, am Gegenüber nicht interessiert zu sein. Dieses Verhalten kann zu dazu führen, dass Kommunikationsschwierigkeiten von ihrem Gegenüber als mangelnde Konzentration und Kommunikationsbereitschaft fehlinterpretiert werden (Donaldson et al., 2004). Manchmal werden Betroffene beschuldigt, dass „sie nur das hören, was sie hören wollen“ oder bekommen von frustrierten Familienmitgliedern Sätze wie „Vergiss es einfach“ gesagt.

Da die schwerhörigen Menschen ihren Gesprächspartner immer wieder darum bitten müssen, das Gesagte zu wiederholen, oder auch unangemessen auf etwas antworten, können sie Schamgefühle entwickeln (Moser et al., 2017). Sogar in einer gewohnten Umgebung im Kreise der Familie können Menschen mit Hörverlust das Gefühl bekommen, dass sie unerwünscht sind oder ignoriert werden. Manchmal werden Schwerhörige Personen fälschlicherweise als begriffsstutzig empfunden, weil Normalhörende davon ausgehen, dass Hörgeräte volle Hörfähigkeit wieder herstellen. Je größer der Hörverlust, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Gesprächspartner das Gesagte häufig entweder lauter, langsamer oder vereinfacht noch einmal wiederholt. Die Betroffenen fühlen sich in solchen „abwertenden“ Situationen nicht wohl und ziehen sich oft zurück. Das führt dazu, dass sie versuchen, sich solchen – in ihrer Wahrnehmung abwertenden – Situationen nicht mehr auszusetzen. Sie entziehen sich daher oft sozialen Situationen nicht nur, weil sie diese als anstrengend empfinden, sondern auch um Zurückweisung zu vermeiden. Leider führt der Rückzug dazu, dass sie immer weniger Unterstützung von der Familie und Freunden bekommen. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit der sozialen Isolation, die nicht nur die eigene Lebensqualität verringert, sondern auch die des Partners (Lazzarotto et al., 2016).

2.2.2 Verlust der Intimität und der Spontanität in der Paarbeziehung

Ehepartner von Schwerhörigen beschwerten sich darüber, dass man nicht mehr so oft miteinander spricht und die Gespräche nicht so stark in die Tiefe gehen wie vor dem Auftreten des Hörproblems (Govender et al., 2014). Weil man sich nicht mehr geheime Botschaften oder Witze zuflüstern kann, verliert die Beziehung an Spontanität und Spaß. Die Freizeit- und Gesellschaftsaktivitäten, die das Paar einmal gemeinsam unternommen hat, können bei Schwerhörigkeit aufgrund von Kommunikationsschwierigkeiten nicht mehr von beiden Partnern im gleichen Maße genossen werden. Diese positiven Aktivitäten werden deshalb seltener unternommen und manchmal ganz aufgegeben. Manche Ehepartner von schwerhörigen Personen fungieren bei Gesprächen mit Dritten als „Dolmetscher“ und antworten im Namen des hörgeschädigten Partners, was ein Gefühl der „Bemutterung“ und Abhängigkeit erzeugen kann (Govender et al., 2014; Scarinci et al., 2008). Diese Abhängigkeit wird durch die Besorgnis verstärkt, dass den Betroffenen Gefahren im Straßenverkehr drohen, sie Warnsignale nicht hören, nicht in der Lage sind, Anweisungen von ihrem Arzt richtig zu verstehen oder häufiger stürzen (Govender et al., 2014).

2.3 Kortikale Plastizität und crossmodale Reorganisation

Schwerhörigkeit entsteht sowohl durch Veränderungen der Innenohrstrukturen (periphere Schwerhörigkeit, z. B. Verlust der inneren und äußeren Haarzellen, Verschlechterung der Spiralganglienzellen, Stria-vascularis-Atrophie) als auch durch degenerative, traumatische oder entzündliche Prozesse in der neuronalen Verarbeitung der Hörreize (neurale Schwerhörigkeit). Bei nachlassender sensorischer Hörleistung erreichen immer weniger auditorische Signale die höheren Anteile der Hörbahn in Mittelhirn (auditorische Thalamuskern) und Großhirnrinde (primäre Hörrinde und die sekundäre Assoziationsrinde) (Peelle et al., 2011). Ist der Zeitraum zwischen deutlicher Beeinträchtigung und dem Einsatz von Hörgeräten lang, kann es zur Reorganisation der Gehirnbereiche kommen, die für das Hören verantwortlich sind. So gibt es klare Hinweise auf eine crossmodale kortikale Reorganisation im auditorischen und visuellen System bei postlingual gehörlosen Cochleaimplantatträgern (Chen et al., 2016; Sandmann et al., 2012; Stropahl et al., 2015; Stropahl and Debener, 2017). Die für das Hören wichtigen neuronalen Netzwerke „verlernen“ das Hören und „erwerben“ neue Fähigkeiten, zum Beispiel visuelle Funktionen. So können Menschen, die ihr Gehör vollständig oder fast vollständig verloren haben, besser Lippen lesen und Gesichter erkennen. Dieses Phänomen kann bereits bei leichtem Hörverlust auftreten

(Campbell and Sharma, 2014). Obwohl sich nur etwa 30 Prozent aller Laute und Wörter an den Bewegungen der Lippen erkennen lassen, reicht das oft schon aus, um den Sinn eines Satzes zu verstehen, wenn der Kontext bekannt ist. Während der Taubheit werden die Funktionen den Gehirnbereichen neu zugeordnet, um die sprachbezogene visuelle Verarbeitung durch eine crossmodale Reorganisation zu unterstützen. Gehörlose nutzen ihre Sehfähigkeit viel effizienter als Menschen mit normalen Gehör, weil einige Bereiche des Hörsystems vom Sehsystem übernommen werden (Stropahl and Debener, 2017). Wenn man also einem tauben Erwachsenen eine Aufgabe gibt, die Lippenlesen erfordert, werden bei ihm auch Bereiche des Hörsystems aktiviert. Bei Normalhörenden kommt es dagegen zur Aktivierung im Broca-Areal, einer Gehirnregion, welche normalerweise für die motorische Erzeugung der Sprache zuständig ist (Rouger et al., 2012). Darüber hinaus induziert das Lippenlesen bei Gehörlosen eine Aktivierung in den rechten vorderen Regionen des oberen temporalen Kortex, die normalerweise bei Verarbeitung menschlicher Stimmreize aktiv sind. Ist durch eine Hörgeräte- oder Cochlea-Implantat-(CI-)Versorgung der akustische Input wieder da, findet eine Art „umgekehrte“ Neuroplastizität statt (Rouger et al., 2012). Dabei kommt es zu einer progressiven Reaktivierung der frontalen Bereiche, die normalerweise am Sprachverständnis beteiligt sind, und zur Abnahme der Aktivität in auditorischen Bereichen. Das Broca-Areal wird also wieder zunehmend fürs Lippenlesen verwendet und der temporale Cortex zum Hören – so wie es bei Normalhörenden der Fall ist. Das heißt, die erneute Reorganisation nach der Cochlea-Implantation umfasst nicht nur auditorische, sondern auch visuelle und audiovisuelle Sprachverarbeitungsnetzwerke.

Andere Konsequenzen des chronischen Hörverlusts sind Veränderungen der auditorisch- limbischen Konnektivität und Atrophie in frontalen Hirnregionen. In MRT-Befunden war bei Teilnehmern mit ausgeprägter Presbyakusis beispielsweise ein deutlicher Volumenverlust im primären auditorischen Kortex festzustellen (Eckert et al., 2012; Lin et al., 2014; Peelle et al., 2011). Der Grund könnte in einer neuronalen Degeneration in den Hirnkernen mangels Input aus dem Innenohr liegen. Die auditorische Deprivation kann also zu kaskadenartigen Einflüssen in der gesamten Hierarchie der an der Sprachverarbeitung beteiligten Regionen führen (Peelle et al., 2010). Auch die Aktivierung bestimmter Hirnregionen beim Hören kann bei Hörminderung verändert sein. Unter Verwendung der funktionellen MRT wurde die Hirnaktivität der Teilnehmer untersucht, die Sätze hörten, die in ihrer grammatikalischen Komplexität variierten (Peelle et al., 2011). Im Vergleich zu normalhörenden Teilnehmern zeigten die Teilnehmer mit schlechterem Gehör einen geringeren Grad an Veränderung ihrer neuronalen Aktivität im auditorischen Kortex bei komplexeren Sätzen gegenüber den weniger komplexen Sätzen.

3 Versorgung mit Hörgeräten

3.1 Zufriedenheit mit Hörgeräten

Aktuell stellen konventionelle Hörgeräte die Behandlung erster Wahl zur Rehabilitation von altersabhängiger Schwerhörigkeit dar. Leider sind die mit dem Tragen von Hörgeräten verbundenen negativen Stereotypen sehr präsent (Stigmatisierung, störendes Tragegefühl, unzureichende Erstresultate, Kosten), und für den Patienten ist es schwer, eine Hörhilfe zu akzeptieren. Das größte Hindernis ist die Wahrnehmung des Patienten, dass er keine oder nur eine geringe Hörminderung aufweist, die keines Hörgerätes bedarf. Hinzu kommen noch die Kosten und technischen Aspekte (Probleme bei der Anpassung, beim Herausnehmen der Hörgeräte, bei der Reinigung, beim Batteriewechsel und beim Einstellen der Lautstärke) (Knudsen et al., 2010; McCormack and Fortnum, 2013a). Die beste Motivation für das Tragen von Hörgeräten ist das Vertrauen, dass dies die Kommunikation verbessert. Vier audiologische Faktoren haben sich als ausschlaggebend für die Akzeptanz von Hörgeräten

herausgestellt: die Intensität des Hörverlusts, die Akzeptanz von Hintergrundgeräuschen, die Hörgeräteart, der relative Nutzen der Hörgeräte (Ng and Loke, 2015). Dazu kommen noch fünf nicht audiologische Faktoren: die subjektive Wahrnehmung des Hörverlusts, die erwarteten Auswirkungen auf die Lebensqualität, die Unterstützung durch andere, der direkt empfundene Nutzen und die Zufriedenheit beim Tragen der Hörgeräte (Ng and Loke, 2015). Die Notwendigkeit, mehrmals zu einem Hörgeräteakustiker zu gehen, um die Hörgeräte einstellen zu lassen, ist ein weiterer Ablehnungsfaktor, ebenso wie der Umgang mit neuen Technologien, das Erlernen von Nutzungstechniken (Batteriewechsel) und der ästhetische Aspekt der Hörgeräte.

3.2 Stigmatisierung der Hörgeräte

Leider sind die mit dem Tragen von Hörgeräten verbundenen negativen Stereotypen sehr präsent (Stigmatisierung, störendes Tragegefühl, unzureichende Erstresultate, Kosten), und für den Patienten ist es schwer, eine Hörhilfe zu akzeptieren. Darüber hinaus besitzt ein großer Teil der Menschen, die von Hörgeräten profitieren würden, diese nicht, und diejenigen, die Hörgeräte tragen, zögern oft, Hilfe zu suchen, wobei viele Menschen mindestens 10 Jahre lang Hörschwierigkeiten hatten, bevor sie Hörgeräte erhielten (Davis et al., 2007). Von denjenigen, die Hörgeräte gekauft haben, benutzen ca. 80 % im Alter von 54 bis 75 Jahren ihre Hörgeräte nicht regelmäßig oder lassen sie gar weg (McCormack and Fortnum, 2013b). Trotz erwiesenen Nutzens kaufen lediglich 25 % der Patienten mit Presbyakusis, die ein Hörgerät benötigen, auch tatsächlich eines und nur 30 % nutzen dieses langfristig. Die meisten geben an, dass sie keinen subjektiven Nutzen empfinden, vor allem in Situationen mit Hintergrundgeräuschen wie bei einem Essen im Restaurant oder bei einem Familientreffen (Lupsakko et al., 2005).

Trotz der jüngsten Fortschritte in der Digitaltechnik und der verbesserten Zufriedenheit der Benutzer (Picou 2020), haben Hörgeräteträger oft weiterhin Schwierigkeiten in lauten und schwierigen Hörumgebungen (Johnson and Dillon, 2011). Obwohl die Hersteller sich sehr bemühen, Geräuschreduzierungssysteme in Hörgeräte einzubauen, ist es fast unmöglich, Hintergrundgeräusche zu unterdrücken. Aus diesem Grund ist das Verständnis von Sprache in lauter Umgebung immer noch etwas, was die Patienten müde macht und manchmal sogar zur Verzweiflung bringt.

4 Diagnostische Methoden zur Untersuchung der Hörwahrnehmung

Presbyakusis bleibt häufig unerkannt. Durchschnittlich warten die Patienten 5–7 Jahre, bis sie aufgrund des Hörverlusts einen Arzt aufsuchen. Da die Wahrscheinlichkeit, dass ältere Menschen ohne eine subjektive Behinderung eine Hörschwäche aufweisen 10,9% beträgt, wird für Erwachsene ab 60 Jahren ein frühzeitiges systematisches Hörscreening empfohlen. Um subjektive Probleme zu erfassen, sollten neben der Reintonaudiometrie und der Sprachaudiometrie in Ruhe auch zentrale Hörfunktionen wie dichotisches Hören oder Sprache im Rauschen mit getestet werden. Auch beim Besuch beim Hausarzt können einfache Screening-Tests (z.B. der Flüstertest) durchgeführt, wenn der Patient über Hörprobleme klagt. Der Flüstertest kann in der Hausarztpraxis durchgeführt werden (Bagai, Thavendiranathan, & Detsky, 2006). Dafür werden dem Patienten aus 50 cm Entfernung Zahlen oder Buchstaben zugeflüstert, während das nicht geprüfte Ohr zugehalten wird (Fingerdruck auf den Tragus). Das Testergebnis gilt als pathologisch, wenn der Patient mindestens 3 von 6 Items falsch benennt.

Man muss beachten, dass mit sprachaudiometrischen Untersuchungen keine Aussage hinsichtlich des Nutzens einer Hörgeräteversorgung im Alltag möglich ist. Daher sollten zur

Messung des Nutzens von Hörgeräten vor und nach der Anpassung subjektive Fragebögen angewendet werden. Der APHAB (Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit, deutsche Version) ist ein evaluiertes Inventar, das anhand von je 6 Fragen zu vier verschiedenen Hörsituationen die speziellen Probleme eines Schwerhörigen ohne und mit Hörgeräten ermittelt (Löhler, Wollenberg, & Schönweiler, 2017). Der APHAB ergänzt die bisher gebräuchlichen Methoden, insbesondere den Freiburger Sprachtest, um Angaben aus der Sicht des Patienten, sodass die Qualität von Diagnostik und Therapie für den schwerhörigen Patienten verbessert und besondere Problembereiche vorhergesagt. Damit kann die Anzahl ungenutzter Hörgeräte möglicherweise reduziert werden.

Ein anderes in den USA oft verwendetes Screening-instrument ist das «Hearing Handicap Inventory for the Elderly» (HHIE). Er dient dazu, die psychosozialen Auswirkungen von Hörschwäche zu messen und ist auch in deutscher Sprache erhältlich. Der Fragebogen enthält 25 Fragen, die in zwei Skalen unterteilt sind: soziale und emotionale. Anhand dieser Skalen kann beurteilt werden, inwieweit die Situationen des schwierigen Hörens das Verhalten und die emotionale Reaktion des Einzelnen auf diese Situationen beeinflussen. Es gibt drei mögliche Antworten: ja, nein und manchmal. Der HHIE wird vom Patienten ausgefüllt und ist durch hohe Genauigkeit und Benutzerfreundlichkeit charakterisiert (Servidoni & Conterno, 2018). Die subjektiven Tests haben besonders Relevanz, weil sie Hinweise darauf verraten, ob der Patient die Hörgeräte langfristig verwenden wird.

Angesichts der Zusammenhänge zwischen altersbedingtem Hörverlust und neuropsychiatrischen Störungen im späteren Leben kann die Beurteilung eines Patienten mit subjektiven Gedächtnisproblemen oder depressiven Symptomen eine wichtige Möglichkeit zur Prävention von dementiellen und psychiatrischen Erkrankungen sein (Davies, Cadar, Herbert, Orrell, & Steptoe, 2017; Fellingner, Holzinger, Gerich, & Goldberg, 2007; Werf u. a., 2011). So kann der Nachweis einer signifikanten Hörminderung dem Arzt wichtige prognostische Informationen über die kognitive Funktion und das Risiko einer Depression oder Demenzerkrankung liefern. Auch psychotherapeutische Behandlungen können sich als nützlich erweisen, um Patienten dabei zu helfen, ihren Hörverlust zu akzeptieren und zu verstehen, dass Hörverlust behandelbar ist und nicht ein unvermeidlicher Teil des Alterns darstellt. Die Angst vor Stigmatisierung oder Unbehagen durch das Tragen von Hörgeräten kann in individueller Beratung gemindert werden.

Schließlich sollte jede neue Hörgeräteanpassung von einer Hörtherapie/einem Hörtraining begleitet werden. Obwohl das Gehörtraining auch zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen kann, haben Untersuchungen gezeigt, dass neue Hörgerätenutzer einen größeren Nutzen aus dem Hörtraining erzielen als erfahrene Hörgeräteträger (Olson u. a., 2013). Kognitives auditorisches Training ist aber auch dann sinnvoll, wenn der Hörverlust gering ist und man ohne Hörgeräte noch gut zurechtkommt. Eine Studie hat gezeigt, dass das auditorische Training die Sprachwahrnehmung für Personen mit Hörverlust verbessert, die noch keine Hörgeräte verwenden (M. A. Ferguson, Henshaw, Clark, & Moore, 2014).

5 Koj-Gehörtherapie: Hörtraining und E-Learning

5.1 Moderne E-learning Möglichkeiten Formen von Hörtraining

Das auditorische Training (Hörtraining) ist neben der Hörgeräteversorgung eine gängige Methode, um die Hörfähigkeit und des Sprachverständnis zu verbessern. Es gibt eine Reihe von Computertrainings und Apps, die das Hörerlebnis in einer Vielzahl von Umgebungen verbessern können. Die Übungen zielen darauf ab, die Sprachwahrnehmung durch Training der kognitiven Prozesse zu optimieren, die beim Hören eine Rolle spielen (Sweetow and Palmer, 2005).

Hörtrainings können generell in analytische, synthetische oder gemischte (Kombination aus beiden erstgenannten) Verfahren eingeteilt werden (Sweetow and Palmer, 2005). Das analytische Training betont akustischen Inhalt der auditorischen Stimuli (z.B. Frequenzzusammensetzung, Lautstärkeschwankungen oder zeitliche Signale) und der einfachen Sprachelemente (z.B. Diskrimination von ähnlich klingenden Konsonanten und Silben). Das Training hat zum Ziel, Geräusche und andere nonverbale Signale (z.B. Töne) besser zu lokalisieren, zu identifizieren und zu unterscheiden, indem eine bessere Erkennung von Sprachbausteinen, wie beispielsweise Silben, trainiert wird (s. Tabelle 1). Das analytische Training wird daher auch als „*bottom-up*“-Training bezeichnet (Chermak and Musiek, 2002).

	Trainierte Fähigkeiten	Beispielübungen
<i>Analytisches Training</i>	<i>Einfaches Sprachverstehen</i>	Erkennen von Toncharakteristika (Lautstärke und Tonhöhe), Verstehen von Zahlen und Silben, einsilbigen und zweisilbigen Wörtern
	<i>Akustische Lokalisation</i>	Erkennen, aus welcher Richtung die Stimuli kommen
<i>Synthetisches Training</i>	<i>Audiovisuelle Integration</i>	Abgleich von einem Bild und einem gesprochenen Wort
	<i>Auditives und visuelles Gedächtnis</i>	Paare von akustisch präsentierten Wörtern finden, Merken von sinnfreien Silbenfolgen, Zusammenführen von zufälligen Silben zu einem Wort, Zahlen und Wörter merken
	<i>Verstehen von degradierter Sprache</i>	Verstehen schneller Sprache oder Dialekte, Verstehen von zwei gleichzeitig gesprochenen Wörtern (<i>Akustische Separation</i>) Verstehen von einer Stimme und Ausblenden einer anderen bei 2 gleichzeitig sprechenden Personen (<i>Akustische Selektion</i>)
	<i>Selektive Aufmerksamkeit</i>	Detektion von bestimmten Wörtern in einem längeren gesprochenen Text, Verstehen von 2 gleichzeitig gesprochenen Sätzen

Tabelle 1: Diverse Übungen in einem kombinierten auditorischen Training

Synthetisches Training basiert auf den Prinzipien des Wahrnehmungslernens und wurde entwickelt, um die kognitiven Fähigkeiten und das globale Verständnis der Sätze sowie der semantischen Botschaft zu fördern. Es verbessert die Fähigkeit, Kontextinformationen zu integrieren und zu nutzen und wird als „*top-down*“-Training bezeichnet (s. Tabelle 1).

Synthetische oder kombinierte Trainingsprogramme initiieren mehrere Prozesse gleichzeitig, was beim Training integrativer Funktionen hilfreich ist. Solche Programme sind oft adaptiv, geben sofortiges Feedback, verwenden sowohl akustische als auch visuelle / orthografische Hinweise und setzen die Zuhörer mehreren Stimuli, z.B. Rednern gleichzeitig aus. In diesen Trainings werden daher auch kognitive Funktionen (unter anderem die selektive Aufmerksamkeit und das Arbeitsgedächtnis) trainiert, die in die Sprachverarbeitung involviert sind. Darüber hinaus bieten synthetische Trainings ein Potenzial für eine breitere Wirkung. Die Vielfalt der Stimuli, der Kontexte und Aufgaben, fördern die Verallgemeinerung von Fähigkeiten und leichtere Übertragung auf Alltagssituationen. Zum Beispiel kann die

Unterscheidung und Erkennung von schneller oder undeutlicher Sprache die Qualität der Konversation am Telefon oder Sprachverständnis in Fernsehsendungen oder in lauten Umgebungen erleichtern.

Während die Ergebnisse des analytischen Trainings gemischt bleiben, ist bekannt, dass synthetisches Training das Sprachverstehen signifikant verbessert, indem es kognitive Bereiche (z.B. Arbeitsgedächtnis) trainiert, die mit einer verbesserten Sprachverarbeitung bei Menschen mit Hörverlust verbunden sind (Sweetow and Palmer, 2005). Erste Studien deuten darauf hin, dass computergestütztes kognitives Training zu Verbesserungen im Kurzzeitgedächtnis sowie zu einer schnelleren Verarbeitung führen kann (Anderson et al., 2013c). Training scheint zudem auch Veränderungen in der Gehirnaktivität zu beeinflussen. Eine Bildgebungsstudie berichtete von einer erhöhten Hirnaktivität in frontalen und parietalen Cortices nach dem Üben von Arbeitsgedächtnisaufgaben (Olesen et al., 2004). Eine andere Studie berichtete von einem erhöhten Blutfluss im Central Executive Network (Zentrale Exekutive) (Chapman et al., 2015). Diese Gehirnregion ist an kognitiven Funktionen wie Arbeitsgedächtnis, Problemlösen, Entscheidungsfindung beteiligt. Computergestütztes kognitives Training könnte daher die Kognition und auditive Wahrnehmung verbessern.

5.2 Anforderung an das Hörtraining

Folgende Merkmale sind wesentlich, um ein praktisches und umfassendes Trainingsprogramm zu konzipieren, welches für eine breite Anwendung bei Erwachsenen umgesetzt und angewendet werden kann:

- ✓ **Gutes Preis-Leistungsverhältnis und Komfort.** Das Programm muss kostengünstig sein, d.h. computerisiertes Training wäre dem individuellen, personengestützten Training gegenüber zu bevorzugen. Das Training muss praktisch und leicht zugänglich sein, d.h. es sollte komfortabel zu Hause durchgeführt werden können.
- ✓ **Integration von bottom-up und top-down Elementen.** Das Training sollte Elemente sowohl aus der “bottom-up“-, als auch aus der “top-down“-Verarbeitung enthalten, damit nicht nur das Gehör, sondern auch allgemeine kognitiven Fähigkeiten trainiert werden.
- ✓ **Realitätsnähe.** Die Übungen sollten realitätsnah sein, um eine Generalisierung und Übertragung auf das Alltagsleben zu ermöglichen (Ferntransfer). Daher werden während des Trainings mehrere konkurrierende Sprecher sowie auch Umgebungsgeräusche bzw. Lärm (z.B. laute Verkehrsstraße, Hintergrundmusik, Hintergrundgespräche) eingesetzt.
- ✓ **Transfereffekte.** Zur Überprüfung der Transfereffekte sollten nach dem Training die auditiven und die kognitiven Fertigkeiten der Patienten unter Verwendung untrainierter Stimuli in Form von Tests bewertet werden. Zur Optimierung sollten zudem durch Befragungen (z.B. standardisierte Fragebögen) überprüft werden, inwiefern das Training positive Effekte auf das Alltagsleben der Patienten hatte.
- ✓ **Interaktivität.** Das Training muss interaktiv sein, und soll dem Patienten nach jeder Aufgabe umgehend Feedback geben. Es sollte zusätzlich eine Rückmeldung über den allgemeinen Fortschritt oder alternativ über das Ausbleiben des Fortschritts erfolgen.
- ✓ **Adaptivität.** Das Training sollte auf adaptiven Algorithmen basieren. Diese Algorithmen sollten den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben auf einem Niveau halten, das nahe der oberen Grenze der individuellen Hörfähigkeit liegt, entsprechend den kognitiven Ressourcen bzw. Fähigkeiten des Benutzers. Somit müssen die Aufgaben schwierig genug sein, um das

Interesse, die Motivation und die Aufmerksamkeit aufrechtzuerhalten, aber dennoch angepasst, damit keine Frustration entsteht. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte das Training sich so adaptieren, dass die Trefferquote von ca. 30-70% erreicht wird. Ca. ab 70% Trefferquote sollte dem Patienten die nächste Schwierigkeitsstufe präsentiert werden. In anderen Worten: es sollten möglichst viele, aber nicht alle Aufgaben korrekt und ohne Anstrengung zu lösen sein. Dabei gilt es, die Motivation bestmöglich zu erhalten.

- ✓ **Abwechslungsreichtum.** Das Trainingsprogramm sollte vielseitig und abwechslungsreich sein. Verschieden Übungstypen (s. Tabelle 1) sollten sich innerhalb einer Lektion mehrfach abwechseln, um Ermüdung und Langeweile des Nutzers zu minimieren. Die Antwortmöglichkeiten sollten sowohl multiple-choice als auch offene Fragen und Rätsel beinhalten.
- ✓ **Trainingsdauer und -frequenz.** Das Training sollte für die Dauer von mindestens 2 Wochen, jedoch besser noch 6 bis 8 Wochen konzipiert sein. Es wird empfohlen, die Therapie in regelmässigen Zeitabständen (wünschenswert 6 Monate bis 2 Jahre) zu wiederholen, um die neu erlernten Fähigkeiten zu festigen. Das Training sollte mindestens 4, jedoch besser 5 oder 6 Mal in der Woche stattfinden und eine Dauer von 30-40min nicht überschreiten.
- ✓ **Therapeutische Überwachung.** Der Fortschritt des Trainings sollte regelmäßig vom Fachspezialisten überwacht werden. Nach Möglichkeit sollte die Programmierung der Hörgeräte an die Trainingsfortschritte angepasst werden.
- ✓ **Langfristige Wirksamkeit.** Damit ein Trainingsprogramm nützlich ist, muss es seine Wirksamkeit auch nach Beendigung des Trainings beibehalten. Dieses sollte mithilfe von Prä- und Posttests direkt nach der letzten Trainingslektion bzw. nach einem halben Jahr überprüft werden.
- ✓ **Auswertbare Ergebnisse.** Ergebnisse sollten automatisch und detailliert ausgewertet werden können. Weiterhin sollte ein automatischer Vergleich zu den anderen Nutzern und normierten Werten möglich sein.
- ✓ **Individuelle Anpassung.** Der Nutzer sollte in der Lage sein, das Training an seine Bedürfnisse anzupassen, wodurch die Motivation erhöht und die Widerstandsfähigkeit gegenüber Misserfolgen gesteigert wird. Der Anwender sollte die Möglichkeit haben, mit einer höheren Therapiefrequenz oder -intensität einzelne Bereiche intensiver als andere zu trainieren.
- ✓ **Spielerische Elemente.** Um die Therapieadhärenz zu erhöhen, sollten kognitive Interventionen einen grossen Anteil spielerischer Elemente enthalten.
- ✓ **Persönliche Betreuung.** Ein wichtiger Bestandteil des Trainings sollte die aktive Teilnahme des Therapeuten am Training sein, zum einen durch die Übermittlung der Übungsdaten an und Auswertung durch den Therapeuten, zum anderen durch den regelmäßigen Austausch über Videokonferenzen (besonders in Zeiten der Corona-Pandemie) oder persönliche Treffen. Ebenso sollte die Einweisung der vorwiegend älteren Patienten in die Technologie in einem persönlichen Gespräch vor dem Therapiebeginn erfolgen.

5.3 Koj-Gehörtherapie bei Schwerhörigkeit und kognitiver Verlangsamung im Alter

In Deutschland und in der Schweiz hat sich die KOJ-Gehörtherapie als eine Möglichkeit etabliert, zu Hause gezielt das Sprachverstehen und kognitive Funktionen zu trainieren (Kupferberg et al., 2019; Strobach and Kupferberg, 2021). Das Training entspricht den oben genannten Anforderungen voll und ganz und umfasst 40 Trainingseinheiten (mit einer Option auf Verlängerung) mit einer täglichen Trainingszeit von ca. 30 bis 40 Minuten (1 Lektion). Idealerweise sollte das Training innerhalb von 2 Monaten absolviert werden. Jede Lektion besteht aus bis zu 7 Übungen von jeweils 3-5 Minuten Dauer. Insgesamt gibt es 20 verschiedene Übungstypen, in denen verschiedene Aspekte der Sprachwahrnehmung trainiert werden. Diese Übungen sind zudem darauf ausgelegt, Defizite in kognitiven Kernbereichen wie selektive Aufmerksamkeit, auditives Arbeitsgedächtnis und Unterdrückung störender auditiver Informationen zu trainieren.

Die KOJ-Gehörtherapie besteht aus adaptiven Trainingsmodulen, d. h., der Schwierigkeitsgrad während jeder Trainingssitzung wird kontinuierlich entsprechend der Leistungsfähigkeit der Versuchsperson angepasst, indem der Pegel der Hintergrundgeräusche beim nachfolgenden Versuch erhöht wird (umgekehrt nimmt der Pegel der Hintergrundgeräusche nach nicht erfolgreichen Versuchen ab). So kann das Signal-Rausch-Verhältnis von 65 DB (starkes Hintergrundrauschen) bis -5 DB (kein Hintergrundrauschen) variiert werden. Darüber hinaus werden die Übungen im Laufe des Trainings immer anspruchsvoller (längere Listen von Wörtern, die man sich merken muss, mehr fehlende Wörter, die ergänzt werden müssen, Fragen mit freier Antwort vs. Multiple-Choice-Fragen).

Zu den Aufgaben der KOJ-Gehörtherapie gehören u. a. das Verstehen von einfachen Wörtern aus einem Satz mit und ohne Hintergrundgeräusch, das Fokussieren auf eine Stimme, während eine andere Stimme gleichzeitig ertönt, oder das Erkennen von Alltagsgeräuschen. Ebenfalls werden das Verstehen von Hörbüchern und das auditorische Gedächtnis trainiert. Die Wörter und Sätze werden von einer männlichen, einer weiblichen oder der Stimme eines Kindes gesprochen, um akustische Variationen darzustellen. In einigen Aufgaben des Trainings wird auch die Verarbeitungsgeschwindigkeit trainiert. Sie wird durch die Zeit definiert, die eine Person benötigt, um eine kognitive Aufgabe durchzuführen und hängt von der Geschwindigkeit ab, mit der eine Person erhaltene Information verstehen und darauf reagieren kann. Die Versuchspersonen müssen z. B. bei einem laufenden Timer bestimmte auditorische und visuelle Aufgaben lösen. Das gesamte KOJ-Training ist so konzipiert, dass die Schwierigkeit der Aufgaben und die Lautstärke des Störgeräusches schrittweise gesteigert werden. Wenn also eine Aufgabe fehlerfrei erledigt wurde, wird die nächste Aufgabe schwieriger sein und umgekehrt. Auf diese Weise wird das Training an die Bedürfnisse jedes Einzelnen genau angepasst und Langeweile als auch Frustration werden minimiert. Die Entwicklung jedes Patienten während des Trainings wird erfasst und genau überwacht – mehrmals pro Monat werden Zwischentests zur Kontrolle durchgeführt.

Gamification und Feedback- sowie Fragebögen sorgen zusätzlich für ein hohes Maß an Motivation. Regelmäßige persönliche Termine prüfen unabhängig des E-Learnings den Fortschritt und stimmen den Schweregrad auf die Leistungskurven sowie die Erwartungshaltung ab. Die Aufarbeitung der Daten erfolgt über einen automatisierten Clouddienst, der anhand eines KOJ-Scoring die relative Veränderung der Trainingsleistung als Verlauf darstellt. Dabei werden die gespeicherten Daten nicht nur in Abhängigkeit von der Fehlerrate klassifiziert, sondern auch nach kognitiven Leistungsparametern wie beispielsweise die Diskrimination, Lokalisation, Merkfähigkeit und die selektive Wahrnehmung sowie die Reaktionszeit im Vergleich zu den Ergebnissen anderer Nutzer dargestellt.

Obwohl es bisher keine evidenzbasierte Literatur zur Bewertung der KOJ-Gehörtherapie gibt, ergab eine in eigenen Räumlichkeiten durchgeführte Pilotstudie ein um bis zu 87 % besseres Sprachverständnis bereits nach 4 Wochen. Die Messung des Sprachverständnisses wurde mit einem Test durchgeführt, bei dem die Personen mit und ohne Störgeräusch Konsonanten in auditorisch präsentierten Silben identifizieren mussten (sogenannte Phonemmessung). Der Vorteil der Verwendung von einfachen Silben in der Phonemmessung gegenüber den gängigen Sprachtests wie dem Freiburger Sprachtest (Hoth, 2016) und dem Oldenburger Satztest (Kollmeier et al., 2011), in welchen Wörter und Sätze identifiziert werden müssen, lag darin, dass man bei sinnfreien Silben den richtigen Konsonanten nicht erschließen konnte, sondern genau zuhören musste.

5.4 Wirksamkeit von Hörtraining

Studien haben gezeigt, dass ein multimodales (auditorisches und visuelles) Training bei regelmäßiger Durchführung zu Verbesserungen der Aufmerksamkeit (O'Brien et al., 2017), des Arbeitsgedächtnisses (Anderson et al., 2013a; Smith et al., 2009; Willis et al., 2006), der Verarbeitungsgeschwindigkeit (Anderson et al., 2013c) und sogar des logischen Denkens (Ball et al., 2002; Mahncke et al., 2006) führt und auf diese Weise zu einer kognitiven Leistungssteigerung beiträgt (Burk and Humes, 2008; Stecker et al., 2006). Die positiven Effekte für das Gedächtnis lassen sich noch 12 Monate nach dem Training nachweisen, selbst bei Personen im Alter von 65 bis 75 Jahren (Cheng et al., 2012). Weiterhin hat das Training positive Auswirkungen auf die kristalline Intelligenz (Fähigkeit, logisch zu denken und Probleme zu lösen) (Meister et al., 2015) und auf die neuronale Zeitverzögerung der auditorischen Signale im Gehirn (Anderson et al., 2013c). Es stehen also mehr Ressourcen für die Sprachverarbeitung zur Verfügung. Da die kognitiven Trainingsprogramme neben dem Sprachverstehen Fähigkeiten wie auditive Aufmerksamkeit und auditives Gedächtnis trainieren, verhelfen sie nicht nur zum besseren Sprachverständnis, sondern wirken auch als präventiv gegen kognitiven Verfall.

5.5 Neuronale Grundlagen des auditorischen kognitiven Trainings

Während des computergestützten kognitiven Hörtrainings ist eine Person wiederholten Reizen ausgesetzt und muss Aktivitäten ausüben, welche die auditorische und visuelle Wahrnehmung (Tremblay, 2007) sowie die kognitiven Fähigkeiten (Shah et al., 2017) trainieren. Eine Reihe von Untersuchungen deutet darauf hin, dass Übungen zum Sprachverstehen im Hintergrundgeräusch die selektive Wahrnehmung und demnach das Sprachverständnis von Wörtern oder Sätzen signifikant verbessern (Burk Matthew H. and Humes Larry E., 2007; Burk et al., 2006; Cainer et al., 2008; Sullivan et al., 2013; Yund and Woods, 2010, 2010). Schwerhörige Menschen zeigen aber nicht nur Probleme beim Sprachverstehen, sondern auch häufig eine schlechtere kognitive Leistung. Sie erkranken auch häufiger an Demenz als Menschen ohne Hörprobleme (Davies et al., 2017; Fritze et al., 2016; Heywood et al., 2017; Lin et al., 2011b). Um dem altersbedingten kognitiven Rückgang und Demenz vorzubeugen, haben sich Interventionen, die komplexe mentale Leistungen fördern, als vielversprechend erwiesen (Acevedo and Loewenstein, 2007). So hat man zeigen können, dass Personen mit einem höheren Maß an geistiger Aktivität eine reduzierte Rate des kognitiven Abbaus verzeichnen und dass sich das Risiko, eine Demenz zu entwickeln, bis zu halbiert hatte (Valenzuela and Sachdev, 2006a, 2006b).

Die Fähigkeit des Gehirns, pathologische altersabhängige Veränderungen auszugleichen, wird als kognitive Reserve bezeichnet. Man nimmt an, dass mental stimulierende Aktivitäten wie höhere Bildung, berufliche Leistung und vielfältige Freizeitaktivitäten zu den Faktoren gehören, die zur kognitiven Reserve beitragen (Verghese et al., 2003; Wilson et al., 2002).

Wegen der nachlassenden Leistung des Ohrs erreichen immer weniger auditorische Signale die für das Sprachverstehen wichtigen Gehirnbereiche: die primäre Hörrinde, die sekundäre Assoziationsrinde und den auditorischen Thalamus (Peelle et al., 2011). Ist der Zeitraum zwischen deutlicher Beeinträchtigung und dem Einsatz der Hörgeräte zu lang, kann es sein, dass es zur Reorganisation der Gehirnbereiche kommt, die für das Hören verantwortlich sind. So gibt es klare Hinweise auf eine crossmodale kortikale Reorganisation im auditorischen System (Chen et al., 2016; Sandmann et al., 2012; Stropahl et al., 2015; Stropahl and Debener, 2017). Die für das Hören wichtigen neuronalen Netzwerke „verlernen“ dabei das Hören und „erwerben“ neue Fähigkeiten, wie zum Beispiel das Sehen. Aus diesem Grund ist es wichtig, die auditorischen Netzwerke aktiv zu halten bzw. zu reaktivieren, was am besten mit gezieltem Training gelingt. Das Training kann dem Gehirn helfen, die veränderten neuronalen Muster mit einem bestehenden Gedächtnis für Klänge und Wörter zu verbinden.

Die physiologischen Veränderungen, welche dieser Verbesserung zugrunde liegen könnten, sind bereits nach einer kurzen Trainingsdauer und noch Monate nach dem Training nachweisbar (Song et al., 2012). Das Gehirn kann sich nämlich an die höheren Anforderungen und die komplexere Umwelt anpassen.

Bei Primaten und Nagetieren hat sich gezeigt, dass die Steigerung der Synapsenzahl und eine bessere neuronale Organisation nicht nur eine Antwort auf gezieltes Training ist, sondern bereits bei Bereicherung der Lebensumgebung erfolgt (Milgram et al., 2006). Diese „kortikale Plastizität“ aufgrund von auditorischer Stimulation wurde nicht nur bei Ratten (Villers-Sidani et al., 2010), sondern auch bei Menschen (Anderson et al., 2013c; Filippini et al., 2012; Gil and Iorio, 2010; Tremblay et al., 2009, 2001) nachgewiesen. Ein Gehirntrainingsprogramm, das adaptiv und herausfordernd ist, kann bei regelmäßiger Anwendung die neuronale Aktivität in Hirnregionen, die das Sprachverstehen unterstützen, verändern (Kupferberg et al., 2019). Wenn eine Person als Ergebnis des Trainings neue Kenntnisse/Fähigkeiten erwirbt, werden entweder bestehende neuronale Bahnen und Netzwerke gestärkt oder neue neuronale Schaltkreise und Synapsen geschaffen. Wenn das Gehirn sich folglich an die Ausführung der trainierten Aufgaben gewöhnt hat und leistungsfähiger wird, wird die neuronale Aktivität in diesen Regionen schließlich abnehmen. Es wäre auch möglich, dass, wenn das Training zu anspruchsvoll ist, andere Hirnregionen als Kompensationsmechanismus zusätzlich rekrutiert werden. Aktives Engagement im Training kann daher plastische Veränderungen im Gehirn hervorrufen. So kann es zu einem Zuwachs der Anzahl von Neurotransmitterrezeptoren als Folge der häufigen Aktivierungen kommen. Hierdurch sind Nervenzellen besser darauf vorbereitet, auf zukünftige Reize ähnlicher Art auch im Ruhezustand effektiver zu reagieren. Des Weiteren wird die Protein- und Lipidsynthese in den Nervenzellen bei erhöhter Aktivität angetrieben, was der Bildung oder Stärkung neuer Synapsen (Verbindungen zwischen den Nervenzellen) dient. Zum einen vermehrt sich dabei die Anzahl der Neuronen, die auf Schallreize reagieren (Bakin and Weinberger, 1990), und zum anderen optimiert sich die neuronale Synchronisierung, also die Zusammenarbeit bestimmter Netzwerke (Tremblay, 2005). Diese Vorgänge brauchen mehr Energie, demzufolge steigt die Durchblutung in diesen Hirnregionen. Das kann man mit der Magnetresonanztomographie visualisieren (Chapman et al., 2015).

5.6 Transfereffekte und Langzeiteffekte

Die Hersteller der Trainingssoftware für die Verbesserung der allgemeinen kognitiven Funktionen für Patienten ohne Hörverlust wie zum Beispiel „Neuronation“ oder „Lumosity“ gehen von der Annahme aus, dass das Training dieser Fähigkeiten – ähnlich wie beim Sprachverstehen – sich auf alltägliche Situationen übertragen lässt. Diese sogenannte „Transfereffekte“ gehören zu den heiß diskutierten Themen, weil der Nutzen des Trainings

auf andere nicht zielgerichtete und nicht trainierte kognitive Bereiche tatsächlich schwer nachweisbar ist. Dabei gibt es Unterschiede zwischen nahem und fernem Transfer. Bei einem „nahen Transfer“ würde das Training lediglich die Funktion verbessern, die den trainierten sehr ähnlich sind. Man wird zum Beispiel besser darin, Items auf einer Einkaufsliste zu merken, wenn man im Training geübt hat, sich Wortlisten einzuprägen. Bei einem „Ferntransfer“ würden Funktionen beeinflusst, die weniger mit den trainierten Fähigkeiten gemeinsam haben. Zum Beispiel könnte man sich besser Bilder merken, wenn man trainiert hat, sich Wörter zu merken – das Gedächtnis wird also im Allgemeinen leistungsfähiger.

Einige Studien haben es geschafft, zumindest den Nahtransfer nach einem kognitiven Training zu zeigen (Simons et al., 2016; Strobach and Huestegge, 2017; Strobach and Karbach, 2016). Jedoch gibt es für die weit verbreitete Annahme, dass kommerziell verfügbare computergestützte Gehirntrainingsprogramme die allgemeine Kognition verbessern, wenig wissenschaftliche Evidenz (Sala and Gobet, 2019; Simons et al., 2016). Das wurde in einer sechswöchigen webbasierten Studie von Owen und Kollegen gezeigt, an der 11.430 Teilnehmer teilgenommen haben (Owen et al., 2010). Sie wurden in drei Gruppen eingeteilt und trainierten sechs Wochen lang, dreimal wöchentlich mindestens zehn Minuten pro Tag Gedächtnis, Planung, visuelle Fähigkeiten und Aufmerksamkeit. Die erste Gruppe löste computergestützte Trainingsaufgaben in den Bereichen logisches Denken, Planung und Problemlösung. Die zweite Gruppe trainierte Kurzzeitgedächtnis, Aufmerksamkeit, visuell-räumliche Verarbeitung und das Lösen von mathematischen Aufgaben. Die Kontrollgruppe nutzte die gleiche Zeit, um mithilfe von Internet Antworten auf Quizfragen zu finden. Die Teilnehmer in allen drei Gruppen zeigten Verbesserungen bei den spezifischen Aufgaben, die in ihren Trainingsprogrammen enthalten waren, aber diese Verbesserungen ließen sich nicht auf ähnliche Aufgaben übertragen. Die „Standard“-Tests, die die allgemeinen mentalen Fähigkeiten bewerten und am Anfang und Ende des Experiments durchgeführt wurden, zeigten kaum Fortschritte. Obwohl die Studie globale Aufmerksamkeit erhielt, wurde sie wegen ihrer zu kurzen Trainingsdauer von nur zehn Minuten pro Tag, dreimal die Woche für sechs Wochen kritisiert. Trotzdem muss man beachten, dass die meisten Studien, die einen Nutzen des kognitiven Trainings festgestellt haben, tendenziell nur Verbesserung bei den trainierten und denjenigen Aufgaben zeigen, die den trainierten Aufgaben strukturell ähnlich waren (Strobach and Huestegge, 2017).