

# DIE BERLINER ALTERSSTUDIE

Herausgegeben von  
Ulman Lindenberger, Jacqui Smith,  
Karl Ulrich Mayer und Paul B. Baltes<sup>†</sup>

Wissenschaftliche Redaktion:  
Julia A. M. Delius



Akademie Verlag

### Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-05-004508-5

3., erweiterte Auflage

© Akademie Verlag GmbH, Berlin 2010

Der Akademie Verlag ist ein Unternehmen der R. Oldenbourg-Gruppe.

Das eingesetzte Papier ist alterungsbeständig nach DIN / ISO 9706.

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publishers.

Gesamtgestaltung: K. Groß, J. Metze; Berlin

Titelphoto: K. Groß, Berlin

Satz und Grafiken: Atelier f:50, Berlin

Druck und Bindung: Druckhaus „Thomas Müntzer“ GmbH, Bad Langensalza

Printed in the Federal Republic of Germany

# 15. Sensorische Systeme im Alter

Michael Marsiske, Julia A. M. Delius, Ineke Maas,  
Ulman Lindenberger, Hans Scherer & Clemens Tesch-Römer

## Zusammenfassung

In diesem Kapitel werden drei sensorische Systeme (Gehör, Sehvermögen und Gleichgewicht/Gang) betrachtet. Zunächst werden individuelle Unterschiede und Altersgradienten in sensorischen Leistungen im Überblick beschrieben. Dann wird untersucht, in welchem Ausmaß individuelle Unterschiede in der sensorischen Funktionsfähigkeit mit den Leistungen in anderen psychologischen Funktions- und Verhaltensbereichen zusammenhängen. Die Leistungen in den drei untersuchten Sinnessystemen wiesen einen deutlich negativen Zusammenhang mit dem Alter auf. Dementsprechend sind die 70- bis 79jährigen Studienteilnehmer im Mittel in ihrer sensorischen Funktionsfähigkeit leicht beeinträchtigt, die 90jährigen und Älteren hingegen mäßig bis schwer, wobei häufig nicht nur eine, sondern mehrere Sinnesmodalitäten betroffen waren. Das Kapitel berichtet auch über Prävalenzraten für wichtige Erkrankungen und Beeinträchtigungen des visuellen und des auditorischen Systems, wie sie aus den Anamnesen der Studienteilnehmer zu erfahren waren, sowie auch über einige häufig eingesetzte Hilfsmittel und Eingriffe (z. B. Hörgeräte, Brillen, Kataraktoperationen). Die Betrachtung der Zusammenhänge zwischen sensorischer Funktionsfähigkeit und anderen psychologischen Funktions- und Verhaltensbereichen (z. B. kognitive Leistungsfähigkeit, basale und erweiterte Alltagskompetenz, Persönlichkeitseigenschaften, Wohlbefinden und Größe des sozialen Netzwerks) ergab:

1. Es bestehen deutliche Zusammenhänge zwischen allen drei sensorischen Modalitäten und den ausgewählten Bereichen. Besonders stark sind die Zusammenhänge zur kognitiven Leistungsfähigkeit und zur Alltagskompetenz.
2. Die sensorischen Variablen können fast die gesamte altersabhängige Varianz in allen untersuchten

Bereichen aufklären (vermitteln); d. h., nach statistischer Kontrolle der sensorischen Funktionsfähigkeit gibt es im wesentlichen keinen signifikanten spezifischen Effekt des chronologischen Alters.

3. Die Auswirkungen sensorischer Variablen in der untersuchten Altersspanne scheinen additiv (nicht interaktiv) zu sein.
4. Im allgemeinen moderiert weder Alter noch die Nutzung von Hilfsmitteln die Beziehung zwischen sensorischen Variablen und den betrachteten Funktionsbereichen.

## 1. Einleitung

Dieses Kapitel berichtet anhand der Ergebnisse der Berliner Altersstudie (BASE) über individuelle Unterschiede der sensorischen Funktionsfähigkeit unter alten und sehr alten Menschen. Die Konsequenzen von altersabhängigen Unterschieden sensorischer Funktionsfähigkeit für Leistungen in anderen Funktionsbereichen werden ebenfalls untersucht. Bei der Betrachtung „funktioneller“ Konsequenzen sensorischen Alterns stellen wir die Frage, wie die Leistungen von Individuen in ausgewählten Bereichen im Kontext ihrer sensorischen Funktionsfähigkeit beeinflusst werden. Wir konzentrieren uns auf drei Sinnessysteme: Gehör, Sehvermögen und Gleichgewicht/Gang.

Die zentrale Bedeutung effektiver sensorischer Funktionsfähigkeit als notwendige Bedingung für Interaktion mit der Umwelt ist unumstritten. Während es möglich sein mag, einige sensorische Beeinträchtigungen oder eingeschränkte Einbußen in einem oder mehreren sensorischen Systemen zu kompensieren (Whitbourne, 1985), müssen altersabhängige Sinnesbeeinträchtigungen als Risikofaktor für eine effektive Gestaltung des Alltags betrachtet werden. Da das

hohe Alter als eine durch multiple Beeinträchtigungen gekennzeichnete Lebensphase angesehen wird (siehe Steinhagen-Thiessen & Borchelt, Kapitel 7 in diesem Band), könnte das kumulative Risiko aufgrund von Verlusten in mehr als einem Sinnessystem als potentielle Ursache für Einschränkungen in *anderen* Bereichen eine besondere Rolle spielen.

Hinsichtlich der theoretischen Grundlagen bezieht sich dieses Kapitel auf das konzeptuelle Gerüst von BASE, insbesondere auf die Orientierungen des *Alterns als systemisches Phänomen* und des *differentiellen Alterns* (für ausführliche Diskussion siehe P. B. Baltes et al., Kapitel 1; Mayer et al., Kapitel 24). Bei der Betrachtung des *Alterns als systemisches Phänomen* konzentrieren wir uns auf die Integration der Funktionsfähigkeit über Bereiche hinweg sowie auf die Frage, ob altersbedingte Veränderungen in einigen Subsystemen Folgen für die Funktionsfähigkeit in anderen Bereichen haben können. Eine Version dieser Perspektive ist die „Kaskadenhypothese“ (Birren, 1964), nach der die Auswirkungen von altersbedingten Verlusten in einigen Systemen „dominosteinartig“ Folgen in anderen auslösen. Sensorische Funktionsfähigkeit stellt als grundlegendste Interaktionsebene des Organismus mit seiner Umwelt eine basale Leistung dar. Daraus ergibt sich die Frage, ob Einbußen sensorischer Funktionsfähigkeit Verluste in anderen komplexeren Bereichen „auslösen“. Es sei aber daran erinnert, dass die Querschnittlichkeit des betrachteten BASE-Datensatzes keine Aussagen über den kausalen Status der sensorischen Variablen zulassen.

Eine weitere Fragestellung, die sich aus der Sicht des *Alterns als systemisches Phänomen* ergibt, beschäftigt sich damit, ob die für das jüngere Alter berichtete sensorische Kompensation (d. h., Blinde können besser hören oder tasten; Neville, 1990; Rauschecker, 1995) im hohen Alter nicht mehr möglich ist. Werden also Verluste in einem Sinnessystem auch im Alter durch andere „ausgeglichen“, oder sind die verschiedenen Sinnesmodalitäten eher gleichermaßen durch Einbußen betroffen?

Im Konzept des *differentiellen Alterns*, auf das in Kapitel 9 von Smith und Baltes genauer eingegangen wird, werden die verschiedenartigen individuellen Variationen des Alterungsprozesses betrachtet. Aus einer differentiellen Perspektive könnte man annehmen, dass die Wahrnehmung der eigenen Alterung für Personen mit und ohne schwere sensorische Beeinträchtigungen verschieden ausfallen könnte.

Um sensorische Funktionsfähigkeit im Alter und ihre Zusammenhänge mit anderen Bereichen zu untersuchen, orientiert sich dieses Kapitel im wesentlichen an zwei Fragestellungen. Erstens beschreiben wir die Verteilungen der Funktionsfähigkeit von Gehör, Sehvermögen und Gleichgewicht/Gang im hohen und sehr hohen Alter. Dabei versuchen wir, unsere Befunde in Bezug zu anderen Studien zu setzen und die Bedeutung von Funktionseinbußen zu konkretisieren. Zweitens untersuchen wir die Beziehungen sensorischer Funktionsfähigkeit zu anderen Bereichen und betrachten die Bedeutungen derartiger Zusammenhänge unter systemischer und differentieller Perspektive.

## 2. Deskriptive Befunde

Dieser Abschnitt ist in vier Teile gegliedert, die jeweils Elemente der sensorischen Funktionsfähigkeit der BASE-Teilnehmer beschreiben. Erst untersuchen wir die Verteilung sensorischer Funktionsfähigkeit in den Modalitäten Gehör, Sehvermögen und Gleichgewicht/Gang, wobei ein Schwerpunkt auf der Beschreibung altersabhängiger Unterschiede liegt. Zweitens gehen wir auf die Folgen altersabhängiger Verteilungsmuster für die Klassifikation sensorischer Beeinträchtigungen ein (bei Gehör und Sehvermögen, für die solche Klassifikationskriterien vorhanden sind). Drittens betrachten wir die Prävalenz von Erkrankungen des auditorischen und visuellen Systems (vor allem des Ohres und des Auges), um festzustellen, in welchem Ausmaß die beobachteten Altersunterschiede der sensorischen Funktionsfähigkeit auf spezifische Erkrankungen zurückgeführt werden können. Viertens berichten wir über die Daten zum Einsatz von Hilfsmitteln und korrigierenden operativen Eingriffen (Hörgeräte, Brillen, Kataraktoperationen) bei den BASE-Teilnehmern.

### 2.1 Mittelwertsverteilungen und individuelle Unterschiede

#### 2.1.1 Altersunterschiede des Sehvermögens

In BASE wurde die Sehschärfe (Visus)<sup>1</sup> mit optometrischen Standardmethoden gemessen (siehe Borchelt & Steinhagen-Thiessen, 1992; Lindenberger &

<sup>1</sup> Im folgenden wird immer angegeben, ob Sehschärfe bzw. Visus mit oder ohne korrigierende Gläser gemessen wurde. Der in der Literatur benutzte Begriff der Sehleistung für den Sehwert ohne Korrektur wird hier der Einfachheit halber nicht verwendet. Das Sehvermögen bezeichnet die Gesamtleistung des Sehorgans, wobei in BASE nur die Sehschärfe untersucht wurde und Aspekte wie das Gesichtsfeld, Farben- und Dunkelsehen nicht berücksichtigt werden konnten.

Baltes, 1994; Steinhagen-Thiessen & Borchelt, 1993). Es muss dabei darauf hingewiesen werden, dass bei der Beurteilung aller betrachteten Sinnesysteme keine prozessorientierten psychophysikalischen Messungen möglich waren. Der Nahvisus wurde mit einer Snellen-Lesetafel bei individuell festgelegter Leseentfernung (ungefähr 25 cm) einzeln für das linke und rechte Auge gemessen. Der Fernvisus wurde für beide Augen zusammen (binokular) mit einer Snellen-Tafel in mindestens 2,5 m Entfernung bestimmt. Alle Messungen wurden mit und ohne eigene korrigierende Fern- oder Lesebrillen durchgeführt (falls vorhanden). Die Messeinheiten waren Snellen-Dezimale, wobei ein Wert von 1,0 als an jungen Erwachsenen normierte unbeeinträchtigte (20/20) Sehschärfe gilt (für ausführliche Diskussion solcher Schwellensetzungen siehe weiter unten). Über 90% der BASE-Teilnehmer trugen Brillen, und einige Analysen in diesem Kapitel greifen auf die *besseren* Visuswerte zurück (um die Fälle auszuschließen, bei denen eine schlechte Korrektur zur beeinträchtigten Sehschärfe beitrug).

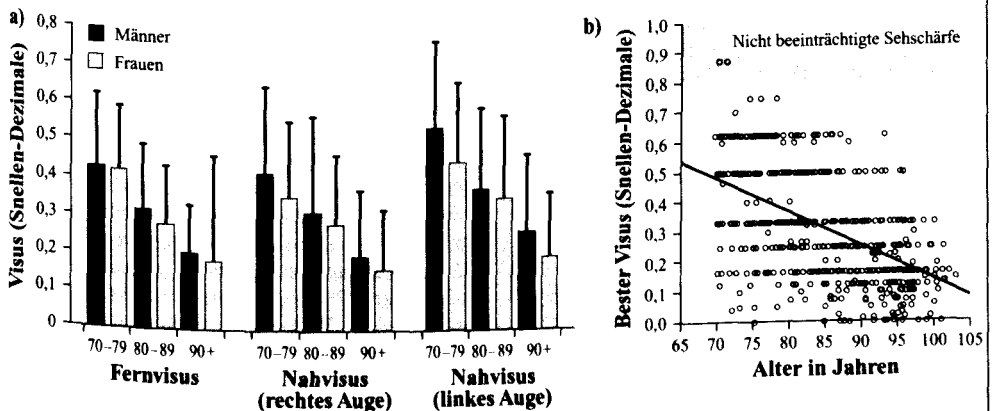
Abbildung 1a zeigt die Verteilung der Sehschärfe nach Alter und Geschlecht in BASE. Mit jedem Lebensjahrzehnt verschlechterte sich die Sehschärfe signifikant, und Frauen wiesen signifikant schlechtere Leistungen auf als Männer. Dieser Geschlechtsunterschied könnte eine Folge geschlechtsspezifischer Selektionseffekte darstellen (siehe Lindenberger et al., Kapitel 3). Es gibt jedoch auch in der Literatur Hinweise darauf, dass Frauen stärker von visueller Beeinträchtigung betroffen sind (z. B. Schmack, 1989).

Abbildung 1b zeigt in einem Streudiagramm die Verteilung von individuellen Unterschieden des korrigierten Fernvisus nach Alter. Das grau unterlegte Feld repräsentiert den Bereich des bei jungen Erwachsenen normierten, als nicht beeinträchtigt definierten Visus (Snellen-Dezimale von 0,8 und mehr). Wie das Diagramm zeigt, erreichten sehr wenige BASE-Teilnehmer dieses Kriterium „normaler“ Sehschärfe, und es fanden sich deutlich niedrigere Leistungen im höheren Alter. Die meisten der ältesten Teilnehmer waren am untersten Ende der Visusverteilung angesiedelt. Dagegen lag die Sehschärfe der meisten der jüngsten Teilnehmer näher am Normbereich (aber ebenfalls darunter).

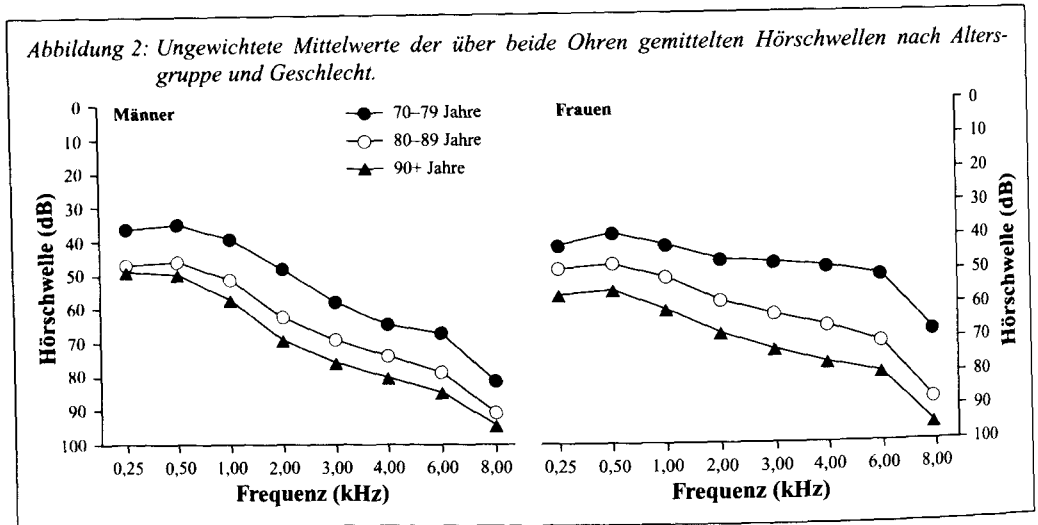
Sind die BASE-Befunde zum Visus mit den Ergebnissen anderer Studien vergleichbar? In einer Vielzahl querschnittlicher und longitudinaler Untersuchungen sind beträchtliche altersabhängige Verluste des Sehvermögens nachgewiesen worden. Für umfassende Übersichten sei der Leser auf Kline und Schieber (1985), Fozard (1990) und Schieber (1992) verwiesen. Alltagsbeobachtungen ergeben, dass Lesebrillen in den mittleren Lebensjahren sehr verbreitet sind. In der Tat ist epidemiologischen Daten zu entnehmen, dass die Leseentfernung aufgrund der abnehmenden Akkommodationsleistung der Augen von 10 cm bei 20jährigen auf 40 cm bei 50jährigen zunimmt (Bennett & Eklund, 1983a).

Querschnittliche erhobene Daten zum Fernvisus zeigen beträchtliche Einbußen nach dem Alter von 50 Jahren (Pitts, 1982). Sehschärfen des besseren Auges von weniger als 20/50 wurden bei ungefähr

Abbildung 1: a) Ungewichtete Mittelwerte und Standardabweichungen der Sehschärfe nach Altersgruppe und Geschlecht. b) Verteilung des binokularen Fernvisus nach Alter.



Anmerkung: Der Fernvisus wurde für beide Augen zusammen gemessen, der Nahvisus einzeln für das rechte und linke Auge.



10% der 60- bis 69jährigen und immerhin 25–35% der über 80jährigen nachgewiesen (Anderson & Palmore, 1974; Branch, Horowitz & Carr, 1989).

Im Vergleich zu anderen Untersuchungen scheinen die Niveaus des Visus bei BASE-Teilnehmern erheblich geringer zu sein. Dies könnte dadurch begründet sein, dass es sich bei anderen veröffentlichten Prävalenzangaben um eine Unterschätzung wahrer Beeinträchtigungsraten handelt. Im Grunde hat keine bisherige Studie über 80jährige so systematisch untersucht wie BASE. Darüber hinaus könnten veröffentlichte Raten der Behinderungsprävalenz deshalb Unterschätzungen darstellen, weil die meisten Untersuchungen alter Menschen Heimbewohner ausschließen. Gleichzeitig muss daran erinnert werden, dass BASE-Teilnehmer in ihrer eigenen Umgebung (in ihrer Wohnung oder im Heim) untersucht wurden. Das Sehvermögen wurde somit unter verhältnismäßig naturalistischen Bedingungen beurteilt, und es war nicht möglich, die Beleuchtung und Blendfreiheit in gleicher Weise zu optimieren und konstant zu halten wie in Laboruntersuchungen. Dies kann zu niedrigeren Werten beigetragen haben (vgl. Fozard, 1990).

### 2.1.2 Altersunterschiede des Gehörs

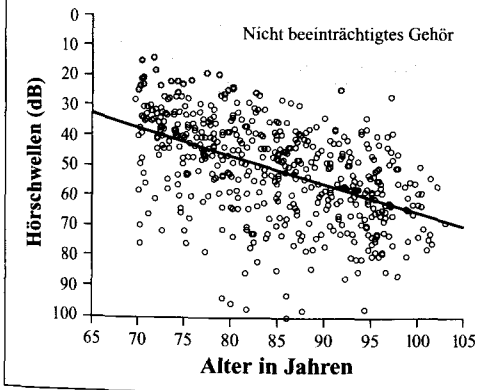
In BASE wurde das Gehör mit einem Bosch ST-20-1 Reinton-Audiometer geprüft, wobei Kopfhörer benutzt wurden. Diese machten die Bestimmung von korrigiertem versus unkorrigiertem Gehör unmöglich, da Hörgeräte mit den Kopfhörern nicht bequem

getragen werden konnten. Für acht verschiedene Frequenzen wurden Hörschwellen in Dezibel in der folgenden Reihenfolge bestimmt: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 0,5 und 0,25 kHz. Die Messung wurde an dem Ohr begonnen, das von dem Studienteilnehmer als das „bessere“ angegeben wurde (an dem rechten, wenn der Teilnehmer dies nicht wusste). Abbildung 2 zeigt die erhaltene Verteilung nach Alter, Geschlecht und Frequenz.

Eine Varianzanalyse dieser Daten ergab signifikante Haupteffekte des Alters und der Frequenz. Es fanden sich signifikante Interaktionseffekte bei Geschlecht  $\times$  Frequenz, Alter  $\times$  Frequenz und Alter  $\times$  Geschlecht  $\times$  Frequenz ( $p < 0,01$ ). Die Daten zeigen, dass Frauen in allen Altersgruppen und in allen Frequenzen über 0,50 kHz niedrigere Hörschwellen (also besseres Gehör) als Männer hatten und dass zunehmendes Alter mit höheren Hörschwellen (schlechteres Gehör) einherging. Bei der tiefsten Frequenz (0,25 kHz) hatten Männer wiederum niedrigere Schwellen als Frauen, was mit Arbeiten von Corso (1963), Jerger, Chmiel, Stack und Spretnjak (1993), Pearson und Mitarbeitern (1995) und anderen übereinstimmt. Gleichzeitig gab es, insbesondere im höheren Alter und bei höheren Frequenzen, eine Verkleinerung des Abstands zwischen den Geschlechtern. Folglich unterschieden sich die durchschnittlichen Formen der Gehörskurven über die Frequenzen nach Alter und Geschlecht.

Abbildung 3 stellt die Variationsbreite des unkorrigierten Gehörs im sprachlichen Frequenzbereich (d. h. 0,5, 1,0 und 2,0 kHz) nach Alter dar. Das grau unterlegte Feld zeigt wieder den Bereich des (an jüngeren

Abbildung 3: Verteilung des unkorrigierten Gehörs (Hörschwellen für Sprachfrequenzen) der Studienteilnehmer nach Alter.



Erwachsenen normierten) als nicht beeinträchtigt definierten Gehörs für die Sprachfrequenzen. Nur wenige BASE-Teilnehmer wiesen auditorische Funktionsfähigkeit in diesem Bereich auf, und die meisten von ihnen waren jüngeren Alters. Mit zunehmendem Alter scheint es eine Verschiebung sowohl der höchsten als auch der niedrigsten Lautstärken zu geben, die für das Hören von reinen Tönen im sprachlichen Frequenzbereich nötig waren: Unter den 70- bis 79-jährigen brauchte niemand eine Lautstärke von über 80 dB, um einen Ton hören zu können; dagegen mussten für einige 80-jährige und ältere Personen die Töne noch lauter sein. Und während einige 70- bis 79-jährige Teilnehmer noch Töne zwischen 10 und 30 dB hören konnten, konnte so gut wie niemand im Alter von 90 und darüber Töne unter 30 dB hören.

Wie beim Sehvermögen waren die mittleren Niveaus des Gehörs in der heterogenen BASE-Stichprobe niedriger als in vielen Studien. Auch hier sind zwei verschiedene Erklärungen denkbar. Erstens ist es möglich, dass veröffentlichte Angaben für über 65-jährige die Prävalenz von Hörverlust im höchsten Alter unterschätzen. Zweitens kann nicht ausgeschlossen werden, dass Umgebunggeräusche während der audiometrischen Untersuchung weniger gut abgeschirmt wurden als in vergleichbaren Untersuchungen und dass dieser Umstand die Schwellen-

werte um einen gewissen Betrag (wahrscheinlich etwa 10 dB) erhöht hat.

Trotz dieser Einschränkungen spiegeln die BASE-Daten Muster wider, die in der Literatur häufig berichtet wurden. Aus dieser Literatur geht hervor, dass ziemlich frühzeitig (ab dem 20. Lebensjahr) ein symmetrischer (beide Ohren betreffender) Verlust des Gehörs für hohe Töne einsetzt, der mit unterschiedlicher Geschwindigkeit zunimmt (für einen Überblick siehe Olsho, Harkins & Lenhardt, 1985; Willott, 1991). Dies führt zu einem typischen Muster der auditorischen Einbußen: Je höher die Tonfrequenz, desto schwerer der Hörverlust. Klinisch signifikanter Hörverlust (definiert als 30 dB unter der 0–15 dB Hörschwelle des nicht beeinträchtigten Gehörs<sup>2</sup>) wird bei ungefähr 30% der über 65-jährigen Männer beobachtet (z. B. Bess, Lichtenstein, Logan, Burger & Nelson, 1989). Auch Corbin und Eastwood (1986) berichten, dass Hörverlust von 25–35 dB im sprachlichen Frequenzbereich und von 45–50 dB bei den hohen Frequenzen bei 80-jährigen als „normal“ angesehen wird, obwohl dies bei 40-jährigen als klinisch signifikante Einbuße gilt. Es ist auch wichtig, darauf hinzuweisen, dass Reinton-Audiometrie funktionelle Beeinträchtigungen des Gehörs im Alltag eher unterschätzt. Mit dem Alter assoziierte Einschränkungen des Sprachverständnisses sind beispielsweise häufig schwerwiegender, als audiometrisch gemessene Reinton-Hörschwellen im sprachlichen Frequenzbereich (0,5–2 kHz) vermuten lassen (für einen Überblick siehe Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988). Im Alter treten auch zunehmend Probleme wie Tinnitus (Ohrenklingen) und funktionelle Defizite wie Verlangsamung der Reizverarbeitung auf, die sich als Beschränkung des Verständnisses verzerrter Sprache äußern kann (z. B. beim Telefonieren; Bess et al., 1989).

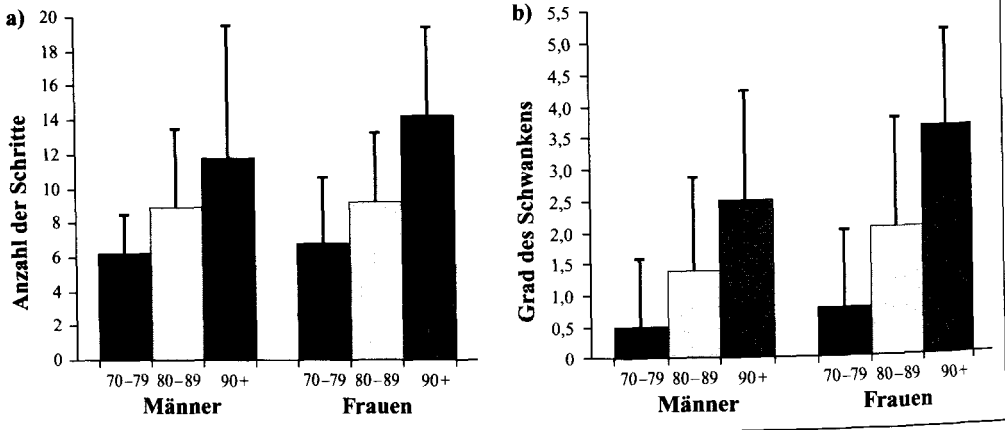
### 2.1.3 Altersunterschiede im Gleichgewicht/Gang

Viele Übersichtsarbeiten zu Veränderungen der sensorischen Funktionsfähigkeit im Alter gehen nicht auf das Gleichgewicht ein (vgl. aber Corso, 1981), weil es nicht unter die „großen fünf“ Sinne fällt (Hören, Sehen, Tasten, Schmecken und Riechen)<sup>3</sup>. Gleichgewicht/Gang ist ein Sinn „höherer Ordnung“,

<sup>2</sup> In der Literatur werden unterschiedliche Kriterien der Beeinträchtigung des Gehörs verwendet. Nach der World Health Organization (WHO, 1980) ist eine Hörschwelle von 0–15 dB als „normal“ anzusehen. Von leichter Beeinträchtigung wird jedoch erst ab 25 dB gesprochen. Weiter unten wird näher auf die Schwierigkeiten der Setzung solch altersunabhängiger Schwellen eingegangen.

<sup>3</sup> Obwohl wir im ganzen Kapitel sensorische Funktionsfähigkeit betonen, ist es wichtig, darauf hinzuweisen, dass das Gleichgewicht auch eine motorische Komponente hat, die wir auch durch die gewählte Bezeichnung Gleichgewicht/Gang hervorzuheben versuchen. Es ist denkbar, dass dort, wo Gleichgewicht/Gang eine spezifische prädiktive Wirkung auf andere Variablen ausübt (siehe weiter unten), diese spezifische Varianz vor allem der Motorik zuzuschreiben ist.

Abbildung 4: Ungewichtete Mittelwerte und Standardabweichungen der Leistungen in Tests des Gleichgewichts/Gangs nach Altersgruppe und Geschlecht. a) Anzahl der für eine schnelle Drehung um 360° benötigten Schritte. b) Romberg-Versuch; Beurteilung des Schwankens auf einer sechsstufigen Skala.



denn die Aufrechterhaltung der Orientierung im Raum erfordert die Integration von Informationen aus vielen sensorischen Kanälen. So sind kohärente okulare, vestibuläre, propriozeptive und akustische Informationen sowie auch motorische Koordination erforderlich, um den Eindruck stabilen Gleichgewichts (und Gangs) zu erlangen (für einen Überblick siehe Mhoo, 1990). Tatsächlich haben viele Untersuchungen ergeben, dass sensorische Einbußen, insbesondere des Sehvermögens, wichtige Vorläufer von Problemen beim Gleichgewicht/Gang darstellen (Lord, Clark & Webster, 1991; Manchester, Woollacott, Zederbauer-Hylton & Marin, 1989).

Ein Großteil der Forschung zu Beeinträchtigungen von Gleichgewicht/Gang steht in Zusammenhang mit Untersuchungen zu Prävalenz, Prädiktoren und Vermeidung von Stürzen älterer Menschen. Schätzungen gehen davon aus, dass zwischen einem Drittel und der Hälfte aller über 65jährigen pro Jahr stürzt (Exton-Smith, 1977; Gryfe, Amies & Ashley, 1977; Horak, Shupert & Mirka, 1989; Isaacs, 1985). Umfragedaten ergeben auch, dass steigende Anteile der über 65jährigen subjektive Schwierigkeiten mit der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts angeben (Gerson, Jarjoura & McCord, 1989; Ödkvist, Malmberg & Möller, 1989). Gemäß einer Zusammenfassung verschiedener Untersuchungen leiden ungefähr 60% der über 65jährigen Frauen und 30% der Männer unter Schwindelanfällen (Haid, 1993).

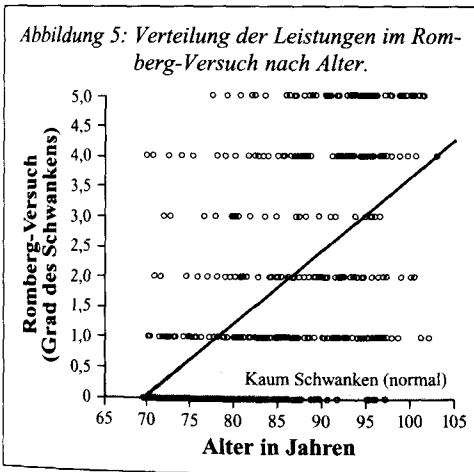
In BASE wurde ein klinischer Beurteilungsansatz nach Tinetti (1986) gewählt (siehe M. M. Baltes,

Mayr, Borchelt, Maas & Wilms, 1993; Borchelt & Steinhagen-Thiessen, 1992; Lindenberg & Baltes, 1994; Steinhagen-Thiessen & Borchelt, 1993, für nähere Einzelheiten). In diesem Kapitel nutzen wir zwei Instrumente:

1. Beim *Romberg-Versuch* wurden die Teilnehmer aufgefordert, bei geschlossenen Augen mit nach vorne ausgestreckten Armen, nach oben gewandten Handflächen und geschlossenen Beinen ungefähr eine Minute lang still zu stehen. Der Grad des Schwankens wurde von dem untersuchenden Arzt in einer der Sitzungen der Forschungseinheit Innere Medizin/Geriatrie auf einer sechsstufigen Skala beurteilt (siehe Steinhagen-Thiessen & Borchelt, Kapitel 7).
2. Bei der *Drehung um 360°* wurden die Teilnehmer gebeten, sich so schnell und sicher wie möglich um 360° zu drehen. Die Anzahl der dazu benötigten Schritte wurde wieder durch den untersuchenden Arzt festgehalten.

Abbildung 4 zeigt die Alters- und Geschlechtsverteilungen der beiden in BASE eingesetzten Beurteilungen von Gleichgewicht/Gang. Bei beiden Maßen gab es wie beim Gehör und Sehvermögen signifikante Haupteffekte von Alter und Geschlecht ( $p < 0,01$ ). Zunehmendes Alter war mit größeren Schwierigkeiten assoziiert (vermehrtes Schwanken bzw. mehr Schritte), und Frauen zeigten schlechtere Leistungen als Männer. Abbildung 5 zeigt die Verteilung der Leistungen beim Romberg-Versuch. Hier sind über alle Altersgruppen Personen zu finden, die





bei dieser Aufgabe nicht schwankten. Allerdings ist in dem Diagramm auch zu sehen, dass der Anteil der Personen, die den höchsten Grad des Schwankens aufwiesen (Stufe 4) oder die Aufgabe nicht ausführen konnten (Stufe 5), im höheren Alter zunehmend größer wird.

## 2.2 Verteilungen sensorischer Beeinträchtigungen

Welche Folgen haben diese Mittelwertverteilungen für die Prävalenz schwerwiegender sensorischer Beeinträchtigungen? Obwohl die Schätzung von Beeinträchtigungsraten nicht problemlos ist<sup>4</sup>, geben wir aus zwei Gründen solche Zahlen an. Erstens erleichtert die Angabe solcher Raten den Vergleich mit anderen Studien, da ein Großteil der Literatur zur Alterung sensorischer Systeme ebenfalls solche Zahlen nennt. Zweitens liefert die Verwendung von Schwellenwerten sensorischer Beeinträchtigung Information über die Anteile der Menschen in den Altersgruppen und verhilft zu einem konkreteren Verständnis der Spanne und des Niveaus individueller Leistungsfähigkeit in der Sensorik unter alten und sehr alten Menschen. Wir stellen nur die Beeinträchtigungsraten für Seh-

vermögen und Gehör dar, weil es noch keine gültigen Beeinträchtigungskriterien für die klinischen Maße von Gleichgewicht/Gang, die in diesem Kapitel betrachtet werden, gibt. Für die weitere Diskussion dieser Maße im Zusammenhang mit Behinderung und Beeinträchtigung der Mobilität sei auf Kapitel 7 von Steinhagen-Thiessen und Borchelt verwiesen.

Obwohl die Klassifikation etwas willkürlich ist (Beeinträchtigungsraten hängen von dem angewandten System ab), stützen wir uns auf die „International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps“ der Weltgesundheitsorganisation (WHO, 1980). Dieses System ist weit verbreitet und differenziert zwischen verschiedenen Schweregraden sensorischer Beeinträchtigung.

Beim Sehvermögen betrachten wir vier Beeinträchtigungsniveaus, wobei wir uns hier auf den über beide Augen gemittelten Fernvisus beziehen (WHO, 1980). *Keine visuelle Beeinträchtigung* besteht bei einer Sehschärfe von 0,8 Snellen-Dezimalen und mehr. *Leichte visuelle Beeinträchtigung* ist bei einem Visus zwischen 0,8 und 0,3 Snellen-Dezimalen gegeben. *Mäßige visuelle Beeinträchtigung* bezieht sich auf einen Visus zwischen 0,3 und 0,12. *Schwere visuelle Beeinträchtigung* bis Blindheit umfasst alle Menschen mit einem Fernvisus unter 0,12.

Beim Gehör betrachten wir wieder vier Beeinträchtigungsniveaus, über beide Ohren gemittelt. Menschen mit *normalem Gehör* sind diejenigen mit Gehör für Sprachbereichsfrequenzen (0,5, 1,0 und 2,0 kHz) zwischen 0 und 25 dB. *Leichte Beeinträchtigung* beschreibt diejenigen mit Gehör im Sprachbereich zwischen 26 und 40 dB. *Mäßige Beeinträchtigung* betrifft Personen mit Gehör im Sprachbereich zwischen 41 und 55 dB. Alle anderen Menschen (mit Hörschwellen für diese drei Frequenzen von 56 dB und mehr) werden als *schwer bis schwerst beeinträchtigt* klassifiziert.

In Tabelle 1 sind die sich ergebenden Beeinträchtigungsraten für die gesamte Stichprobe und für die drei Altersjahrzehnte in BASE (70–79, 80–89, 90+ Jahre) dargestellt. Zusätzlich sind sowohl *ungewichtete* (die die Beeinträchtigungsraten in unserer Stich-

<sup>4</sup> Einige Punkte zur Beeinträchtigungsklassifikation in diesem Kapitel sind zu klären. Erstens sind solche Einteilungen im wesentlichen willkürlich und potentiell gefährlich, weil sie nicht berücksichtigen, dass es an einem gesetzten Schwellenniveau des Gehörs oder des Sehvermögens eine große Bandbreite individueller Kompetenz gibt und Menschen sehr unterschiedliche Arten des kompensierenden Umgangs mit ihren Beeinträchtigungen nutzen können. Zweitens variieren Beeinträchtigungsraten in Abhängigkeit von dem eingesetzten Klassifikationssystem. Drittens sind die im folgenden diskutierten Klassifikationen nicht spezifisch für ältere Menschen genormt. Daraus folgt, dass diese Kriterien bei normalen altersabhängigen Einbußen des Gehörs und des Sehvermögens zur Bestimmung besonders vieler „beeinträchtigter“ älterer Menschen im Vergleich zu jüngeren Altersgruppen führen wird. Diese Beeinträchtigungskriterien sagen daher etwas über die Funktionsfähigkeit im Verhältnis zu einem normativen altersinvarianten Grundniveau aus. Sie sagen nichts darüber aus, wie Menschen „für ihr Alter“ sehen oder hören. Viertens sagen diese Raten nichts über korrigierte versus unkorrigierte Beeinträchtigungen und nichts über ihre möglichen Ursachen aus (es ist daraus beispielsweise nicht abzuleiten, ob die gefundenen Beeinträchtigungsraten auf primäre oder intrinsische Altersprozesse oder auch auf altersabhängige Auswirkungen auf das Sehvermögen und das Gehör, die sich aus kumulativen Umwelttrisiken wie Medikation, akustische oder optische Traumen usw. ergeben, zurückzuführen sind).

Tabelle 1: Verteilung des Seh- und Hörvermögens nach Alter (Klassifikation nach WHO, 1980).

Fernvisus (in Snellen-Dezimalen)		Beeinträchtigung			
		Keine (0,8 oder besser)	Leichte (0,3–0,8)	Mäßige (0,12–0,3)	Schwere (unter 0,12)
<b>Alle</b>	ungewichtet	0,6%	48,3%	38,0%	13,2%
	gewichtet	0,5%	63,2%	29,3%	7,0%
<b>70–79</b>	ungewichtet	1,2%	77,3%	18,0%	3,5%
	gewichtet	0,7%	79,6%	16,3%	3,4%
<b>80–89</b>	ungewichtet	0,0%	48,3%	42,4%	9,3%
	gewichtet	0,0%	48,2%	44,0%	7,8%
<b>90+</b>	ungewichtet	0,0%	19,8%	53,5%	26,7%
	gewichtet	0,0%	19,8%	47,3%	32,9%

Gehör (Hörschwellen in Sprachfrequenzen)		Beeinträchtigung			
		Keine (0–25 dB)	Leichte (26–40 dB)	Mäßige (41–55 dB)	Schwere (56 dB und mehr)
<b>Alle</b>	ungewichtet	3,7%	23,8%	33,1%	39,3%
	gewichtet	5,1%	33,5%	35,8%	25,6%
<b>70–79</b>	ungewichtet	9,3%	43,0%	33,7%	14,0%
	gewichtet	8,4%	42,4%	35,7%	13,4%
<b>80–89</b>	ungewichtet	1,2%	22,7%	39,5%	36,6%
	gewichtet	1,5%	25,7%	37,5%	35,2%
<b>90+</b>	ungewichtet	0,6%	5,8%	26,2%	67,4%
	gewichtet	0,3%	6,8%	24,2%	68,6%

probe angeben) als auch *gewichtete* Beeinträchtigungsraten (die die Überrepräsentation der sehr Alten und der Männer in BASE ausgleichen) aufgeführt. Das Gewichtungsverfahren, die konzeptuellen Grundlagen der Gewichtung und ihre Implikationen für die Interpretation werden im einzelnen in Kapitel 1 von P. B. Baltes et al. diskutiert.

Die gewichteten Beeinträchtigungsverteilungen des Sehvermögens spiegeln die bereits diskutierten Altersmuster. Wie Tabelle 1 zeigt, hatten über alle in BASE betrachteten Altersgruppen hinweg wenige Personen in der Westberliner Altenpopulation einen Fernvisus, der als „nicht beeinträchtigt“ (nach Normierung an jüngeren Erwachsenen) klassifiziert werden könnte. Allerdings wiesen 80% der 70- bis 79jährigen nur leichte Beeinträchtigung auf. Dies steht im Gegensatz zu den 80- bis 89jährigen, bei denen etwas weniger als die Hälfte mäßig beeinträchtigtes Sehvermögen hatte. Unter den 90jährigen und Älte-

ren hatte etwas mehr als die Hälfte mäßig beeinträchtigtes Sehvermögen, und ein Viertel bis ein Drittel war schwer beeinträchtigt oder blind.

Tabelle 1 zeigt auch die Beeinträchtigungsraten für das Gehör in den Sprachbereichsfrequenzen. Das Gesamtbild ähnelt demjenigen beim Fernvisus. Über alle Altersgruppen hatten weniger als 10% „normales“ Gehör (nach Normierung an jüngeren Erwachsenen). Die Hälfte der 70- bis 79jährigen war nur leicht beeinträchtigt. Zwei Drittel der 80- bis 89jährigen waren gleichmäßig auf mäßige und schwere Beeinträchtigung des Gehörs verteilt. Volle zwei Drittel der 90jährigen und Älteren in der Bevölkerung waren von schwerer oder schwerster Beeinträchtigung des Gehörs betroffen.

Das Bild, das sich aus diesen Daten ergibt, ist eines der sehr hohen Prävalenz von Beeinträchtigungen mit zunehmendem Alter. In den ältesten Gruppen waren fast alle untersuchten Personen von

Tabelle 2: Zusammenhänge zwischen dem Alter und den aggregierten Leistungen des Gehörs, des Sehvermögens und des Gleichgewichts/Gangs.

	Alter	Gehör	Sehschärfe	Gleichgewicht/Gang
Alter	1,00			
Gehör	-0,57	1,00		
Sehschärfe	-0,56	0,43	1,00	
Gleichgewicht/Gang	-0,64	0,45	0,49	1,00

klinisch signifikanter Beeinträchtigung des Gehörs oder des Sehvermögens betroffen.

Wie oben erwähnt, sind die meisten aus der Literatur bekannten Prävalenzangaben für Einbußen des Sehvermögens und des Gehörs bei alten Menschen (z. B. Davis, 1983) niedriger. Allerdings haben wenige Untersuchungen eine so heterogene Teilnehmergruppe wie BASE zur Verfügung gehabt, sowohl hinsichtlich des Alters als auch hinsichtlich der Wohnsituation. Viele Studien untersuchten alte Menschen auch nicht in ihren Alltagsumgebungen.

Die nach Modalitäten getrennte Betrachtung von Beeinträchtigungen verstellt den Blick auf eine der wesentlichen Charakteristiken des hohen Alters: Multimorbidität (z. B. Fries, 1990; vgl. Steinhagen-Thiessen & Borchelt, Kapitel 7; Borchelt et al., Kapitel 18 in diesem Band). Es ist argumentiert worden, dass das hohe Alter wegen der vielen zu bewältigenden Verluste und Herausforderungen eine Lebensphase besonderen Risikos darstellt (z. B. P. B. Baltes & Baltes, 1990). In der Tat gibt es auch für Gehör und Sehvermögen gemäß den Korrelationen zwischen diesen beiden Bereichen (siehe unten) Hinweise darauf, dass multiple Beeinträchtigungen im untersuchten Altersbereich weit verbreitet sind.

42% der Stichprobe (gewichtet: 25%) wurden als zumindest mäßig in beiden Modalitäten beeinträchtigt klassifiziert (d. h. mäßige unkorrigierte Gehörsbeeinträchtigung in Sprachbereichsfrequenzen und mäßige Beeinträchtigung des korrigierten Fernvisus). Bei Betrachtung der Beeinträchtigung von Gehör, Sehvermögen oder beidem wurden 79% (gewichtet: 68%) als beeinträchtigt beurteilt. Nach Altersjahrzehnt aufgeteilt waren 11% der 70- bis 79jährigen (gewichtet: 10%) als in beiden Sinnesmodalitäten und 53% (gewichtet: 53%) als in mindestens einer Modalität beeinträchtigt anzusehen. 41% der 80- bis 89jährigen (gewichtet: 39%) waren in beiden Modalitäten beeinträchtigt und 86% (gewichtet: 85%) in mindestens einer. Schließlich waren 74% der 90jährigen und Älteren (gewichtet: 73%) in beiden Modalitäten und

99% (gewichtet: 99%) in Gehör oder Sehvermögen beeinträchtigt. Sensorische Behinderungsraten, insbesondere multiple Beeinträchtigungen, waren also sehr verbreitet. Bei den ältesten Teilnehmern scheint die Beeinträchtigung von Gehör und Sehvermögen zu einem universellen Phänomen geworden zu sein.

Unter statistischen Gesichtspunkten betrachtet, zeigen diese Kreuzklassifikationen zwar eine hohe Korrelation zwischen Sehvermögen und Gehör in dieser Stichprobe. Gleichzeitig gibt es aber keine Interaktion von Gehör und Sehvermögen: Die gleichzeitige Beeinträchtigung der beiden Modalitäten tritt nicht häufiger oder seltener auf, als es nach ihren einzelnen Auftretenswahrscheinlichkeiten zu erwarten wäre. Dabei ist der hohe Anteil der Menschen im höchsten Alter, die durch multiple Beeinträchtigungen betroffen sind, auffällig und weist auf die starken Zusammenhänge unter den sensorischen Funktionsfähigkeiten in den verschiedenen Modalitäten bei diesen alten und sehr alten Personen hin. Tabelle 2 stellt die bivariaten Pearsonschen Produkt-Moment-Korrelationen von Gehör, Sehvermögen, Gleichgewicht/Gang und chronologischem Alter in der BASE-Stichprobe dar. Den drei Sinnessystemen ist ungefähr 25% ihrer Varianz gemeinsam, und die Funktionsfähigkeit in jeder Modalität hängt eng mit chronologischem Alter zusammen.

**2.3 Erkrankungen und Beeinträchtigungen des auditorischen und des visuellen Systems**

Bisher haben wir die Verteilungsmuster „normaler“ sensorischer Alterung hervorgehoben. Eine der Stärken von BASE ist jedoch der reichhaltige klinische Datensatz aus den Untersuchungen der BASE-Teilnehmer durch Ärzte. In diesem Abschnitt betrachten wir kurz auch pathologische Befunde, die das visuelle und auditorische System bei BASE-Teilnehmern beeinträchtigten. Dabei ist es aber wichtig, darauf hinzuweisen, dass diese diagnostischen Informatio-

nen aus der Anamnese des Teilnehmers stammen und nicht den gleichen Stellenwert wie die fachärztlichen ophthalmologischen und otologischen Untersuchungen haben, die in einigen Studien berücksichtigt werden konnten.

### 2.3.1 Erkrankungen des visuellen Systems

Den meisten visuellen Störungen im hohen Alter liegen drei große Gruppen von Veränderungen zugrunde. Die erste Gruppe umfasst *normale periphere* Veränderungen der Linse und des optischen Apparates, die sich beispielsweise in der Presbyopie (die sogenannte Altersweitsichtigkeit, bei der normale altersbedingte Einschränkungen der Faserelastizität die Akkommodationsfähigkeit beeinträchtigen, d. h. die Fähigkeit zur Veränderung der Linsenform, um ein nahes Objekt auf der Netzhaut [Retina] scharf abbilden zu können) und in der Trübung der optischen Medien äußern (die Extremform der Trübung der Linse ist die senile Katarakt [grauer Star]). *Normale zentrale Veränderungen* betreffen Gehirnareale, in denen die visuellen Reize verarbeitet werden. Dort (wie auch in anderen Gehirnarealen) treten im Alter Verlust von Nervenzellen (Neuronen), Degeneration von neuronalen Fortsätzen, Veränderungen der Freisetzung von Neurotransmittern (Botenstoffe), synaptische Degeneration sowie auch Ansammlungen von Pigmenten (wie Lipofuszin) in Neuronen auf (Brody, 1955), die zusammen verschiedene funktionelle visuelle Defizite verursachen können. Die wesentlichen Konsequenzen zentralnervöser Veränderungen (zusammen mit peripheren neuronalen Veränderungen der Netzhaut) umfassen (1) Verluste der Kontrastempfindlichkeit und Sehschärfe, (2) der zeitlichen Reizauflösung, (3) der Farbdiskrimination, (4) der Dunkeladaptation, (5) Einschränkungen des Gesichtsfelds und (6) Beeinträchtigungen der Stereopsis (des räumlichen Sehvermögens) (vgl. Owsley & Sloane, 1990; Weale, 1989). Schließlich spielen altersbedingte Zunahmen von *Erkrankungen* des Auges und seiner Anhangsorgane eine wichtige Rolle. So sind beispielsweise gemäß der Framingham Eye Study (Leibowitz et al., 1980) senile Katarakt, Glaukom (grüner Star) und Netzhautdegeneration wie diabetische Retinopathie und senile Makuladegeneration die vier häufigsten schweren Erkrankungen des visuellen Systems im Alter. Sie betreffen ungefähr 19% der 65- bis 74-jährigen und fast 50% der 75-jährigen und Älteren.

Die Ursachen dieser normalen und pathologischen altersbedingten Veränderungen sind sowohl genetischen

als auch Umwelteinflüssen zuzuschreiben. Ein Umwelteinfluss, der insbesondere mit der Bildung von Katarakten und Netzhautdegeneration in Zusammenhang gebracht wird, ist die häufige Einwirkung von ultraviolettem Licht (z. B. Hiller, Giacometti & Yuen, 1977; Werner, Steele & Pfoff, 1989).

Die Häufigkeit diagnostizierbarer Erkrankungen des visuellen Systems in der BASE-Stichprobe steht im Einklang mit den Ergebnissen früherer Studien. Bei Betrachtung aller ophthalmologischer Diagnosen (einschließlich unspezifischer altersbedingter Diagnosen wie Presbyopie) hatten 452 Teilnehmer (88%) eine nach ICD-9 (1988) klassifizierbare Diagnose. Wenn nur spezifische Diagnosen (wie Katarakte, Glaukom, Netzhautschäden) betrachtet wurden, war immer noch eine relativ hohe Zahl der BASE-Teilnehmer (N=241; 47%) betroffen. Tabelle 3 zeigt die Anteile der BASE-Teilnehmer mit wichtigen visuellen Diagnosen nach ICD-9. Es ist wichtig, noch einmal darauf hinzuweisen, dass es sich hierbei im wesentlichen um Diagnosen nach Berichten der Studienteilnehmer handelt, die durch die BASE-Ärzte während einer internistischen Untersuchung erfragt wurden; ausführliche ophthalmologische Untersuchungen waren nicht möglich. Wie Tabelle 3 zeigt, fanden sich unter den häufigsten Diagnosen zwar Glaukom und Katarakt, einfache Diagnosen geringen Sehvermögens waren aber auch sehr verbreitet.

### 2.3.2 Erkrankungen und Beeinträchtigungen des auditorischen Systems

Wie beim visuellen System können Ursachen des altersbedingten Hörverlustes in *periphere* Störungen der Schalleitung sowie der primären Reizverarbeitung und -weiterleitung im Innenohr (sensorineurale Störungen) und *zentrale* Beeinträchtigungen der Reizweiterverarbeitung aufgeteilt werden. Mechanische Behinderungen der Schalleitung können altersbedingt sein (z. B. Arthrose der Gehörknöchelchen; Corso, 1981). Die verbreiteteren Alterungserscheinungen an Rezeptoren und weiterleitenden Neuronen, die sich als sensorineuraler Hörverlust äußern, werden überproportional häufig bei Männern gefunden. Hierbei ist das Gehör für hochfrequente Töne am meisten betroffen (die Rezeptoren für hohe Töne befinden sich am basalen Ende der Kochlea [Schnecke], wo alle Schallwellen, auch diejenigen mit niedriger Frequenz, in das Innenohr eintreten). Da Männer häufig im Rahmen ihres Berufslebens einer hohen Lärmbelastung ausgesetzt wurden, ist in der Literatur gro-

Tabelle 3: Diagnosen visueller Beeinträchtigung in BASE; Anzahl der betroffenen Studienteilnehmer; ungewichtete Prävalenz; nach Geschlecht und Alter gewichtete Prävalenz.

Diagnose nach ICD-9	N	%	gewichtet %
<b>Netzhautaffektionen</b>			
Netzhautablösung mit Netzhautdefekt	2	0,4	0,4
NNB (nicht näher bezeichnete) Netzhautablösung	3	0,6	0,8
Sonstige Retinopathien (nicht diabetisch)	2	0,4	0,4
Gefäßverschluss der Retina	3	0,6	1,0
Makuladegeneration	2	0,4	0,9
<b>Glaukom</b>			
NNB Glaukom	27	5,2	6,2
<b>Katarakt</b>			
Senile Katarakt	9	1,7	1,2
Katarakt mit anderen Affektionen	3	0,6	0,6
NNB Katarakt	60	11,6	12,6
<b>Refraktionsanomalien und Störungen der Akkommodation</b>			
Astigmatismus	3	0,6	0,7
Presbyopie	50	9,7	10,5
Störungen der Akkommodation	1	0,2	0,5
NNB Refraktionsanomalien und Störungen der Akkommodation	5	1,0	1,0
<b>Sehstörungen</b>			
Amblyopie	1	0,2	0,0
Diplopie	1	0,2	0,0
Gesichtsfelddefekte	3	0,6	0,5
NNB Sehstörungen	1	0,2	0,1
<b>Blindheit und geringes Sehvermögen</b>			
Blindheit, beide Augen	59	11,4	7,9
Blindheit, ein Auge, geringes Sehvermögen des anderen Auges	17	3,3	3,4
Geringes Sehvermögen, beide Augen	219	42,4	42,2
Blindheit, ein Auge	19	3,7	3,4
Geringes Sehvermögen, ein Auge	29	5,6	6,2
NNB Sehverlust	1	0,2	0,1
<b>Keratitis</b>			
NNB Keratokonjunktivitis	7	1,4	0,8
<b>Affektionen der Konjunktiva</b>			
Akute Konjunktivitis	3	0,6	0,4
Chronische Konjunktivitis	1	0,2	0,5
Konjunktivale Gefäßaffektion	1	0,2	0,5
<b>Affektionen des Augenlides</b>			
Entropium und Trichiasis	1	0,2	0,0
Ptosis	2	0,4	0,5
<b>Affektionen des Tränenapparates</b>			
Epiphora	1	0,2	0,5
Tränenwegsinsuffizienz	1	0,2	0,2
<b>Affektionen des Sehnerven und der Sehnervenbahnen</b>			
Sehnervenatrophie	1	0,2	0,3
<b>Strabismus und sonstige Störungen der Augenmotilität</b>			
Strabismus concomitans convergens	2	0,4	0,2
Mechanischer Strabismus	1	0,2	0,0
NNB Strabismus	1	0,2	0,2

Tabelle 4: Diagnosen von Beeinträchtigungen des Ohres und des Gehörs in BASE; Anzahl der betroffenen Studienteilnehmer; ungewichtete Prävalenz; nach Geschlecht und Alter gewichtete Prävalenz.

Diagnosen nach ICD-9	N	%	gewichtet %
<b>Beeinträchtigung des äußeren Ohres</b>			
Festsitzendes Cerumen	2	0,4	0,4
Nicht näher bezeichnete (NNB) Affektionen des äußeren Ohres	1	0,2	0,5
<b>Eitrige und NNB Otitis media</b>			
NNB chronische eitrige Otitis media	1	0,2	0,2
NNB Otitis media	2	0,4	0,8
<b>Affektionen des Trommelfelles</b>			
Akute Myringitis	1	0,2	0,2
Trommelfellperforation	2	0,4	0,3
<b>Otosklerose</b>			
NNB Otosklerose	2	0,4	0,2
<b>Sonstige Affektionen des Ohres</b>			
Degenerative und vaskuläre Affektionen des Ohres	324	62,8	56,6
Geräuscheinwirkung auf das innere Ohr	1	0,2	0,0
Tinnitus	9	1,7	2,4
Affektionen des Hörnerven	1	0,2	0,2
Otorrhoe	1	0,2	0,2
Otalgie	1	0,2	0,3
NNB Affektionen des Ohres	1	0,2	0,2
<b>Taubheit</b>			
Mittel- und Innenohrschwerhörigkeit	142	27,5	30,4
NNB Taubheit	51	9,9	13,1

ßes Gewicht auf die Bedeutung des Lärms als umweltbedingtem Risikofaktor gelegt worden (z.B. Corso, 1992; Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, 1992; Irion, Roßner & Lazarus, 1983; Lazarus, Irion, Pfeiffer & Albert, 1986). Des weiteren sind genetische Prädisposition, Hypertonie (Bluthochdruck) und Arteriosklerose als wichtige Risikofaktoren für Presbyakusis (altersassoziierter symmetrischer Hörverlust von 45 dB und mehr im Bereich der Sprachfrequenzen) bestimmt worden (Corso, 1987; Mhoon, 1990). Obwohl in BASE auch Informationen über die Berufs-, Kranken- und Familiengeschichte der Teilnehmer vorliegen, sind weder spezifische Bewertungen der im Laufe des Lebens erfahrenen Lärmbelastung noch genaue Informationen zur familiären Vorgeschichte in Bezug auf Hörverlust vorhanden. Hinsichtlich zentraler Veränderungen ist aus der Literatur bekannt, dass, wie zuvor für das visuelle System erwähnt, auch in den Gehirnanalen, die auditorische Signale weiterverarbeiten, altersbedingte neuronale Degenerationserscheinungen nachweisbar sind, die funktionelle Beeinträchtigungen wie die oben erwähnten Sprachverständnis-

störungen bewirken können (siehe Bergman, 1983; Corso, 1981).

In BASE ergaben die medizinischen Anamnesen der Studienteilnehmer (wie beim visuellen System) eine große Bandbreite und ziemlich hohe Prävalenz selbstberichteter Erkrankungen des auditorischen Systems. Im Vergleich zu den Befunden beim visuellen System hatten allerdings sehr viel weniger Teilnehmer eine spezifische auditorische Diagnose. Obwohl 477 Teilnehmer (92%) ein diagnostiziertes auditorisches Problem hatten, handelte es sich bei ihnen häufig um Angaben unspezifischer Alterserscheinungen, wie unter „degenerative und vaskuläre Affektionen des Ohres“ zusammengefasst. Wenn nur spezifische Diagnosen (wie Otorrhoe, Tinnitus oder Trommelfellperforation) betrachtet wurden, hatten 71 Teilnehmer (14%) eine diagnostizierte auditorische Erkrankung. Tabelle 4 listet die im Rahmen der ärztlichen Anamnese aus den Berichten der BASE-Teilnehmer erfassten Diagnosen. Wie zu sehen, scheinen verhältnismäßig wenige spezifische Erkrankungen mit altersbedingtem Hörverlust in Zusammenhang zu stehen.

#### 2.4 Gebrauch von kompensierenden Hilfsmitteln und operativen Eingriffen zur Verbesserung des Gehörs und des Sehvermögens

Nachdem wir Grundinformationen zu Verteilungsmustern der sensorischen Alterung, Beeinträchtigungen und pathologischen Befunden in BASE vorgestellt haben, bleibt als wichtiges Interessensgebiet vieler Gerontologen das Ausmaß der Kompensation sensorischer Verluste (Corso, 1984). In diesem Abschnitt betrachten wir kurz die Angaben zu Hörgeräten und korrigierenden Gläsern, wobei zu beachten ist, dass diese Daten wieder aus den Berichten der Teilnehmer im Rahmen der medizinischen Anamnese stammen. Wir betrachten auch den Anteil der Teilnehmer, die mindestens eine Operation zur Exzision von Katarakten angaben. Hier ist allerdings darauf hinzuweisen, dass diese Daten nichts darüber aussagen, ob korrigierende Hilfsmittel oder Eingriffe adäquat verordnet wurden oder wie oft die Hilfsmittel benutzt wurden. Dies ist deshalb wichtig, weil es aus der Literatur Hinweise darauf gibt, dass ältere Menschen nicht die bestmögliche Korrektur erhalten. Reinstein und Mitarbeiter (1993) haben beispielsweise berichtet, dass 34% der älteren Menschen ein sofort verbesserbares Refraktionsproblem der Augen haben, das jedoch typischerweise unkorrigiert ist.

Trotz der hohen Prävalenz des Hörverlustes gaben nur 83 Studienteilnehmer (16%) an, mindestens ein Hörgerät zu haben. In Bezug auf korrigierende Gläser standen 494 Teilnehmern (96%) Lesebrillen zur Korrektur des Nahvisus und 388 Personen (75%) Brillen für die Ferne zur Verfügung. Hinsichtlich der Kataraktoperationen gaben 58 Teilnehmer (11%) an, mindestens einmal in den letzten 30 Jahren zur Entfernung einer Katarakt operiert worden zu sein. Viele dieser Teilnehmer berichteten, dass sie mehrfach operiert wurden (entweder an beiden Augen oder wiederholt an einem Auge). Viele der Operationen fanden in den letzten vier oder fünf Jahren vor der Teilnahme an BASE statt, und einige (unter 10%) ereigneten sich mindestens zehn Jahre vor der Befragung. Wir betrachteten hier allerdings keine Kataraktoperationen, die vor 1970 durchgeführt wurden<sup>5</sup>.

Gab es einen Hinweis darauf, dass die Personen mit einer Korrektur sie auch am meisten benötigten oder dass Hilfsmittel und Eingriffe tatsächlich mit verbesserter sensorischer Funktionsfähigkeit einhergingen? Um diese Fragen beantworten zu können, verglichen

wir jeweils den korrigierten Nah- und Fernvisus von Personen mit Brillen mit dem unkorrigierten Visus der Personen ohne Brillen. Tabelle 5 führt die quantitativen Befunde auf, die ergaben, dass Personen mit Brillen signifikant bessere Sehschärfe hatten. Ähnlicherweise verglichen wir den „besten“ Nah- und Fernvisus von Personen mit und ohne Kataraktoperationen. Hierbei ergaben sich, wie in Tabelle 5 zu sehen, keine signifikanten Unterschiede zwischen Teilnehmern mit und ohne Angaben einer Kataraktoperation. Daraus folgt, dass Personen, deren Katarakte entfernt wurden, in Bezug auf ihre Sehschärfe (im Vergleich zu den Personen, die nicht operiert wurden) weder bevorteilt noch benachteiligt waren, als sie in BASE untersucht wurden. Diese Daten stützen die Annahme, dass die Kataraktentfernung dazu führt, dass die operierten Personen ihr aufgrund des normalen nicht-pathologischen Alterungsprozesses zu erwartendes Sehvermögen wiedererlangen. Für eine empirische Absicherung dieser Vermutung werden allerdings intraindividuelle Verlaufsdaten benötigt, die das prä- und postoperative Sehvermögen erfassen.

Es war aus technischen Gründen nicht möglich, das korrigierte und unkorrigierte Gehör zu vergleichen. Es gab aber signifikante Unterschiede zwischen dem unkorrigierten Gehör von Personen mit und ohne Hörgeräten (siehe Tabelle 5): Teilnehmer mit Hörgeräten hatten signifikant schlechteres Gehör in den Frequenzen des Sprachbereichs.

Ein interessanter Befund besagt, dass Verfügbarkeit einer Brille nicht nur die mittlere Sehschärfe verbessert, sondern auch die Variabilität der visuellen Funktionsfähigkeit erhöht. Ohne Brillen waren die meisten Teilnehmer um das niedrigste Funktionsniveau gruppiert. Mit Brillen verteilten sie sich über ein breiteres Spektrum der visuellen Funktionsfähigkeit. Abbildung 6 stellt die Variationsbreite der Leistungsfähigkeit im Nahvisus (über beide Augen gemittelt) genauer dar. Einige Punkte sind bemerkenswert. Ein beträchtlicher Anteil der Studienteilnehmer hatte wegen Unterschreitung der Schwelle von 0,3 Snellen-Dezimalen (WHO, 1980) einen unkorrigierten Nahvisus, der mindestens als mäßig beeinträchtigt anzusehen ist. Der rechte Teil der Abbildung zeigt die positiven Auswirkungen von korrigierenden Gläsern, aber auch die Grenzen der Korrigierbarkeit. Offensichtlich verbessern Lesebrillen den durchschnittlichen Nahvisus (obwohl der Mittelwert immer noch unter einer WHO-Schwelle liegt

<sup>5</sup> Obwohl Gehhilfen mehr Beweglichkeits- als Gleichgewichtshilfen sind, sollten wir hier darauf hinweisen, dass mehr als ein Viertel der 70-jährigen und älteren Westberliner solche Hilfen nutzten. Wie in Tabelle 7 des Kapitels 7 (Steinhagen-Thiessen & Borchelt) zusammengestellt, benutzen über 20% einen Gehstock und 2–5% andere Gehhilfen.

Tabelle 5: Auswirkungen von Hilfsmitteln und operativen Verfahren auf Sehvermögen und Gehör; Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen.

	Teilnehmer mit Lesebrillen (N=494)		Teilnehmer ohne Lesebrillen (N=22)	T-Wert <sup>1</sup>	p
	ohne Brille	mit Brille			
Nahvisus (Snellen)					
linkes Auge	0,23 (0,17)	0,37 (0,23)	0,25 (0,19)	2,9	0,02
rechtes Auge	0,15 (0,17)	0,29 (0,22)	0,18 (0,17)	2,4	0,02
	Teilnehmer mit Fernbrillen (N=388)		Teilnehmer ohne Fernbrillen (N=128)	T-Wert <sup>1</sup>	p
	ohne Brille	mit Brille			
Fernvisus (Snellen)	0,19 (0,14)	0,33 (0,22)	0,24 (0,17)	4,3	<0,001
	Kataraktoperation (N=58)		Keine Kataraktoperation (N=458)	T-Wert <sup>2</sup>	p
Nahvisus (Snellen)					
linkes Auge	0,37 (0,25)		0,36 (0,23)	0,3	n.s. <sup>3</sup>
rechtes Auge	0,33 (0,27)		0,29 (0,21)	1,3	n.s.
Fernvisus (Snellen)	0,29 (0,15)		0,31 (0,21)	0,8	n.s.
	Teilnehmer mit Hörgerät (N=83)		Teilnehmer ohne Hörgerät (N=433)	T-Wert <sup>4</sup>	p
Unkorrigiertes Gehör im Sprachbereich (in dB)	67,6 (14,3)		48,1 (14,5)	11,3	<0,001

1 T-Werte beziehen sich auf den Vergleich des korrigierten Visus von Personen mit Brillen und des unkorrigierten Visus von Personen ohne Brillen.  
 2 T-Werte beziehen sich auf den Vergleich von korrigierter Sehschärfe zwischen Personen mit und ohne Kataraktoperation.  
 3 n.s. = nicht signifikant.  
 4 T-Werte beziehen sich auf den Vergleich des unkorrigierten Gehörs von Personen mit und ohne Hörgerät.

und damit die Sehschärfe im Mittel als beeinträchtigt zu klassifizieren ist), sie scheinen aber auch von differentieller Wirksamkeit in Bezug auf die Korrektur des Visus der Teilnehmer zu sein, so dass die Variabilität der Sehschärfe mit Korrektur größer ist als ohne. Diese Befunde gehen mit der Annahme einher, dass verschiedene Alterungsmechanismen (periphere, zentrale und pathologische Prozesse), die in verschiedenem Ausmaß durch korrigierende Gläser behebbar sind, die visuelle Funktionsfähigkeit beeinträchtigen.

Wichtig ist zu bemerken, dass die unterschiedlichen sensorischen Funktionsniveaus im Vergleich

von Personen mit und ohne Brillen bzw. zwischen Personen mit und ohne Hörgeräten nicht auf Altersunterschiede zwischen diesen Personengruppen zurückgeführt werden können. Das mittlere Alter der Besitzer von Hörgeräten (85,6 Jahre; Personen ohne Hörgerät: 84,8 Jahre), von Fernbrillen (85,8 Jahre; Personen ohne Fernbrille: 84,6 Jahre) und von Lesebrillen (83,9 Jahre; Personen ohne Lesebrille: 85,0 Jahre) unterschied sich jeweils nicht signifikant von dem mittleren Alter der Personen ohne diese Hilfsmittel. Auch nach statistischer Kontrolle des Alters blieben also die signifikanten Unterschiede der sen-



sonischen Funktionsfähigkeit zwischen Personen mit und ohne Fernbrillen bzw. mit und ohne Hörgeräten erhalten ( $p < 0,001$ ). Der kleine, aber signifikante Unterschied des Nahvisus von Personen mit und ohne Lesebrillen wurde jedoch durch statistische Kontrolle des Alters aufgehoben. Das mittlere Alter der Personen mit und ohne Kataraktoperationen (88,6 Jahre vs. 84,5 Jahre) unterschied sich signifikant. Auch bei einer statistischen Kontrolle des Altersunterschieds ergab sich kein signifikanter Visusunterschied zwischen den beiden Gruppen.

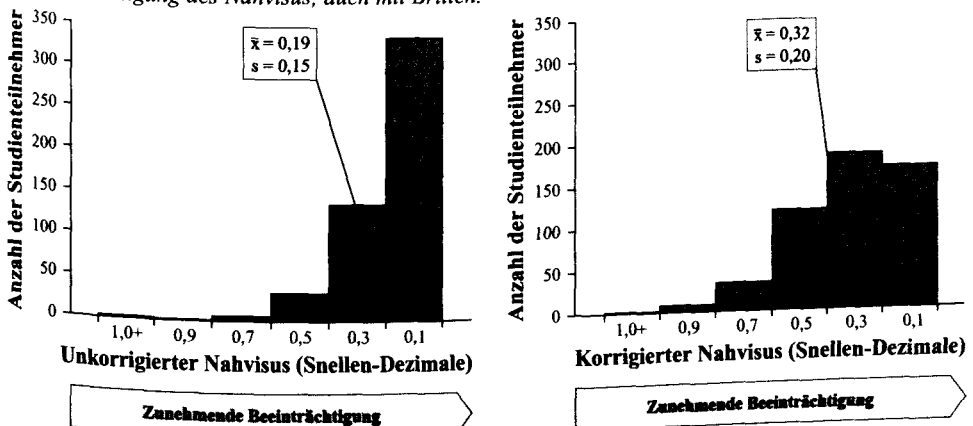
Insgesamt unterstützen diese Befunde die Annahmen, (a) dass Personen mit Hörgeräten schlechteres Gehör haben als ihre Altersgenossen, (b) dass Korrektur der Sehschärfe durch Brillen, wenn sie getragen werden, im allgemeinen zu einer Steigerung des (Nah- und Fern-)Visus führt, die eine Verbesserung gegenüber der eigenen unkorrigierten Sehschärfe sowie eine Verbesserung gegenüber der Sehschärfe der Altersgenossen ohne Korrektur darstellt, und (c) dass Personen mit einer Kataraktoperation (im Vergleich zu Altersgenossen ohne eine solche Operation) weder besonders verbesserte noch besonders beeinträchtigte Sehschärfe haben, wobei der fehlende Unterschied auch positiv zu interpretieren sein könnte.

### 3. Korrelate sensorischer Funktionsfähigkeit

Nachdem wir starke negative Altersveränderungen in Gehör, Sehvermögen und Gleichgewicht/Gang nachweisen konnten, wenden wir uns Fragen des differentiellen Alterns und der Betrachtung des Alterns als systemisches Phänomen zu. Können sensorische Variablen wirksam individuelle Unterschiede (altersabhängige und -unabhängige) im hohen Alter vorhersagen? Gibt es Hinweise darauf, dass die der sensorischen Alterung zugrundeliegenden Prozesse mit einem umfassenderen Alterungsprozess zusammenhängen, der außer der Sensorik auch andere Funktionsbereiche betrifft?

Die Literatur zu den Beziehungen zwischen sensorischer Funktionsfähigkeit und anderen Funktionsbereichen ist reichhaltig, und eine umfassende Darstellung würde den Umfang dieses Kapitels sprengen. Vorliegende Daten stützen die Annahme, dass sensorische Funktionsfähigkeit im hohen Alter (Gehör, Sehvermögen und Gleichgewicht/Gang) als signifikanter Prädiktor zahlreicher abhängiger Variablen anzusehen ist: für *intellektuelle und kognitive Leistungsfähigkeit* (für einen Überblick siehe P. B. Baltes & Lindenberger, 1995; Lindenberger & Baltes, 1994; siehe auch Teasdale et al., 1992), für *basale funktionelle Kompetenz und Freizeitgestaltung* (z. B. M. M. Baltes, Wilms & Horgas, 1996; Branch et al., 1989; Laforge, Spector & Sternberg, 1992), für *soziale Beziehungen* (z. B. Corso, 1987; Gilhorne

Abbildung 6: Korrigierter Visus weist mehr Variabilität und ein höheres Funktionsniveau auf als der unkorrigierte. Trotzdem fallen die meisten BASE-Teilnehmer unter eine Schwelle der Beeinträchtigung des Nahvisus, auch mit Brillen.



Herbst, 1983) sowie für *Merkmale des Selbst und der Persönlichkeit* (einschließlich Wohlbefinden; z. B. Bess et al., 1989). Die sensorische Funktionsfähigkeit hängt demnach mit einer Vielzahl von Konstrukten zusammen, die in der gerontologischen sowie in der Literatur zur Entwicklung über die gesamte Lebensspanne von zentraler Bedeutung sind.

Um den Zusammenhang zwischen Gehör, Sehvermögen und Gleichgewicht/Gang und ausgewählten abhängigen Variablen in BASE zu prüfen, stellten wir aggregierte Scores für die folgenden Funktionsbereiche zusammen:

1. *Kognitive Leistungsfähigkeit* (eine Aggregation von fünf in BASE beurteilten kognitiven Fähigkeiten; siehe Smith & Baltes, Kapitel 9; Reischies & Lindenberger, Kapitel 14),
2. *Basale Kompetenz* (selbstbeurteilte Hilfsbedürftigkeit bei Activities of Daily Living und Instrumental Activities of Daily Living [ADL/IADL]; Lawton & Brody, 1969; Mahoney & Barthel, 1965; siehe auch Steinhagen-Thiessen & Borchelt, Kapitel 7; M. M. Baltes et al., Kapitel 21),
3. *Erweiterte Kompetenz* (eine Aggregation der Nicht-ADL/IADL und der sozialen und Freizeitaktivitäten während eines typischen Tages [Yes-

- terday-Interview] sowie der Freizeitaktivitäten im letzten Jahr; siehe M. M. Baltes et al., Kapitel 21),
4. *Positive Offenheit* (eine Aggregation von positiver emotionaler Befindlichkeit, Extraversion und Offenheit; siehe Smith & Baltes, Kapitel 9; Clark & Watson, 1991; Watson & Clark, 1984),
  5. *Ängstlichkeit/Einsamkeit* (eine Aggregation von Neurotizismus, negativer emotionaler Befindlichkeit und emotionaler Einsamkeit; siehe Smith & Baltes, Kapitel 9; Clark & Watson, 1991; Watson & Clark, 1984),
  6. *Allgemeines subjektives Wohlbefinden* (der globale Wert aus der Philadelphia Geriatric Center Morale Scale [PGCMS]; Lawton, 1975; siehe Smith et al., Kapitel 20) und
  7. *Soziale Beziehungen* (Anzahl der sehr eng verbundenen, eng verbundenen und weniger eng verbundenen Personen im sozialen Netzwerk des Befragten; Kahn & Antonucci, 1980; siehe Smith & Baltes, Kapitel 9; M. Wagner et al., Kapitel 12).

Tabelle 6 stellt die Interkorrelationen von Alter, Gehör, Sehvermögen und Gleichgewicht/Gang mit jeder dieser Variablen dar. Die Ergebnisse legen mindestens zwei breite Generalisierungen nahe: Erstens war der Zusammenhang zwischen jeder sensorischen

Tabelle 6: Bivariate Korrelationen zwischen sensorischer Funktionsfähigkeit und ausgewählten Ergebnisvariablen.

	Alter	Gehör	Sehschärfe	Gleichgewicht/Gang
<b>Kognitiv-motorische Verhaltensbereiche</b>				
Kognitive Leistungsfähigkeit	-0,57 (-0,60)	0,51 (0,56)	0,56 (0,73)	0,56 (0,71)
Basale Kompetenz (BaCo)	-0,53 (-0,57)	0,38 (0,43)	0,47 (0,60)	0,66 (0,83)
Erweiterte Kompetenz (ExCo)	-0,58 (-0,76)	0,44 (0,63)	0,53 (0,86)	0,57 (0,89)
<b>Selbst und Persönlichkeit</b>				
Positive Offenheit	-0,26 (-0,31)	0,26 (0,34)	0,28 (0,43)	0,30 (0,43)
Ängstlichkeit/Einsamkeit	0,13 (0,08)	-0,14 (-0,16)	-0,20 (-0,23)	-0,24 (-0,30)
Allgemeines Wohlbefinden	-0,12 (-0,23)	0,12 (0,22)	0,17 (0,35)	0,29 (0,49)
<b>Soziale Beziehungen</b>				
Größe des sozialen Netzwerks	-0,34 (-0,34)	0,25 (0,26)	0,29 (0,37)	0,33 (0,39)

Anmerkung: Werte in Klammern stellen Korrelationen zwischen den latenten (messfehlerbereinigten) Konstrukten dar.

Variable und den betrachteten abhängigen Variablen in einer ähnlichen Größenordnung wie der Zusammenhang zwischen dem Alter und diesen abhängigen Variablen. (Es gibt jedoch in einigen Bereichen Ausnahmen, die unten genauer betrachtet werden.) Zweitens variierten die Größenordnungen der Zusammenhänge zwischen den betrachteten Bereichen und sowohl Alter als auch sensorischer Funktionsfähigkeit beträchtlich. Variablen, die kognitiv-motorische Funktionsfähigkeiten (kognitive Leistungsfähigkeit, basale und erweiterte Kompetenz) widerspiegeln, hängen relativ stark mit dem Alter und sensorischer Funktionsfähigkeit zusammen, während die anderen Bereiche (z. B. positive Offenheit, soziale Beziehungen, allgemeines Wohlbefinden) sehr viel geringere Korrelationen aufwiesen.

Tabelle 7 zeigt unter Verwendung hierarchischer Regressionsanalysen, inwieweit Gehör, Sehschärfe und Gleichgewicht/Gang zusammen die altersbedingte Varianz in den verschiedenen Funktionsbereichen aufklärten. Die Tabelle stellt die spezifischen und gemeinsamen erklärten Varianzanteile dar, die Gehör, Sehschärfe, Gleichgewicht/Gang und dem Alter zuzuschreiben sind. Eine allgemeine Zusammenfassung dieser Befunde ergibt, dass sensorische Funktionsfähigkeit nicht nur die gesamte altersbedingte Varianz oder einen Großteil davon in jedem Bereich aufklärt (auch in den Fällen, in denen dieser

Anteil verhältnismäßig klein ist), sondern meistens auch einen geringeren Anteil an altersunabhängiger Varianz. Dabei ist der altersabhängige Varianzanteil in den motorisch-kognitiven Bereichen der kognitiven Leistungsfähigkeit, der basalen und erweiterten Kompetenz größer als in den verbleibenden Bereichen und somit auch die Vorhersagekraft der Sensorik und Sensomotorik. Der größte Anteil der erklärten Varianz in den meisten Bereichen (kognitive Leistungsfähigkeit, positive Offenheit, erweiterte Kompetenz und Größe des sozialen Netzwerks) kann durch eine komplexe Aggregation von Varianz erklärt werden, die Alter und sensorischer Funktionsfähigkeit gemeinsam ist. In den zwei anderen Bereichen (Ängstlichkeit/Einsamkeit und Wohlbefinden), ist die größte Komponente der erklärten Varianz dem spezifischen Effekt von Gleichgewicht/ Gang zuzuschreiben, während der zweitgrößte Anteil aus altersunabhängiger gemeinsamer Varianz der Sensorik bzw. Sensomotorik besteht. In diesen Bereichen übertrifft die Vorhersagekraft der Sensorik bzw. Sensomotorik (insbesondere Gleichgewicht/ Gang) diejenige des chronologischen Alters.

Bei zwei Variablen, erweiterte Kompetenz und allgemeines Wohlbefinden, leistet das Lebensalter einen spezifischen, nicht durch Sensorik bzw. Sensomotorik erfassten Beitrag. Die Bedeutung dieser residualen Varianz unterscheidet sich jedoch für

Tabelle 7: Hierarchische Kommunalitätsanalysen zur Vorhersage ausgewählter Ergebnisvariablen: spezifische und gemeinsame Varianzanteile.

	Kognitiv-motorische Verhaltensbereiche			Selbst und Persönlichkeit			Soziale Beziehungen
	1	2	3	4	5	6	7
Gesamte erklärte Varianz (in %)	47,5	47,3	44,6	12,7	7,4	9,9	14,6
% spezifisch für Alter	1,8	1,3	5,3	0,0	8,5	12,2	6,1
% spezifisch für Gehör	5,4	0,1	1,3	7,7	1,5	0,3	1,1
% spezifisch für Sehschärfe	10,5	2,8	7,3	10,5	14,7	5,0	6,0
% spezifisch für Gleichgewicht/Gang	7,2	30,0	9,0	13,9	42,4	67,0	9,7
% nur der Sensorik gemeinsam	9,4	20,5	6,6	13,1	18,1	13,8	6,0
% der Sensorik und dem Alter gemeinsam	65,7	45,3	70,5	54,8	14,8	1,7	71,1
% Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Spaltenbezeichnungen:

1: Kognitive Leistungsfähigkeit; 2: Basale Kompetenz (BaCo); 3: Erweiterte Kompetenz (ExCo); 4: Positive Offenheit; 5: Ängstlichkeit/Einsamkeit; 6: Allgemeines subjektives Wohlbefinden; 7: Größe des sozialen Netzwerks.

diese beiden Bereiche stark. Bei der erweiterten Kompetenz ist zunehmendes Alter auch nach Kontrolle der sensorischen Funktionsfähigkeit mit niedrigeren Werten assoziiert. Im Gegensatz dazu wird der residuale Effekt des Alters auf das Wohlbefinden nach Kontrolle der sensorischen Funktionsfähigkeit *positiv* (ursprünglich hat es eine schwache negative Korrelation mit dem Alter [ $r = -0,12$ ]; siehe Smith et al., Kapitel 20). Demnach scheint eingeschränkte sensorische Funktionsfähigkeit (und nicht Alter per se) für das Wohlbefinden einen Risikofaktor darzustellen. Der positive residuale Effekt des chronologischen Alters könnte die Wirkung adaptiver Prozesse des Selbst widerspiegeln, die Anspruchs- und Wohlbefindensniveaus regulieren, um negative Auswirkungen biologischer Alterung zu kompensieren (vgl. Staudinger et al., Kapitel 13; Smith et al., Kapitel 20). Diese Interpretation ist aber spekulativ und bedarf der Absicherung durch Längsschnittdaten.

Es fallen sowohl die Stärke der Zusammenhänge zwischen sensorischer Funktionsfähigkeit und kognitiv-motorischen Verhaltensbereichen als auch die Tatsache auf, dass sie den Großteil der altersbedingten Varianz in vielen Konstrukten aufklärt bzw. vermittelt. Unter der Annahme, dass die Vorhersagekraft von Sensorik und Sensomotorik in früheren Abschnitten des Erwachsenenalters geringer ist, könnte dies bedeuten, dass alterskorrelierte biologische Faktoren, die in der sensorischen Funktionsfähigkeit besonders klar zum Ausdruck kommen, im hohen Alter an Bedeutung gewinnen (im Sinne einer prädiktiven Diskontinuität; vgl. P. B. Baltes & Lindenberger, 1995; Lindenberger & Baltes, 1995; Lindenberger, Scherer & Baltes, 2001). Allerdings gibt es mit einer Ausnahme innerhalb des BASE-Datensatzes keine Hinweise auf eine steigende Bedeutung sensorischer Funktionsfähigkeit mit zunehmendem Alter. Die Ausnahme betrifft eine signifikante spezifische „Alter  $\times$  Gleichgewicht/Gang“-Interaktion nach Kontrolle der Haupteffekte der sensorischen Prädiktoren im Bereich der erweiterten Kompetenz ( $F_{(1,510)} = 8,98$ ;  $p < 0,001$ ) – demnach werden die Auswirkungen von Gleichgewicht/Gang auf Freizeitaktivitäten mit steigendem Alter zunehmend negativ (vgl. hierzu auch M. M. Baltes et al., Kapitel 21). Erste Ergebnisse von Untersuchungen mit Stichproben jüngerer Erwachsener weisen darauf hin, dass die Vorhersagekraft von Sensorik und Sensomotorik für den Bereich kognitiver Fähigkeiten im Verlauf des Erwachsenenalters deutlich zunimmt (vgl. P. B. Baltes & Lindenberger, 1995; Smith & Baltes, Kapitel 9, Abb. 3).

Sind die Wirkungen der sensorischen Prädiktoren einfach additiv oder findet sich „mehrfache Gefähr-

dung“ bei Beeinträchtigung mehr als eines Sinnessystems? Um diese Frage zu beantworten, untersuchten wir, ob Interaktionseffekte unter zwei oder allen drei Sinnessystemen (zusätzlich zu den in der Studie beobachteten starken Haupteffekten) weitere spezifische Varianz in den betrachteten Funktionsbereichen aufklären konnten (nach Kontrolle von Alter, Gleichgewicht/Gang, Gehör und Sehvermögen). Nur eine Kombination von Sinnessmodalitäten (Sehvermögen und Gleichgewicht/Gang) hatte einen kleinen, aber signifikanten Interaktionseffekt, der sich sowohl auf die Größe des sozialen Netzwerks ( $p < 0,01$ ) als auch auf die erweiterte Kompetenz auswirkte: Dies bedeutet, dass Personen mit Beeinträchtigungen beider Sinnessysteme überproportional verringerte Beteiligung an Freizeitaktivitäten und kleinere soziale Netzwerke aufwiesen.

Einige Leser mögen sich fragen, ob und inwiefern kompensierende Hilfsmittel ausgleichende Auswirkungen auf die Zusammenhänge zwischen sensorischen Prädiktoren und den betrachteten Bereichen hatten. Gibt es Hinweise darauf, dass sich bei Personen mit Hörgeräten oder Brillen eine geringere Abhängigkeit zwischen sensorischer Funktionsfähigkeit und der Leistung in den betrachteten Verhaltensbereichen findet? Zur Beantwortung dieser Frage untersuchten wir, ob die Verfügbarkeit von Hilfsmitteln zur Kompensation sensorischer Einbußen nach Kontrolle von Alter, Gehör, Sehvermögen und Gleichgewicht/Gang in einer positiven Beziehung zu den untersuchten Funktionsbereichen stand. In fast allen Fällen hatte der Besitz von Hilfsmitteln nach Kontrolle der Haupteffekte keinen spezifischen prädiktiven Effekt auf die abhängigen Variablen. Ausnahmen werden im folgenden beschrieben: Lesebrillen hatten auf den Bereich der Ängstlichkeit/Einsamkeit insofern einen positiven residualen Effekt, als Personen mit solchen Brillen signifikant höhere Niveaus von Ängstlichkeit/Einsamkeit hatten. Ein ähnlicher residualer Effekt fand sich bei Lesebrillen und allgemeinem Wohlbefinden: Teilnehmer mit Lesebrillen gaben signifikant niedrigere Niveaus des Wohlbefindens an. Der Besitz einer Fernbrille wiederum stand in einem signifikant positiven Zusammenhang zur kognitiven Leistungsfähigkeit ( $F_{(1,510)} = 7,10$ ;  $p < 0,01$ ) und hing auch spezifisch positiv mit sozialer Netzwerkgröße ( $F_{(1,510)} = 7,15$ ;  $p < 0,01$ ) und allgemeinem Wohlbefinden zusammen. Im Gegensatz dazu zeigte die Verfügbarkeit eines Hörgerätes einen signifikanten negativen Zusammenhang mit allgemeiner Intelligenz ( $F_{(1,510)} = 13,28$ ;  $p < 0,01$ ), erweiterter Kompetenz ( $F_{(1,510)} = 8,29$ ;  $p < 0,01$ ) und sozialer Netzwerkgröße ( $F_{(1,510)} = 14,95$ ;  $p < 0,01$ ).

Bevor wir auf die Auswirkungen von Hilfsmitteln im allgemeinen eingehen, sind einige Bemerkungen zu den Ergebnissen über Auswirkungen von Hörgeräten nötig. Erstens konnten ohne Freifeldmessungen keine Vergleiche zwischen dem Gehör mit und ohne Hörgerät gemacht werden, so dass wir nicht wissen, wie gut die Hörgeräte funktionierten. Zukünftige Untersuchungen müssten solche Messungen berücksichtigen. Zweitens sollten weitere Forschungsvorhaben ihre Aufmerksamkeit auf die Gründe dafür richten, dass trotz der hohen Prävalenz der Hörbeeinträchtigungen so wenige alte Menschen (in BASE nur 16%) Hörgeräte haben (Sehhilfen sind viel verbreiteter). Drittens stimmen unsere Befunde fehlender positiver Auswirkungen von Hörgeräten, wie unten ausgeführt, nicht mit früheren Studien überein. Ohne sorgfältige audiologische und fachärztliche Untersuchungen müssen unsere Ergebnisse auf der Grundlage der Angaben, die die Studienteilnehmer über die Nutzung von Hörgeräten machten, mit Vorsicht betrachtet werden. Schließlich ist, da die meisten Untersuchungen über Auswirkungen von Hörgeräten bei Personen durchgeführt wurden, die jünger als die BASE-Teilnehmer waren, die provokante Frage möglich, ob Hörgeräte zu weniger effektiven Hilfsmitteln werden, wenn ihre Nutzer das hohe Alter erreichen. Ohne Information darüber, wie lange die BASE-Teilnehmer schon Hörverluste haben und wie lange sie ein Hörgerät nutzen, können wir nicht echte Auswirkungen der Nutzung eines Hörgerätes von vorhergehenden langfristigen Anpassungserscheinungen an Hörverluste unterscheiden.

Insgesamt können die vorliegenden Ergebnisse nicht als deutliche Hinweise auf die kompensierenden Vorteile von Brillen und Hörgeräten gewertet werden. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die positiven und negativen residualen Effektgrößen der Hilfsmittel, auch wenn sie signifikant waren, sehr gering ausfielen. Sowohl für Lesebrillen als auch für Hörgeräte gilt, dass sie die Bereiche, für die spezifische residuale Zusammenhänge gefunden wurden, negativ beeinflussen und Leistungsniveaus verringern. Möglicherweise rücken Hilfsmittel den alten Menschen sensorische Einbußen deutlicher ins Bewusstsein oder wirken als Hinweise auf besonders starke sensorische Beeinträchtigung. Eine weitere Erklärung wäre z. B. in den Gründen für die Verordnung von Hörgeräten zu suchen. Wenn man davon ausgeht, dass Menschen sich über die Zeit anpassen und an Hilfsmittel gewöhnen, ist in diesem Kontext außerdem zu spekulieren, dass negative psychologische und Verhaltensausswirkungen mit der Dauer der Hilfsmittelnutzung abnehmen könnten. Nur Brillen

für die Ferne scheinen spezifische positive Beziehungen zu Intelligenz, erweiterter Kompetenz (Beteiligung an Freizeitaktivitäten) und allgemeinem Wohlbefinden aufzuweisen. Wie für das gesamte Kapitel zutreffend, ist hierbei die Richtung dieses Effektes unklar: Trägt die Verfügbarkeit der Brillen für die Ferne zu höheren Niveaus dieser Konstrukte bei, oder erhalten Personen mit höherer Intelligenz, besserem Wohlbefinden und größerem sozialen Netzwerk eher korrigierende Gläser? Wichtig ist dabei, dass wir (a) nicht beurteilt haben, wie gut diese Hilfsmittel die jeweilige sensorische Beeinträchtigung korrigieren, (b) nicht wissen, wie regelmäßig die Studienteilnehmer ihre angegebenen Hilfsmittel nutzen, einschließlich der Zeit in den verschiedenen BASE-Sitzungen, und (c) im Bereich des Hörens keine Informationen darüber haben, in welchem Maße das Tragen von Hörgeräten das Gehör verbesserte (Fehlen von Freifeldmessungen mit und ohne Hörgerät). Einige andere Untersuchungen konnten Hinweise auf positive psychologische Auswirkungen von Hilfsmitteln geben (für einen Überblick der Effekte von Hörgeräten siehe Tesch-Römer, 1997).

#### 4. Diskussion

In diesem Kapitel haben wir zwei Ziele verfolgt. Erstens gaben wir eine deskriptive Übersicht der sensorischen Funktionsfähigkeit in drei Modalitäten: Gehör, Sehvermögen und Gleichgewicht/Gang. Die Ergebnisse dieser deskriptiven Analyse unterstützen auf deutliche Weise die Auffassung, dass sensorische und sensomotorische Beeinträchtigungen und Funktionsverluste in den letzten Lebensjahrzehnten sehr verbreitet sind und dass auch die Sensorik von Multimorbidität beträchtlichen Ausmaßes betroffen ist. Wie in der Einleitung erwähnt, bedeuten diese gleichzeitigen Einbußen in verschiedenen Sinnessystemen, dass die sensorische Kompensation, die in jüngeren Lebensjahren beobachtet wurde (Neville, 1990; Rauschecker, 1995), im hohen Lebensalter häufig nicht mehr möglich ist.

Das zweite Ziel des Kapitels bestand darin, mögliche Folgen altersbedingter individueller Unterschiede der sensorischen Funktionsfähigkeit zu untersuchen. Wir stellten eine breitgefächerte Auswahl von Konstrukten zusammen, die für Forscher aus verschiedenen Disziplinen von Interesse sind. Obwohl die Größenordnungen der Zusammenhänge zwischen diesen abhängigen Variablen und sensorischer Funktionsfähigkeit beträchtlich variierten (wobei kogni-

tiv-motorische Verhaltensbereiche die stärksten Zusammenhänge aufwiesen), zeigte sich in Bezug auf den Zusammenhang zwischen der abhängigen Variable und dem Alter, dass sensorische (bzw. sensomotorische) Funktionsfähigkeit die Gesamtheit oder einen Großteil der altersabhängigen Varianz aufklärte. Darüber hinaus waren die spezifischen Effekte der sensorischen Variablen (einzeln oder zusammen) im allgemeinen größer als die spezifischen Effekte chronologischen Alters auf jeden betrachteten Bereich.

Wir begannen dieses Kapitel mit der Erwähnung von zwei theoretischen Orientierungen von BASE: Altern als systemisches Phänomen und differentielles Altern. In Bezug auf differentielles Altern glauben wir, dass dieses Kapitel überzeugend nachweisen konnte, dass individuelle Unterschiede in verschiedenen Funktionsbereichen (manchmal ziemlich stark) mit individuellen Unterschieden in der sensorischen Funktionsfähigkeit zusammenhängen. Wie wir im folgenden näher ausführen werden, ist es mit diesen Daten nicht möglich, der sensorischen Funktionsfähigkeit eine *kausale* Bedeutung zuzuschreiben. Die Befunde heben aber den praktischen Nutzen der objektiven sensorischen Funktionsmaße als Screening-Instrumente hervor, mit denen man Menschen mit „hohem Risiko“ für Einschränkungen in verschiedenen psychologischen Funktions- und Verhaltensbereichen erfassen könnte. In Bezug auf Altern als systemisches Phänomen ist zu unterstreichen, dass sensorische Variablen den Großteil *altersabhängiger* individueller Unterschiede in den betrachteten Bereichen aufklärten.

In der Literatur zur kognitiven Alterung haben viele Wissenschaftler (z. B. Hertzog, 1989; Lindenberger, Mayr & Kliegl, 1993; Salthouse, 1991) gezeigt, dass Maße kognitiver Geschwindigkeit altersbedingte individuelle Unterschiede in komplexeren kognitiven Funktionen (wie Denkvermögen, räumliches Denken) vermitteln oder aufklären können, wobei ein Großteil dieser Untersuchungen Erwachsene betrachtete, die jünger als die BASE-Teilnehmer waren. Aufgrund solcher Daten wird argumentiert, dass ein plausibles Szenario der Alterung der Kognition darin besteht, dass der Alternsprozess die direktesten Auswirkungen auf die Geschwindigkeit der kognitiven Funktionsfähigkeit hat und alle weiteren kognitiven Veränderungen aus diesem fundamentalen Altereffekt folgen (z. B. Salthouse, 1994). Auf ähnliche Weise könnten die Ergebnisse dieser Studie zur Unterstützung einer Sichtweise genutzt werden, dass Indikatoren der sensorischen und sensomotorischen Leistungsfähigkeit gehirnbezogene Alterungseffekte am deutlichsten zum Ausdruck bringen (vgl. Corso,

1981; Era, 1987). Wie wir unten argumentieren, bedeutet diese Perspektive nicht unbedingt, dass sensorische Alterung die Alterung in anderen Bereichen zur Folge hat, sondern nur, dass sie als hilfreicher Indikator für basale Alterungsprozesse dient, die über verschiedene Funktionsbereiche hinweg wirksam sind (d. h. Altern als systemisches Phänomen; vgl. P. B. Baltes & Lindenberger, 1995).

Was sind die Gründe für den hohen Vorhersagewert der sensorischen Funktionsfähigkeit? Zwei breite Erklärungskategorien sind von Lindenberger und Baltes (1994; vgl. P. B. Baltes & Lindenberger, 1997) aufgeführt worden: *direkte Effekte* (die sie bei ihren Untersuchungen zur Intelligenz größtenteils in Bezug auf „sensorische Deprivation“ diskutieren) und *gemeinsame Effekte* (die sie in ihrer Arbeit als Hypothese der „gemeinsamen Ursache“ bezeichnen). Die Idee der gemeinsamen Effekte geht davon aus, dass, wenn „Alterung“ ein Ergebnis X beeinträchtigt und „Alterung“ auch sensorische Funktionsfähigkeit beeinträchtigt, der Zusammenhang zwischen sensorischer Funktionsfähigkeit und X wegen ihrer gemeinsamen Verursachung durch „Alterung“ zum Vorschein kommt. Die Idee der „gemeinsamen Ursache“ verweist somit auf alterungsbedingte biologische (anatomische und physiologische) Veränderungen des Gehirns. Zu den basalen Prozessen alterungsbedingter Veränderungen der sensorischen Funktionsfähigkeit gibt es eine reichhaltige Literatur (siehe für eine ausführliche Übersicht Corso, 1981), auf die hier nicht im einzelnen eingegangen werden kann. Es ist aber auffallend, dass im Zusammenhang mit solchen Veränderungen der sensorischen Leistungen immer wieder auf neuronale Ursachen hingewiesen wird (Fozard, 1990). In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass die *allgemeine* körperliche Gesundheit im hier untersuchten Datensatz nicht das gemeinsam zugrundeliegende Merkmal für die Zusammenhänge zwischen Sensorik und den betrachteten psychologischen Funktions- und Verhaltensbereichen darstellte. Selbstbeurteilte Gesundheit korrelierte 0,07 mit dem Gehör, 0,16 mit dem Sehvermögen und 0,26 mit Gleichgewicht/Gang, und die Korrelationen mit der Anzahl mittel- bis schwergradiger Erkrankungen (Steinhagen-Thiessen & Borchelt, Kapitel 9) bewegten sich in der gleichen Größenordnung (-0,12, 0,15 und -0,24).

Eine eher kausale Rolle der sensorischen Funktionsfähigkeit ist im Konzept des direkten Effektes eingebettet. Natürlich ist es hier wieder wichtig zu betonen, dass die kausale Bedeutung sensorischer Funktionsfähigkeit auf der Grundlage unserer querschnittlichen Daten nicht beurteilt werden kann. Das

Konzept des direkten Effektes geht davon aus, dass Sinnesleistungen so grundlegende Funktionen darstellen, dass eine wirksame Funktionsfähigkeit in vielen anderen Bereichen effektive Sensorik voraussetzt. Wenn man nicht sehen/hören/aufrecht stehen kann, kann man auch nicht Dinge tun, die solche sensorischen Leistungen erfordern (z. B. lesen, schreiben oder sozial interagieren). Aus dieser Perspektive betrachtet ist sensorische Funktionsfähigkeit *besonders* empfindlich für Alterungsprozesse, und altersbedingte Einbußen sensorischer Funktionsfähigkeit „ziehen“ andere Funktionen (die intakte Sensorik voraussetzen) mit. Dies ist eine Version der „Kaskadenhypothese“ (Birren, 1964), die zu der Annahme modifiziert werden kann, dass Einbußen sensorischer Funktionsfähigkeit Verluste in anderen Bereichen *auslösen*. Sensorische Effekte können in Form der *Testleistungseffekte* sehr direkt sein (siehe auch Bennett & Eklund, 1983b). Die physische Unmöglichkeit der Erfüllung sensorischer Aufgaben geht dabei automatisch mit der Unfähigkeit, andere Leistungen zu erbringen, einher (z. B. das Sehen oder Hören einer kognitiven Testaufgabe)<sup>6</sup>.

Ein weiterer Mechanismus direkter Effekte ist *sensorische Deprivation*. Hier führt der Verlust von eingehenden sensorischen Signalen zu aktivem und passivem Rückzug von der Teilnahme an anderen Aktivitäten<sup>7</sup>. Zusätzlich zu den lange feststehenden potentiellen Auswirkungen einer solchen Deprivation auf die geistige Gesundheit (Hebb, 1954) könnten langfristige Konsequenzen verringerte intellektuelle Stimulation und Übung sowie soziale Isolation umfassen. Ein dritter Mechanismus könnte die *Ressourcenverteilung* darstellen, die P. B. Baltes und U. Lindenberger (1995) in Bezug auf die Aufmerksamkeitskosten sensorischer Einbußen für kognitive Leistungsfähigkeit diskutierte. In Hinblick auf die Intelligenz geht das Argument dahin, dass Verluste sensorischer Funktionsfähigkeit einen Mehrbedarf an Aufmerksamkeit bedeuten, um Reize wahrnehmen und interpretieren zu können (d. h., die Ressource der Aufmerksamkeit muss umverteilt werden). Diese vermehrte Beanspruchung von Aufmerksamkeit (vielleicht auch zusammen mit normalen altersbedingten Einschränkungen ihrer Kapazität) könnte die Menge verfügbarer Ressourcen für andere Aufgaben vermindern. Für den Bereich der Kognition führt

diese Aufmerksamkeitshypothese zu der Vorhersage, dass sensorisch beeinträchtigte Personen in kognitiven Tests schlechter abschneiden müssten, weil sie sich in einer natürlichen Situation geteilter Aufmerksamkeit befinden.

Dieses Aufmerksamkeitsargument kann auch auf andere Funktionsbereiche angewendet werden. Soziale Beziehungen, Aktivitäten der Selbstpflege und sogar Indikatoren geistiger Gesundheit könnten in Mitleidenschaft gezogen werden, wenn Individuen zunehmend auf ihre sensorische Funktionsfähigkeit achten müssen und mit ihr beschäftigt sind. Genauer ausgedrückt könnte man im Bereich der Selbstbeurteilung und Persönlichkeit erwarten, dass beeinträchtigte Sensorik als „persönlicher Anzeiger“ oder Hinweis auf die Tatsache, dass man älter wird, dient. Wenn das Bewusstsein des eigenen Alterns nicht (mehr) *geleugnet* werden kann, sind negative Konsequenzen für das Wohlbefinden zu erwarten (z. B. Brandstädter & Greve, 1994; siehe auch Smith et al., Kapitel 20). Hinweise für diese Idee der sensorischen Funktionsfähigkeit als „persönlicher Anzeiger der eigenen Alterung“ finden sich in den in diesem Kapitel berichteten Korrelationen. Sowohl bei Ängstlichkeit/Einsamkeit als auch beim allgemeinen Wohlbefinden sind es die spezifischen Effekte sensorischer Funktionsfähigkeit und nicht die des chronologischen Alters, die den größten Anteil der Varianz aufklären (in Kapitel 20 von Smith et al. werden die möglicherweise zugrundeliegenden Prozesse betrachtet). Smith, Borchelt und Steinhagen-Thiessen (1992) liefern auch qualitative Daten, die darauf hinweisen, dass Selbstdefinitionen von Personen mit schweren sensorischen Beeinträchtigungen sich beträchtlich von denjenigen ihrer Altersgenossen unterscheiden. Wie ältere Menschen ihr Gefühl des Selbst und des Wohlbefindens in Anbetracht sensorischer Einbußen aufrechterhalten, ist für die zukünftige gerontologische Forschung eine wichtige Frage.

In Übereinstimmung mit diesen Überlegungen steht der Befund, dass Funktionsbereiche wie Intelligenz, basale und erweiterte Kompetenz viel stärkere Zusammenhänge mit der sensorischen Funktionsfähigkeit aufweisen als andere. Das Muster der sensorischen Vorhersagekraft stützt die Vermutung, dass Bereiche der *Performanz* (Bereiche, in denen Menschen tatsächlich Tätigkeiten ausführen) mehr

<sup>6</sup> Diese Hypothese erscheint im vorliegenden Fall *allerdings* aus zwei Gründen unwahrscheinlich (vgl. Lindenberger et al., 1996). Erstens waren die Korrelationen von Sehschärfe und Gehör mit den 14 Tests der kognitiven Messbatterie von Ausmaß und Art der sensorischen Beanspruchung während der Testdurchführung weitgehend unabhängig. Zweitens kann diese Hypothese die starke Beziehung zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Gleichgewicht/Gang nicht erklären.

<sup>7</sup> Natürlich schließen die hier erwähnten sensorischen Deprivationseffekte nicht die neurophysiologischen und anatomischen Grundlagen aus, die wir als Schlüssel-elemente des Konzeptes des „gemeinsamen Effektes“ anführten. Sensorische Deprivation könnte selbst zu Prozessen neuronaler Atrophie führen (Kaas, 1995).

durch sensorische Alterung beeinträchtigt werden als Bereiche der *Selbstbeurteilung*. Die Interaktion mit der äußeren Welt würde demnach durch sensorische Einbußen stärker gestört als die Interaktion mit der „Innenwelt“. Zukünftige Forschung sollte sich mit dieser Differenz näher befassen. „Stören“ beispielsweise Einbußen des Gehörs und des Sehvermögens ältere Menschen weniger als theoretisch denkbar, weil sie sozial-kognitive Prozesse nutzen wie abwärts gerichteten sozialen Vergleich mit Altersgenossen (d. h., weil sie sich mit denjenigen vergleichen, denen es schlechter geht)? Haben sensorische Verluste so lange geringfügige Auswirkungen auf die geistige Gesundheit, die Selbstbeurteilung und das Wohlbefinden alter Menschen, bis sie nicht mehr zu verleugnen sind? Haben Verluste in bestimmten Sinnesmodalitäten eher negative Folgen als Verluste in anderen (siehe Tesch-Römer & Nowak, 1995, und Rott & Wahl, 1993, für interessante Diskussion dieser Fragen)? In diesem Zusammenhang ist auch der geringe Zusammenhang zwischen sozialen Beziehungen und sensorischer Funktionsfähigkeit zu nennen. Zum Beispiel sollte untersucht werden, ob verschiedene Beziehungsarten unterschiedlich von sensorischen Einbußen betroffen sind. Halten langjährige und enge emotionale Bindungen den negativen Folgen sensorischer Verluste eher stand als oberflächlichere Freundschaften und Bekanntschaften (Antonucci, 1990; Carstensen, 1993)?

Ein herausragendes Ergebnis dieses Kapitels besteht in dem Nachweis starker Zusammenhänge zwischen sensorischen Leistungen und einem breiten Spektrum von Funktions- und Lebensbereichen. Damit haben wir, was die Auswertung des reichhaltigen multidisziplinären Datensatzes der Berliner Altersstudie anbelangt, lediglich einen Anfang gemacht. Ein großer Fundus von Konstrukten ist noch in Bezug auf ihre jeweiligen Zusammenhänge mit sensorischer Funktionsfähigkeit zu untersuchen, insbesondere die (in diesem Kapitel) zu wenig untersuchten psychiatrischen und medizinischen Bereiche. Obwohl Daten zu Fragen der physiologischen und psychophysikalischen Alterung, detaillierte Untersuchungen der Sinnessysteme oder Informationen zu berufsgeschichtlicher Belastung durch bestimmte Risikofaktoren in der Umwelt nicht vorliegen, versprechen die ausführlichen lebensgeschichtlichen und medizinischen Daten in BASE die Möglichkeit der Untersuchung einiger potentieller Risikofaktoren für individuelle Unterschiede der sensorischen Funktionsfähigkeit im Alter.

Wir haben in einer vergleichsweise alten und heterogenen Stichprobe neue Hinweise gefunden, (a) dass sensorische Systeme einem starken alterskorrelierten

Leistungsrückgang ausgesetzt sind und (b) dass sensorische Leistungen als Indikatoren für Alterungsprozesse in anderen Funktionsbereichen dienen könnten (im Sinne der systemischen Perspektive von BASE). So scheinen die in diesem Kapitel betrachteten sensorischen Variablen, zumindest für kognitiv-motorische Verhaltensbereiche, zu den besten Prädiktoren individueller und insbesondere altersbezogener Unterschiede im hohen Alter zu gehören, die bisher empirisch nachgewiesen werden konnten.

## Literaturverzeichnis

- Anderson, B. & Palmore, E. (1974). Longitudinal evaluation of ocular function. In E. Palmore (Hrsg.), *Normal aging* (S. 24–32). Durham, NC: Duke University Press.
- Antonucci, T. C. (1990). Social support and social relationships. In R. H. Binstock & L. K. George (Hrsg.), *Handbook of aging and the social sciences* (3. Aufl., S. 205–227). San Diego, CA: Academic Press.
- Baltes, M. M., Mayr, U., Borchelt, M., Maas, I. & Wilms, H.-U. (1993). Everyday competence in old and very old age: An inter-disciplinary perspective. *Ageing and Society*, 13, 657–680.
- Baltes, M. M., Wilms, H.-U. & Horgas, A. (1996). *Everyday competence: A descriptive and model-testing analysis*. Unveröffentlichtes Manuskript, Freie Universität Berlin.
- Baltes, P. B. & Baltes, M. M. (1990). Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation. In P. B. Baltes & M. M. Baltes (Hrsg.), *Successful aging: Perspectives from the behavioral sciences* (S. 1–34). Cambridge: Cambridge University Press.
- Baltes, P. B. & Lindenberger, U. (1995). Sensorik und Intelligenz: Intersystemische Wechselwirkungen. *Akademie-Journal*, 1, 20–28.
- Baltes, P. B., & Lindenberger, U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: A new window to the study of cognitive aging? *Psychology and Aging*, 12, 12–21.
- Bennett, E. S. & Ecklund, S. J. (1983a). Vision changes, intelligence, and aging: Part I. *Educational Gerontology*, 9, 255–278.
- Bennett, E. S. & Ecklund, S. J. (1983b). Vision changes, intelligence, and aging: Part II. *Educational Gerontology*, 9, 435–442.



- Bergman, M. (1983). Central disorders of hearing in the elderly. In R. Hinchcliffe (Hrsg.), *Hearing and balance in the elderly* (S. 145–158). Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Bess, F. H., Lichtenstein, M. J., Logan, S. A., Burger, M. C. & Nelson, E. (1989). Hearing impairment as a determinant of function in the elderly. *Journal of the American Geriatrics Society*, 37, 123–128.
- Birren, J. E. (Hrsg.) (1964). *The psychology of aging*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Borchelt, M. & Steinhagen-Thiessen, E. (1992). Physical performance and sensory functions as determinants of independence in activities of daily living in the old and the very old. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 673, 350–361.
- Branch, L. G., Horowitz, A. & Carr, C. (1989). The implications for everyday life of incident self-reported visual decline among people over age 65 living in the community. *The Gerontologist*, 29, 359–365.
- Brandtstädter, J. & Greve, W. (1994). The aging self: Stabilizing and protective processes. *Developmental Review*, 14, 52–80.
- Brody, H. (1955). Organisation of the cerebral cortex. *Journal of Comparative Neurology*, 102, 511–556.
- Carstensen, L. L. (1993). Motivation for social contact across the life-span: A theory of socioemotional selectivity. *Nebraska Symposium on Motivation*, 40, 205–254.
- Clark, L. A. & Watson, D. (1991). General affective dispositions in physical and psychological health. In C. R. Snyder & D. R. Forsyth (Hrsg.), *Handbook of social and clinical psychology: The health perspective* (S. 221–245). New York: Pergamon Press.
- Corbin, S. L. & Eastwood, M. R. (1986). Sensory deficits and mental disorders of old age: Causal or coincidental associations? *Psychological Medicine*, 16, 251–256.
- Corso, J. F. (1963). Age and sex differences in pure-tone thresholds. *Archives of Otolaryngology*, 77, 385–405.
- Corso, J. F. (1981). *Aging sensory systems and perception*. New York: Praeger Publishers.
- Corso, J. F. (1984). Technological interventions for changes in hearing and vision incurred through aging. *Audiology*, 16, 146–163.
- Corso, J. F. (1987). Sensory-perceptual processes and aging. *Annual Review of Gerontology and Geriatrics*, 7, 29–55.
- Corso, J. F. (1992). Support for Corso's hearing loss model relating aging and noise exposure. *Audiology*, 31, 162–167.
- Davis, A. C. (1983). The epidemiology of hearing disorders. In R. Hinchcliffe (Hrsg.), *Hearing and balance in the elderly* (S. 1–43). Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Era, P. (1987). Sensory, psychomotor, and motor functions in men of different ages. *Scandinavian Journal of Social Medicine, Suppl.* 39, 9–67.
- Exton-Smith, A. N. (1977). Clinical manifestations. In A. N. Exton-Smith & G. Evans (Hrsg.), *Care of elderly: Meeting the challenge of dependency* (S. 11–16). London: Academic Press.
- Fozard, J. L. (1990). Vision and hearing in aging. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Hrsg.), *Handbook of the psychology of aging* (3. Aufl., S. 150–170). San Diego, CA: Academic Press.
- Fries, J. F. (1990). Medical perspectives upon successful aging. In P. B. Baltes & M. M. Baltes (Hrsg.), *Successful aging: Perspectives from the behavioral sciences* (S. 35–49). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gerson, L. W., Jarjoura, D. & McCord, G. (1989). Risk of imbalance in elderly people with impaired vision or hearing. *Age and Ageing*, 18, 31–34.
- Gilhome Herbst, K. (1983). Psychosocial consequences of disorders of hearing in the elderly. In R. Hinchcliffe (Hrsg.), *Hearing and balance in the elderly* (S. 174–200). Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Gryfe, C. I., Amies, A. & Ashley, M. A. (1977). A longitudinal study of falls in an elderly population: I. Incidence and morbidity. *Age and Ageing*, 6, 201–210.
- Haid, C. T. (1993). Schwindel im Alter. In D. Platt (Hrsg.), *Handbuch der Gerontologie* (Bd. 6, S. 167–207). Stuttgart: Gustav Fischer.
- Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.) (1992). *BK-DOK '90: Dokumentation des Berufskrankheiten-Geschehens in der Bundesrepublik Deutschland* (Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften). St. Augustin: Eigenverlag.
- Hebb, D. O. (1954). Experimental deafness. *Canadian Journal of Psychology*, 8, 152–156.
- Hertzog, C. (1989). Influences of cognitive slowing on age differences in intelligence. *Developmental Psychology*, 25, 636–651.
- Hiller, R., Giacometti, L. & Yuen, K. (1977). Sunlight and cataract: An epidemiologic investigation. *American Journal of Epidemiology*, 105, 450–459.

- Horak, F. B., Shupert, C. L. & Mirka, A. (1989). Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. *Neurobiology of Aging*, 10, 727-738.
- ICD-9 (1988). *Internationale Klassifikation der Krankheiten (ICD): 9. Revision*. Köln: Kohlhammer.
- Irion, H., Roßner, R. & Lazarus, H. (1983). *Entwicklung des Hörverlustes in Abhängigkeit von Lärm, Alter und anderen Einflüssen* (Forschungsbericht Nr. 370). Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz.
- Isaacs, B. (1985). Clinical and laboratory studies of falls in older people. *Clinics in Geriatric Medicine*, 1, 513-520.
- Jerger, J., Chmiel, R., Stack, B. & Spretnjak, M. (1993). Gender affects audiometric shape in presbycusis. *Journal of the American Academy of Audiology*, 4, 42-49.
- Kaas, J. H. (1995). The reorganization of sensory and motor maps in adult mammals. In M. S. Gazzaniga (Hrsg.), *The cognitive neurosciences* (S. 51-71). Cambridge, MA: MIT Press.
- Kahn, R. L. & Antonucci, T. C. (1980). Convoys over the life course: Attachment, roles, and social support. In P. B. Baltes & O. G. Brim Jr. (Hrsg.), *Life-span development and behavior* (Bd. 3, S. 254-283). New York: Academic Press.
- Kline, D. W. & Schieber, F. (1985). Vision and aging. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Hrsg.), *Handbook of the psychology of aging* (2. Aufl., S. 296-331). New York: Van Nostrand Reinhold.
- Laforge, R. G., Spector, W. D. & Sternberg, J. (1992). The relationship of vision and hearing impairment to one-year mortality and functional decline. *Journal of Aging and Health*, 4, 126-148.
- Lawton, M. P. (1975). The Philadelphia Geriatric Center Morale Scale: A revision. *Journal of Gerontology*, 30, 85-89.
- Lawton, M. P. & Brody, E. M. (1969). Assessment of older people: Self-maintaining and instrumental activities of daily living. *The Gerontologist*, 9, 179-186.
- Lazarus, H., Irion, H., Pfeiffer, I. & Albert, O. (1986). *Geräuschbelastung in einem Großkraftwerk* (Forschungsbericht Nr. 467). Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz.
- Leibowitz, H. M., Krueger, D. E., Maunder, L. R., Milton, R. C., Kini, M. M., Kahn, H. A., Nickerson, R. J., Pool, J., Colton, T. L., Ganley, J. P., Loewenstein, J. I. & Dawber, T. R. (1980). The Framingham Eye Study monograph. *Survey of Ophthalmology*, 24 (Suppl.), 335-610.
- Lindenberger, U. & Baltes, P. B. (1994). Sensory functioning and intelligence in old age: A strong connection. *Psychology and Aging*, 9, 339-355.
- Lindenberger, U. & Baltes, P. B. (1995). Kognitive Leistungsfähigkeit im Alter: Erste Ergebnisse aus der Berliner Altersstudie. *Zeitschrift für Psychologie*, 203, 283-317.
- Lindenberger, U., Mayr, U. & Kliegl, R. (1993). Speed and intelligence in old age. *Psychology and Aging*, 8, 207-220.
- Lindenberger, U., Scherer, H. & Baltes, P. B. (2001). The strong connection between sensory and cognitive performance in old age: Not due to sensory acuity reductions operating during cognitive assessment. *Psychology and Aging*, 16, 196-205.
- Lord, S. R., Clark, R. D. & Webster, L. W. (1991). Physiological factors associated with falls in an elderly population. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39, 1194-1200.
- Mahoney, F. I. & Barthel, D. W. (1965). Functional evaluation: The Barthel Index. *Maryland Medical Journal*, 14, 61-65.
- Manchester, D., Woollacott, M., Zederbauer-Hylton, N. & Marin, O. (1989). Visual, vestibular and somatosensory contributions to balance control in the older adult. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 44, M118-M127.
- Mhoon, E. (1990). Otology. In C. K. Cassel, D. E. Riesenbergh, L. B. Sorensen & J. R. Walsh (Hrsg.), *Geriatric medicine* (2. Aufl., S. 405-419). New York: Springer.
- Neville, H. J. (1990). Intermodal competition and compensation in development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 608, 71-91.
- Ödkvist, L. M., Malmberg, L. & Möller, C. (1989). Age-related vertigo and balance disorders according to a multi-questionnaire. In C. F. Claussen, M. V. Kirtane & K. Schlitter (Hrsg.), *Vertigo, nausea, tinnitus, and hypoacusia in metabolic disorders* (S. 423-437). Amsterdam: Elsevier.
- Olsho, L. W., Harkins, S. W. & Lenhardt, M. L. (1985). Aging and the auditory system. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Hrsg.), *Handbook of the psychology of aging* (2. Aufl., S. 332-377). New York: Van Nostrand Reinhold.
- Owsley, C. & Sloane, M. E. (1990). Vision and aging. In F. Boller & J. Grafman (Hrsg.), *Handbook of neuropsychology* (Bd. 4, S. 229-249). Amsterdam: Elsevier.

- Pearson, J. D., Morrell, C. H., Gordon-Salant, S., Brant, L. J., Metter, E. J., Klein, L. L. & Fozard, J. L. (1995). Gender differences in a longitudinal study of age-associated hearing loss. *Journal of the Acoustical Society of America*, 97, 1196–1205.
- Pitts, D. G. (1982). Visual acuity as a function of age. *Journal of the American Optometric Association*, 53, 117–124.
- Rauschecker, J. P. (1995). Compensatory plasticity and sensory substitution in the cerebral cortex. *Trends in Neurosciences*, 18, 36–43.
- Reinstein, D. Z., Dorward, N. L., Wormald, R. P. L., Graham, A., O'Connor, I., Charlton, R. M., Yeatman, M., Dodenhoff, R., Touquet, R. & Challoner, T. (1993). „Correctable undetected visual acuity deficit“ in patients aged 65 and over attending an accident and emergency department. *British Journal of Ophthalmology*, 77, 293–296.
- Rott, C. & Wahl, H.-W. (1993). *Relationships between sensory aging, cognitive functioning, coping style, and social activity: Data from the Bonn Longitudinal Study of Aging*. Presented at the 46th Annual Scientific Meeting of the Gerontological Society of America, New Orleans, LA.
- Salthouse, T. A. (1991). *Theoretical perspectives on cognitive aging*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Salthouse, T. A. (1994). How many causes are there of aging-related decrements in cognitive functioning? *Developmental Review*, 14, 413–437.
- Schieber, F. (1992). Aging and the senses. In J. E. Birren, R. B. Sloane & G. D. Cohen (Hrsg.), *Handbook of mental health and aging* (2. Aufl., S. 251–306). San Diego, CA: Academic Press.
- Schmack, W. (1989). Geriatrie in der täglichen Praxis des Augenarztes. In D. Platt (Hrsg.), *Handbuch der Gerontologie* (Bd. 3, S. 29–40). Stuttgart: Gustav Fischer.
- Smith, J., Borchelt, M. & Steinhagen-Thiessen, E. (1992). *Links between auditory functioning and profiles of the aged self: Data from the Berlin Aging Study (BASE)*. Presented at the 45th Annual Scientific Meeting of the Gerontological Society of America, Washington, DC.
- Steinhagen-Thiessen, E. & Borchelt, M. (1993). Health differences in advanced old age. *Ageing and Society*, 13, 619–655.
- Teasdale, N., Bard, C., Dadouchi, F., Fleury, M., Larue, J. & Stelmach, G. E. (1992). Posture and elderly persons: Evidence for deficits in the central integrative mechanisms. In G. E. Stelmach & J. Requin (Hrsg.), *Tutorials in motor behavior* (Bd. 2, S. 917–931). Amsterdam: Elsevier.
- Tesch-Römer, C. (1997). Psychological effects of hearing aid use in older adults. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 52, P127–P138.
- Tesch-Römer, C. & Nowak, M. (1995). Bewältigung von Hör- und Verständnisproblemen bei Schwerhörigkeit. *Zeitschrift für Klinische Psychologie: Forschung und Praxis*, 24, 35–45.
- Tinetti, M. E. (1986). A performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, 34, 119–126.
- Watson, D. & Clark, L. A. (1984). Negative affectivity: The disposition to experience aversive emotional states. *Psychological Bulletin*, 96, 465–490.
- Weale, R. A. (1989). Sehen im Alter. In D. Platt (Hrsg.), *Handbuch der Gerontologie* (Bd. 3, S. 1–18). Stuttgart: Gustav Fischer.
- Werner, J. S., Steele, V. G. & Pfoff, D. S. (1989). Loss of human photoreceptor sensitivity associated with chronic exposure to ultraviolet radiation. *Ophthalmology*, 96, 1552–1558.
- Whitbourne, S. K. (1985). *The aging body*. New York: Springer.
- Willott, J. F. (1991). *Aging and the auditory system: Anatomy, physiology, and psychophysics*. London: Whurr Publishers.
- Working Group on Speech Understanding and Aging (1988). Speech understanding and aging. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83, 859–895.
- World Health Organization (WHO) (1980). *International classification of impairments, disabilities, and handicaps*. Genf: Eigenverlag.