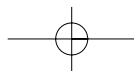
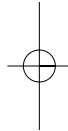
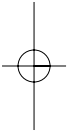


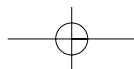
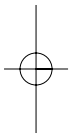
Peter Gruss (Hrsg.)

Die Zukunft des Alterns

Die Antwort der Wissenschaft

Verlag C. H. Beck





Mit 25 Abbildungen, davon 14 in Farbe, und 3 Tabellen
Grafik: Martin Lay

© Verlag C. H. Beck oHG, München 2007
Satz: Fotosatz Reinhard Amann, Aichstetten
Druck und Bindung: Ebner & Spiegel, Ulm
Umschlaggestaltung: roland angst, Berlin + stefan vogt, München
Umschlagabbildung: © Caro/Hechtenberg
Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier
(hergestellt aus chlofrei gebleichtem Zellstoff)
Printed in Germany
ISBN 978 3 406 55746 0

www.beck.de

Technologie im Alter: Chancen aus Sicht der Verhaltenswissenschaften

Von Ulman Lindenberger

Technik als Chance für die Zukunft des Alterns – diese Vorstellung mag zunächst befremden. Nach wie vor ist die Ansicht weit verbreitet, dass ältere Menschen mit Technologie wenig anfangen können, dass technologischer Wandel für Ältere eine Zumutung darstellt und keine Entlastung. Erst in jüngerer Zeit sind die Chancen der modernen Informationstechnologie für die Zukunft des Alterns in das Blickfeld der Forschung geraten. Im vorliegenden Beitrag sollen diese Chancen aus Sicht der Verhaltenswissenschaften näher bestimmt werden. Als Grundlagen dieser Betrachtung wird zunächst die aktuelle Forschung zur kognitiven (geistigen) Leistungsfähigkeit im Alter in fünf Punkten zusammengefasst. Anschließend wird dargelegt, wie Technologie zum erfolgreichen Altern zukünftiger Generationen beitragen kann.¹

Die Erforschung der kognitiven Entwicklung im Alter: Fünf Leitsätze

Die Variabilität von Wahrnehmungs-, Denk- und Gedächtnisleistungen nimmt im Laufe des Erwachsenenalters stetig zu und erreicht im Alter ihren Höhepunkt. Johann Wolfgang von Goethe oder Sophokles gehören zum Bild des Alterns ebenso wie Personen, deren Verlust der kognitiven Leistungsfähigkeit, etwa in Folge einer dementiellen Erkrankung, zum Untergang ihrer Persönlichkeit und schließlich zum Tode führt. Zumindest ein Teil dieser Unterschiede – zwischen verschiedenen Personen, innerhalb derselben Person über die Zeit sowie zwischen verschiedenen Fähigkeiten – ist zufälligen oder (derzeit noch) unvermeidlichen Alterungsprozessen geschuldet, die, nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung, kaum in positiver Richtung beeinflussbar sind. Ein anderer Teil ist jedoch direkt oder in seinen Auswirkungen veränderbar – zum Beispiel durch das eigene Verhalten oder durch eine unterstützende Um-

welt. Die Erforschung der Mechanismen kognitiver Alterungsprozesse sowie ihres Zusammenspiels mit körperlichen Funktionen soll diesen beeinflussbaren Anteil bestimmen und ihn nach und nach erweitern. Ein Hauptanliegen der kognitiven Altersforschung besteht also darin, möglichst vielen Menschen eine möglichst gesunde, selbständige und in diesem Sinne «erfolgreiche» kognitive Entwicklung im Alter zu ermöglichen. Auf dem Weg zu diesem Ziel haben sich fünf Leitsätze als hilfreich erwiesen.

Schwerpunkt auf der Plastizität (Veränderbarkeit) menschlichen Verhaltens Das kognitive Potential von Menschen ist nicht festgelegt, sondern durch günstige oder ungünstige Kontexte und das eigene Handeln beeinflussbar; es ist das gemeinsame Produkt biologischer und kulturell-sozialer Bedingungen und zugleich ein Motor für die Veränderung dieser Bedingungen. Der Altersforscher Paul Baltes hat dies unter dem Stichwort des «bio-kulturellen Ko-Konstruktivismus» zum Ausdruck gebracht.² Die kognitive Altersforschung erkundet mit Trainingsstudien Altersunterschiede im Ausmaß an Verhaltensplastizität sowie deren Verbindung zu neuronalen Mechanismen. So haben Trainingsstudien im Gedächtnisbereich gezeigt, dass ältere Erwachsene ihre Leistungen in den trainierten Gedächtnisaufgaben deutlich steigern können. Auch körperliches Fitnesstraining mit älteren, körperlich untrainierten Erwachsenen hat positive Auswirkungen auf zentrale Aspekte der kognitiven Leistungsfähigkeit (siehe hierzu auch den Beitrag «Nicht ausgeliefert an Zeit und Welt»³).

Enge Zusammenarbeit zwischen Verhaltens- und Neurowissenschaftlern Durch den Einsatz moderner neurowissenschaftlicher Verfahren können die neurofunktionalen, neurochemischen und neuroanatomischen Korrelate von Alterungsprozessen und interventionsbedingten Leistungssteigerungen besser bestimmt werden als je zuvor. Dies ermöglicht erstmalig ein differenziertes Verständnis von Altersunterschieden in den Wechselwirkungen zwischen neuronaler Plastizität und Verhaltensplastizität.⁴ *Neuroanatomische* Studien zeigen, dass verschiedene Areale des Gehirns unterschiedlich stark altern.⁵ *Neurochemische* Studien zeigen, dass manche Botenstoffsysteme des Gehirns, so zum Beispiel das dopaminerge System, eine besonders wichtige Rolle bei der kognitiven Alterung spielen.⁶ *Funktionell bildgebende Verfahren* zeigen, dass ältere

222 *Ulman Lindenberger*

Erwachsene beim Lösen derselben Aufgabe im Vergleich zu jungen Erwachsenen zusätzliche Hirnareale aktivieren. Diese neuronalen Veränderungen hängen miteinander zusammen, unterscheiden sich zwischen verschiedenen Personen und stehen in enger Wechselwirkung zu Veränderungen im Verhalten. Zum besseren Verständnis der Zusammenhänge zwischen den neuronalen Ebenen und der Verhaltensebene werden Theorien und Modelle entwickelt, die Veränderungen von Verhalten und Gehirn aufeinander beziehen, um eine große Anzahl von empirischen Befunden sparsam und plausibel zu erklären.⁷

Integrierte Betrachtung des gesamten Spektrums geistiger Leistungsfähigkeit im Alter – von der Alzheimer-Demenz bis zu Spitzenleistungen im Alter

Die an der normalen kognitiven Alterung beteiligten Prozesse sind von Prozessen, die am Auftreten dementieller Erkrankungen beteiligt sind, mehr oder minder verschieden; eine klare Trennungslinie lässt sich in vielen Fällen nicht ziehen. Deswegen bedürfen Forschungsergebnisse zum normalen Altern und zum pathologischen kognitiven Altern einer integrierten Betrachtung und Deutung. So zeigen jüngste Forschungsergebnisse, dass die aktive Teilhabe am sozialen Leben den altersbedingten Rückgang kognitiver Leistungen im Normalbereich abzuschwächen vermag.⁸ Zugleich gibt es Hinweise darauf, dass soziale Teilhabe auch das Auftreten einer Demenz hinauszögern kann.⁹ Die Forschung darf sich nicht ausschließlich darauf konzentrieren, Wege zur Vermeidung besonders negativer kognitiver Alterungsverläufe zu finden, denn dies könnte dazu führen, dass Mechanismen, die besonders positive Verläufe ermöglichen, übersehen werden. Ähnlichkeiten und Unterschiede der Mechanismen im unteren und oberen Leistungsbereich sind also gleichermaßen von Belang.

Berücksichtigung des Zusammenwirkens verschiedener Funktionsbereiche

Kognitives Altern ist eng mit körperlichen, emotionalen und sozialen Aspekten des Alterns verknüpft. Die altersbezogenen Veränderungen in diesen verschiedenen Funktionsbereichen bedürfen der gemeinsamen Betrachtung und Erforschung, um zu einem systemischen (ganzheitlichen) Verständnis des Alterns zu gelangen. So verändert sich das Verhältnis zwischen Kognition und Sensomotorik, weil der Aufmerksamkeitsbedarf sensomotorischer Anforderungen im Laufe des Erwachsenenalters deutlich zunimmt. Man denke zum Beispiel daran, wie

viel Aufmerksamkeit es einen 20-Jährigen und einen 85-Jährigen kostet, eine belebte Autostraße als Fußgänger zu überqueren, womöglich bei tief stehender Sonne im Gegenlicht. «Körper» ist also mit fortschreitendem Alter immer mehr auf «Geist» angewiesen, dessen relevante Aspekte selbst wiederum von der Alterung betroffen sind. Technische Hilfsmittel können die negativen Auswirkungen dieses Dilemmas abschwächen. Wie dies geschehen kann, davon wird in diesem Beitrag noch die Rede sein.

Berücksichtigung der Wissensbestände älterer Personen Kognitive Fähigkeiten altern nicht einheitlich; die biologische Alterung steht in einem dynamischen Austausch mit den Früchten des lebenslangen Lernens. Immer dann, wenn biographisch erworbene Wissensbestände im Vordergrund stehen und entscheidend zu kognitiven Leistungen beitragen, können Personen mit zunehmendem Alter gleichbleibend hohe oder sogar ansteigende Leistungen zeigen. Diese Wissensbestände sind nicht immer leicht zu erfassen, und sie lassen sich nur eingeschränkt zwischen verschiedenen Personen vergleichen, da sie dem besonderen Erfahrungshintergrund jeder einzelnen Person entsprechen.¹⁰ Wie weiter unten gezeigt wird, kann die Berücksichtigung dieses persönlichen Wissens, zu dem auch implizite (unbewusste) Angewohnheiten und Vorlieben gehören, dem Einsatz von Technologie im Alter neue Perspektiven eröffnen.

Altern und Technologie – eine Annäherung

Die Kulturgeschichte hat das hohe Alter von einer Ausnahmererscheinung in einen normalen Teil des Lebens verwandelt. Die menschliche Lebensspanne ist länger und besser vorhersagbar geworden.¹¹ Diese Erfolgsgeschichte verdankt sich vor allem der Verminderung, der Umgehung und der Verzögerung alterungsbedingter Verluste und Einschränkungen. Trotz dieser großen Fortschritte geht das Älterwerden aber noch immer mit zunehmender körperlicher und geistiger Hinfälligkeit einher. Das «Vierte Lebensalter», also in etwa der Lebensabschnitt jenseits von 85 Jahren, ist für die meisten, die es erreichen, eine Lebensphase mit schwerwiegenden kognitiven, sensorischen und motorischen Defiziten. Die Schutzlosigkeit des hohen Alters fordert die Forschung und Innovationskraft jeder nachfolgenden Generation aufs Neue heraus.

224 *Ulman Lindenberger*

Flexibel unterstützende Technologie ist ein aktueller und vielversprechender Forschungsgegenstand für die Zukunft des Alterns. *Mit flexibel unterstützender Technologie werden im folgenden Geräte und Umwelten bezeichnet, die die Verhaltensweisen, Handlungen und Gewohnheiten ihrer Nutzer und Bewohner erkennen, erlernen und aktiv unterstützen.* Die zunehmende Ausstattung alltäglicher Lebensräume mit flexibel unterstützender Technologie würde das Leben älterer Menschen wesentlich verändern. Ältere Erwachsene könnten flexible Unterstützung durch Technik in bestimmten Bereichen des täglichen Lebens in Anspruch nehmen, um anderen Bereichen mehr Aufmerksamkeit widmen zu können. Die Nutzung mobiler Navigationssysteme im Straßenverkehr veranschaulicht diesen Trend.

Wenn die älter werdende Person frühzeitig damit beginnt, flexibel unterstützende Technologie zu nutzen, so hätte dies zwei Vorteile: Erstens findet der Anpassungsprozess der Technologie in einer Lebensphase statt, die noch nicht durch schwerwiegende körperliche und geistige Einschränkungen bestimmt wird. Dies wird es der Technologie ermöglichen, Formen der Unterstützung zu entwickeln, die der angestrebten Alltagsgestaltung möglichst nahe kommen. Zweitens lernt die Person den Umgang mit der Technologie in einer Lebensphase, in der ihr das Lernen neuer Informationen und Routinen leichter fällt als im höheren Erwachsenenalter.

Die Entwicklung flexibel unterstützender Technologie ist eine Gemeinschaftsaufgabe der Ingenieurs- und Verhaltenswissenschaften. Der vorliegende Beitrag befasst sich primär mit dem Beitrag der Verhaltenswissenschaften. Er gliedert sich im Folgenden in drei Abschnitte. Erstens werden drei Kriterien für die Bewertung technologischer Neuerungen vorgeschlagen, die sich an einer Förderung der Alltagskompetenz und der kognitiven Fähigkeiten im Alter orientieren. Zweitens werden alterungsbedingte Einbußen in kognitiven, sensorischen und motorischen Funktionsbereichen sowie deren Auswirkungen auf das tägliche Leben zusammengefasst. Drittens werden zwei Strategien vorgestellt, die auf unterschiedlichem Wege versuchen, alterungsbedingten Einbußen zu begegnen.

Begründung verhaltenswissenschaftlicher Kriterien

Menschliches Verhalten entwickelt sich im Rahmen von Möglichkeiten, die aus den Wechselwirkungen zwischen Person und Umwelt entstehen. Diese Möglichkeiten lassen sich auch als Ressourcen charakterisieren. Personen unterscheiden sich in ihrem Zugang zu Ressourcen, und Ressourcen verändern sich in Ausmaß und Zusammensetzung im Laufe des Lebens. Ressourcen wie sozialer Status, Einkommen und berufliches Wissen nehmen im späteren Erwachsenenalter oft noch zu, aber andere Ressourcen wie körperliche Fitness, Gesundheit, Sehen, Hören, Gleichgewichtskontrolle sowie der «mechanische» Aspekt der kognitiven Leistungsfähigkeit nehmen in der Regel ab.

Trotz der Verschiebung der Ressourcenlage zugunsten der Verluste und zuungunsten der Gewinne kommen viele ältere Menschen offenkundig mit den Anforderungen ihres Alltags gut zurecht. Theorien zum Ressourceneinsatz über die Lebensspanne befassen sich mit der Frage, wie ihnen dies gelingt. Diesen Theorien kann es nicht um die Minimierung von Verlusten und die Maximierung von Gewinnen im Sinne des Lösen einer mathematischen Gleichung gehen, denn das Leben als Aufgabe ist viel zu unklar definiert und vielfältig, als dass es eine eindeutige Lösung überhaupt geben, geschweige dass man sie finden könnte. Es lassen sich aber allgemeine Mechanismen angeben, etwa im Sinne von Heuristiken,¹² die den erfolgreichen Einsatz von Ressourcen im Alter wahrscheinlicher machen. So haben Paul und Margret Baltes erfolgreiches Altern als das geglückte Zusammenspiel von *Selektion*, *Optimierung* und *Kompensation* definiert.¹³ Dabei bezeichnet *Selektion* die Auswahl einer Handlungsoption unter vielen möglichen. Jeder eingeschlagene Entwicklungsweg impliziert die Negation all der anderen Wege, die nicht eingeschlagen wurden. In diesem Sinne ist Selektion eine Grundvoraussetzung jeglicher Entwicklung. Selektion kann in unterschiedlichen Situationen notwendig werden: zum einen, wenn aus der Fülle von Entwicklungswegen einer ausgewählt werden muss, und zum anderen, wenn der bevorstehende oder bereits eingetretene Verlust an Ressourcen dazu zwingt, ein Entwicklungsziel aufzugeben.

Optimierung bezieht sich auf die Investition von Ressourcen zur Erzielung von Gewinnen, so zum Beispiel auf den Erwerb neuer und die Weiterentwicklung bereits vorhandener Fertigkeiten. Die Investition

von Zeit und Anstrengung zum Erzielen von Leistungsgewinnen sind wesentliche Mittel der Optimierung.

Der dritte Mechanismus, die *Kompensation*, bezieht sich auf die Verlustseite der Entwicklung und bezeichnet Versuche, das Funktionsniveau angesichts abnehmender Ressourcen aufrechtzuerhalten. Somit stellt Kompensation eine Alternative zur verlustbasierten Selektion dar (oder bisweilen auch deren Vorstufe), weil man ein Entwicklungsziel nicht aufgibt, sondern einen größeren Anteil der verbleibenden Ressourcen in dieses Ziel investiert.

Der koordinierte Einsatz von Selektion, Optimierung und Kompensation ermöglicht es älteren Menschen, in einer abnehmenden Zahl von Funktionsbereichen ein ausreichend hohes Leistungsniveau zu erhalten. Zugleich lassen sich vor dem Hintergrund dieser allgemeinen Entwicklungsmechanismen drei Kriterien für die Entwicklung, den Einsatz und die Bewertung von Technologie im Alter bestimmen, die im Folgenden näher erläutert werden.

1. Kriterium: Positive Ressourcenbilanz Die Anwendung technologischer Hilfsmittel erfordert in der Regel einen mehr oder minder großen Aufwand an kognitiven oder körperlichen Ressourcen. Daraus folgt, dass sich der Einsatz solcher Hilfsmittel nur dann lohnt, wenn dieser Aufwand geringer ist als der damit verbundene Nutzen. Wenn zum Beispiel die Verwendung eines Mobiltelefons als Terminkalender das Durchlesen einer komplizierten Gebrauchsanweisung erforderlich macht, dann ist die Ressourcenbilanz dieser Anwendung zumindest anfänglich negativ.

Objektive und subjektive Bewertungen der Ressourcenbilanz können voneinander abweichen. Beide sind von Belang, da die wahrgenommene Einschätzung der Nützlichkeit den Gebrauch des Hilfsmittels stärker bestimmt als dessen objektiv nachweisbarer Nutzen. Zumindest langfristig sollte der Gebrauch technologischer Assistenzsysteme die Ressourcenbilanz positiv verändern. Folglich muss untersucht werden, unter welchen Bedingungen Verhalten mit Hilfsmitteln weniger Ressourcen beansprucht als Verhalten ohne Hilfsmittel.

2. Kriterium: Hoher Individualisierungsgrad Technologie kann ihre Unterstützungsfunktion oft besser erfüllen, wenn sie sich an die Gewohnheiten, Fähigkeiten und die alltägliche Umwelt des Nutzers anpasst.¹⁴

Bekanntlich sind die Leistungs- und Interessenunterschiede zwischen älteren Personen besonders groß, und durchschnittliche Alterstrends lassen sich nicht ohne weiteres auf die einzelne Person übertragen. So gibt es viele 80-Jährige, die höhere Gedächtnis- und Wahrnehmungsleistungen zeigen als 50-Jährige. Altersbezogene durchschnittliche Leistungswerte bieten also lediglich einen Ausgangspunkt für die Verwendung flexibler unterstützender Technologie. Jenseits solcher alterskorrelierten Erwartungswerte kommt es darauf an, dass sich die Technik auf die Besonderheiten und das Leistungsspektrum des einzelnen älteren Menschen einstellt. Die Technologie sollte diese mit diesem Lernprozess beginnen, bevor die ältere Person wegen körperlicher Hinfälligkeit und kognitiver Einschränkungen auf Unterstützung angewiesen ist. Wenn flexibel unterstützende Technologie frühzeitig eingeführt wird, kann sie sich ein Bild vom angestrebten Alltag der Person machen. Zugleich wird die ältere Person eher fähig und motiviert sein, den Umgang mit dieser Technologie in ihren Alltag aufzunehmen, als dies zu einem späteren Zeitpunkt der Fall wäre.

Die Forderung nach einem hohen Individualisierungsgrad unterstützender Technologie entspricht der Beobachtung, dass die konkreten Ausformungen von Selektion, Optimierung und Kompensation sowie deren Kombination von Person zu Person stark variieren. Ein hoher Individualisierungsgrad dürfte deswegen in vielen Fällen eine Voraussetzung für die positive Veränderung der Ressourcenbilanz darstellen.

3. Kriterium: Erhalt der Alltagskompetenz und Förderung von Entwicklungspotential Ob flexibel unterstützende Technologie die kognitive Leistungsfähigkeit erhält und die Fähigkeit zur selbständigen Gestaltung des Alltags erhöht, lässt sich letztlich nur beurteilen und vorhersagen, wenn die gesamte Lebensspanne in Betracht genommen wird. Die heutigen 30-jährigen Nutzer von Mobiltelefonen werden als 80-Jährige anders mit den multifunktionalen Mobilgeräten der Zukunft umgehen als die heute 80-Jährigen mit den heutigen Mobiltelefonen.

Zudem können Nutzen und Risiken technologischer Hilfsmittel unterschiedlich ausfallen, je nachdem, ob ihre Wirkungen kurzfristig oder langfristig betrachtet werden. So kann die Verwendung mobiler Navigationssysteme im privaten Autoverkehr dazu führen, dass viele Personen ihren Zielort effizienter erreichen (d. h. schneller und mit geringerem kognitiven Aufwand) und sie die frei werdenden kognitiven Ressourcen

dazu nutzen, sich während der Fahrt zu unterhalten oder einem Hörbuch zu folgen. Es ist aber denkbar (derzeit aber noch nicht nachgewiesen), dass die mit der ständigen Nutzung eines Navigationssystems verbundene chronische Entlastung des räumlichen Vorstellungsvermögens und der Raumorientierung zu einem Nachlassen der entsprechenden Fähigkeiten führt. So wurde in der Seattle Longitudinal Study, einer groß angelegten Verlaufsstudie, beobachtet, dass später geborene Geburtsjahrgänge niedrigere Leistungen im Kopfrechnen zeigten als früher geborene, und dies, obwohl generell die kognitiven Leistungen der späteren Geburtsjahrgänge im Vergleich zu den früheren eher zunahmen als sanken.¹⁵ Vermutlich hingen die abnehmenden Leistungen im Kopfrechnen mit der Einführung von Taschenrechnern im Schulunterricht zusammen. Zugleich ist bekannt, dass bei Londoner Taxifahrern (die zum Zeitpunkt dieser Studie noch kein Navigationssystem besaßen) der hintere Teil des Hippocampus, einer Gehirnregion, die beim Einprägen räumlicher Relationen eine wichtige Rolle spielt, in Abhängigkeit von der Berufserfahrung an Größe zunahm.¹⁶ Die jahrelang erhöhten Anforderungen an die Raumnavigation haben hier eine unerwartet große strukturelle Plastizität des Gehirns an den Tag gelegt.

Der Einsatz von Technologie kann aber nicht nur die Nutzung bereits vorhandener Ressourcen optimieren, sondern latentes Entwicklungspotential freilegen und Entwicklungsreserven aktivieren. Worauf es ankommt, ist die richtige Balance aus Unterstützung und Eigeninitiative.¹⁷ So sollte der Alltag Ansprüche an Lernen, Merkfähigkeit und räumliche Orientierung stellen, die hin und wieder herausfordern, letztlich aber bewältigt werden können. Flexibel unterstützende Technologie kann das Ausmaß an Unterstützung individuell einstellen und bei Bedarf reduzieren oder erhöhen. Auf diese Weise kann der Schwierigkeitsgrad des Alltags in einer Balance zwischen Unter- und Überforderung gehalten werden, die die weitere kognitive Entwicklung günstig beeinflusst.

Zukünftige Generationen älterer Menschen werden sich neue technologisch unterstützte Umwelten schaffen, die ihren veränderten Bedürfnissen und technischen Kompetenzen entsprechen. Diese Umwelten werden das Altern von Gehirn und Verhalten auf gegenwärtig noch nicht absehbare Weise verändern. Um Plastizität zu fördern und Abbau durch Nichtgebrauch zu vermeiden, sollten die kurzfristigen und langfristigen Auswirkungen dieser Veränderungen im Auge behalten werden.

Einbußen in kognitiven und körperlichen Ressourcen: Eine Übersicht

Im vorausgegangenen Abschnitt wurden drei Kriterien für den Einsatz von Technologie im Alter vorgestellt: positive Ressourcenbilanz, hoher Individualisierungsgrad, langfristiger Erhalt der Alltagskompetenz und Förderung von Plastizität. Im Folgenden soll summarisch dargestellt werden, wie kognitive, sensorische und sensomotorische Funktionen im Laufe des Erwachsenenalters nachlassen und wie diese Leistungseinbußen miteinander in Wechselwirkung stehen.¹⁸ Auf dieser Grundlage wird anschließend auf Unterstützungsbedarf näher eingegangen.

Kognition Das Verhalten von Menschen steht nicht unter der direkten Kontrolle von Sinnesreizen, sondern wird, mehr als bei jedem anderen Lebewesen, durch interne Repräsentationen von Handlungszielen und Handlungsmitteln bestimmt. Deswegen erfolgt die Regulation von Wahrnehmen, Handeln und Denken zu einem großen Teil *top down* statt *bottom up* und erfordert bewusste geistige Anstrengung oder *kontrollierte Aufmerksamkeit*.¹⁹

Die Auswirkungen alterungsbedingter Einbußen in der kontrollierten Aufmerksamkeit oder der Fähigkeit, gemäß unserer Intentionen und Pläne zu handeln, treten je nach Aufgabe und Kontext mehr oder minder deutlich zutage. Wenn Aufgaben klar strukturiert sind und ablenkende Reize fehlen, so sind sowohl die Kontrollanforderungen als auch die Alterseinbußen gering. Wenn hingegen mehrere Aufgaben gleichzeitig bearbeitet werden oder wenn Handlungsziele mit der Wahrnehmung in Konflikt geraten, dann sind die Kontrollanforderungen hoch und die alterungsbedingten Einbußen ebenfalls. Das *Arbeitsgedächtnis* dient der kontrollierten Aufmerksamkeit und bezeichnet die Fähigkeit, Informationen in der Aufmerksamkeit aktiv zu halten und sie gleichzeitig zu bearbeiten. Im Arbeitsgedächtnis werden Handlungsziele verändert und koordiniert, wenn mehrere oder komplexe Aufgaben bearbeitet werden. Auch bei Aufgaben, die das Arbeitsgedächtnis belasten, sind deutliche Leistungseinbußen die Norm.

Schließlich ist die Assoziationsbildung (*binding*) im Alter beeinträchtigt; der Ort, die Zeit und der Inhalt von Ereignissen werden weniger zuverlässig aneinandergebunden als im Kindes- und Erwachsenenalter.

230 *Ulman Lindenberger*

Außerdem greifen die Bindungsprozesse beim Wahrnehmen, Einprägen und Erinnern nicht so gut ineinander, so dass die Repräsentationen verschiedener Ereignisse weniger gut voneinander unterschieden werden können. Neue Assoziationen werden weniger leicht gebildet und gefestigt, und bereits vorhandene Assoziationen werden weniger leicht abgerufen. Gedächtnis und Lernen sind von diesen Einbußen insbesondere dann betroffen, (a) wenn die Inhalte neu und assoziativ komplex sind, (b) wenn sie der Gewohnheit und dem bereits vorhandenen Wissen zuwiderlaufen und (c) wenn die Umwelt keine Hinweise bietet, die das Einprägen oder Erinnern erleichtern.

Sehen Wie alle anderen Sinnesleistungen lässt der Sehsinn mit dem Alter nach. Bereits im mittleren Erwachsenenalter nimmt die Anpassung der Sehschärfe im Nahbereich ab.²⁰ Auch die Sehschärfe, die Kontrastwahrnehmung und das Farbsehen verändern sich. Später kommen die Zunahme der Blendempfindlichkeit sowie Schwierigkeiten bei der Anpassung an Helligkeitsunterschiede hinzu. Ab etwa 60 Jahren lässt sich bei den meisten Personen eine Abnahme des Sehfeldes nachweisen. Im Vergleich zu jungen Erwachsenen müssen Reize länger, mit mehr Kontrast und näher zum Zentrum des Sehfeldes dargeboten werden, um wahrgenommen zu werden.

Hören Nach den Kriterien der Weltgesundheitsorganisation lässt sich bei 20 Prozent der 40-bis 50-jährigen Erwachsenen eine Hörbeeinträchtigung nachweisen. Bei den 70- bis 80-Jährigen steigt dieser Anteil auf 75 Prozent. Insbesondere hohe Töne werden weniger gut wahrgenommen. Schwierigkeiten beim Verständnis gesprochener Sprache sind die wichtigste Folge alterungsbedingter Höreinbußen. Die meisten Personen über 80 Jahre verstehen etwa 25 Prozent der Wörter einer Unterhaltung nicht richtig. Durch die gleichzeitige Abnahme der kontrollierten Aufmerksamkeit fällt es vielen älteren Erwachsenen schwer, sich an Unterhaltungen in lauten Umgebungen wie Restaurants und Bars zu beteiligen. Das Sprachverständnis leidet besonders dann, wenn die Umgebung laut ist, wenn schnell gesprochen wird, wenn mehrere Personen am Gespräch teilnehmen oder wenn der Gegenstand des Gesprächs komplex und neu ist. Wie auch beim Sehsinn lassen sich Einbußen in Hörleistungen am besten als Wechselwirkung zwischen sensorischen Veränderungen wie dem Verlust von Haarzellen im Innenohr

und kognitiven Veränderungen wie dem nachlassenden Arbeitsgedächtnis begreifen.

Gleichgewichtskontrolle Die Gleichgewichtskontrolle baut auf vielen Sinnesleistungen auf; sein Gleichgewicht zu halten, erfordert die dynamische Integration visueller, auditorischer, vestibulärer und propriozeptiver Sinnesleistungen. Alle diese Sinne nehmen im Alter ab. Der Alterungsprozess führt zu weniger zuverlässigen sensorischen Informationen, einer ungenaueren Integration dieser Informationen und zu weniger effizienten Ausgleichsbewegungen zum Erhalt des Gleichgewichts. Insbesondere das Gehen ist von diesen Veränderungen betroffen. Die Zunahme von Stürzen im Alter ist das folgenreichste Anzeichen für alterungsbedingte Schwierigkeiten in der Gleichgewichtskontrolle.

Das Zusammenwirken von Kognition, Sensorik und Sensomotorik im Alter Wie bereits in den vergangenen Abschnitten deutlich wurde, verändert sich auch das Zusammenwirken von Kognition, Sensorik und Sensomotorik im Laufe des Erwachsenenalters. Junge Erwachsene müssen nur einen geringen Anteil ihrer kognitiven Ressourcen in das Sehen, das Hören oder die Gleichgewichtskontrolle investieren, da diese sensorischen und sensomotorischen Funktionen weitgehend automatisch reguliert werden. Der junge Bergsteiger in der Eigernordwand bestätigt hier als Ausnahme die Regel.

Im Alter ändert sich dieses Bild. Mehr als je, seit sie ihren Kinderschuhen entwachsen sind, sind ältere Erwachsene auch im täglichen Leben (und nicht nur wie der Bergsteiger in der Eigernordwand) darauf angewiesen, kognitive Ressourcen in ihre sensorischen und sensomotorischen Funktionen zu investieren. Sehen, Hören und Gleichgewichtskontrolle sind zunehmend auf den Einsatz kognitiver Ressourcen angewiesen. Leider nehmen aber genau jene kognitiven Ressourcen, die dazu besonders vonnöten sind, nämlich die kontrollierte Aufmerksamkeit, das Arbeitsgedächtnis und die Assoziationsbildung, ebenfalls besonders deutlich mit dem Alter ab. Der biologische Alterungsprozess führt also in ein Dilemma, weil zunehmend benötigte Ressourcen selbst im Abnehmen begriffen sind. Ein Hauptzweck des Einsatzes von Technologie im Alter könnte darin bestehen, diesem Dilemma die Spitze zu nehmen.

232 *Ulman Lindenberger*

Die Ergebnisse einer altersvergleichenden experimentellen Studie sollen exemplarisch verdeutlichen, dass das Gehen mit zunehmendem Alter die Aufmerksamkeit tatsächlich immer stärker beansprucht.²¹ Die jungen und älteren Erwachsenen, die an dieser Studie teilnahmen, wurden zunächst im Sitzen in einer Gedächtnistechnik instruiert und trainiert. Am Ende des Trainings waren alle Erwachsene, die älteren ebenso wie die jungen, in der Lage, sich im Durchschnitt an je 10 bis 12 von insgesamt 16 Wörtern einer Wortliste in der richtigen Reihenfolge zu erinnern. Nach dem Training wurden die Bedingungen variiert, in denen sich die Probanden die Wortlisten einprägen sollten – im Sitzen, im Stehen, beim Laufen einer einfachen Wegstrecke oder beim Laufen einer komplexen Wegstrecke.

Sowohl die negativen Auswirkungen des gleichzeitigen Gehens auf die Gedächtnisleistung als auch die negativen Auswirkungen des gleichzeitigen Einprägens von Wörtern auf die Schnelligkeit und Genauigkeit des Gehens nahmen mit dem Alter zu. Im Gedächtnisbereich war die Zunahme dieser sogenannten Doppelaufgabenkosten besonders ausgeprägt (Abb. 1). Hier zeigten bereits Personen im mittleren Erwachsenenalter größere Leistungseinbußen als junge Erwachsene. Außerdem waren die Kosten bei der komplexen Wegstrecke generell größer als die Kosten bei der einfachen Wegstrecke – ein weiterer Hinweis darauf, dass die Leistungseinbußen im Gedächtnisbereich mit einem Mehrbedarf an kontrollierter Aufmerksamkeit für das Gehen einhergehen. Offensichtlich beanspruchte das Gehen bei den älteren Probanden einen größeren Anteil an kognitiven Ressourcen als bei den jüngeren, die dann beim Bearbeiten der Gedächtnisaufgabe fehlten. Da die älteren Teilnehmer an dieser Studie körperlich und geistig besonders fit waren, sind die entsprechenden Altersunterschiede in der Bevölkerung im Vergleich zu dieser Studie eher größer als kleiner.

Technologieeinsatz im Alter: Mögliche Strategien

Wie kann Technik dem Dilemma begegnen, dass ältere Menschen einen immer größeren Teil ihrer kognitiven Ressourcen für Sehen, Hören und Gehen einsetzen müssen, diese kognitiven Ressourcen aber selbst im Schwinden begriffen sind? Mindestens zwei verschiedene Strategien sind denkbar: Die eine geht das Dilemma von der sensomotorischen

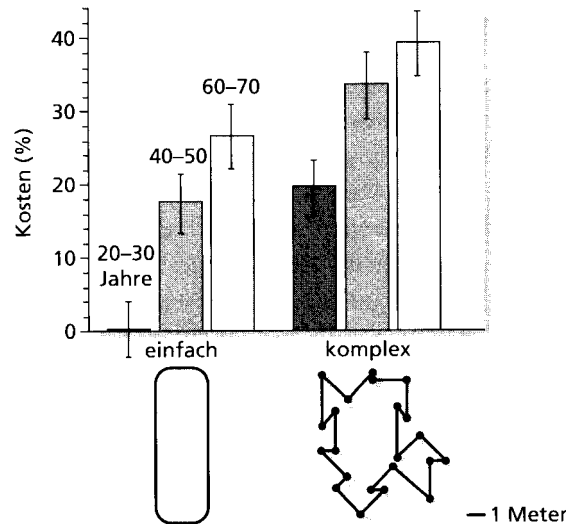


Abbildung 1: Der Aufmerksamkeitsbedarf des Gehens nimmt im Laufe des Erwachsenenalters zu. Dargestellt sind die Auswirkungen des Gehens auf die Gedächtnisleistung. Die dargestellten Doppelaufgabenkosten beziehen sich auf die Abnahme der Gedächtnisleistung beim Gehen auf einer ovalen und einer unregelmäßigen Wegstrecke im Vergleich zur Gedächtnisleistung beim Sitzen und Stehen. Personen im mittleren und höheren Erwachsenenalter zeigen deutlich größere Doppelaufgabenkosten als junge Erwachsene. Der Grundriss der beiden Wegstrecken ist unter dem Säulendiagramm aufgetragen.

Seite an, die andere von der kognitiven. Flexibel unterstützende Technologie kann vor allem bei der Abschwächung der kognitiven Seite des Dilemmas zukünftig eine wichtige Rolle spielen.

Die sensomotorische Strategie Wenn man den kognitiven Ressourcenaufwand von sensomotorischen Funktionen wie etwa dem Gehen durch entsprechende Hilfsmittel reduziert, so sollte dies dazu führen, dass die frei werdenden Ressourcen für andere Leistungen eingesetzt werden können. Gehstöcke und andere Gehhilfen folgen offensichtlich diesem Grundsatz. Weitere Beispiele im sensorischen Bereich sind die Beseitigung störender Hintergrundgeräusche sowie blendfreie, gut ausgeleuchtete Arbeitsplätze. Unterstützende Technologie in diesem einfachen Sinne befolgt allgemeine Grundsätze der Ergonomie sowie des funktionalen Designs und bedarf keiner besonderen Anpassung an die einzelne

234 *Ulman Lindenberger*

Person. Andere Hilfsmittel wie Brillen sind personenspezifisch und bedürfen der gelegentlichen Anpassung.

Technik, die Sinnesleistungen kognitiv entlasten soll, kann aber auch recht komplex sein. So empfinden viele ältere Erwachsene das Einstellen ihrer Hörgeräte als mühselig und nutzen diese Geräte auch dann nicht, wenn sie eines besitzen. Die Ressourcenbilanz oder der Grenznutzen dieser Geräte wird als negativ empfunden, weil der potentielle Gewinn – weniger anstrengendes Hören – den mit der Bedienung dieser Geräte verbundenen kognitiven Aufwand nicht aufwiegt. Moderne Hörgeräte passen ihre Verstärkungseigenschaften automatisch der Raumsituation an, sind leichter zu bedienen und werden vermutlich aus diesem Grund auch eher eingesetzt.

Wie an einer weiteren experimentellen Untersuchung gezeigt werden soll, können einfache Formen der sensorischen oder sensomotorischen Unterstützung erstaunlich effektiv sein.²² In der Untersuchung wurden junge und ältere Personen gebeten, sich auf einem Laufband durch ein virtuelles Labyrinth zu bewegen, das vor ihnen auf eine Leinwand projiziert wurde. Das Labyrinth stellte ein Museum dar, und die Lernaufgabe bestand darin, zweimal hintereinander auf dem direktesten Weg vom Eingang des Museums bis zum Bistro zu gehen (eine Aufgabe, deren Sinn von allen Probanden nachvollzogen wurde). In der Bedingung mit sensomotorischer Unterstützung hielten sich die Probanden beim Laufen an einem Geländer fest. In der Bedingung ohne Unterstützung liefen sie auf dem Laufband, ohne sich festzuhalten.

Abbildung 2 zeigt die Laufstrecke in Metern, die die Probanden benötigten, bis sie in der Lage waren, das Lernkriterium zu erreichen. Höhere Werte stehen hier also für niedrigere Lernleistungen. Die Lernleistung der jungen Erwachsenen wurde nicht davon beeinflusst, ob sie sich am Geländer festhielten oder nicht. Hingegen zeigten die älteren Erwachsenen deutlich bessere Lernleistungen, wenn sie sich beim Navigieren durch das Labyrinth am Geländer festhalten konnten. Die Stabilisierung des Gleichgewichts durch technische Hilfsmittel verbesserte die räumliche Orientierung der älteren Personen in einem ganz beträchtlichen Ausmaß. Die Ergebnisse dieser Studie belegen erneut die enge Verbindung zwischen Sensomotorik und Kognition im Alter.

Die kognitive Strategie Ähnlich wie körperliches Fitnessstraining versucht die sensomotorische Strategie, Leistungen im kognitiven Bereich zu steigern, indem die Hypothek des Körpers auf den Geist reduziert wird. Umgekehrt kann aber auch der Versuch unternommen werden, den Ressourcenaufwand kognitiver Aufgaben durch den Einsatz moderner Technologie direkt zu reduzieren. Der zentrale Gedanke dieser Strategie besteht darin, das Wissen älterer Menschen über ihren eigenen Alltag zu nutzen sowie Regelmäßigkeiten in ihren Verhaltensweisen und ihrer Umwelt zu erkennen und durch geeignete Hinweise zu unterstützen.

Gegenwärtig entsteht bisweilen der Eindruck, dass sich ältere Erwachsene an die Erfordernisse der Technik anpassen sollen. Häufig jedoch ist das Gegenteil sinnvoll und mittlerweile auch technisch möglich. Ingenieure und Psychologen sollten ältere Personen als «Experten ihres eigenen Lebens» begreifen, als Personen, die ein reichhaltiges Wissen über ihre persönlichen Vorlieben, Gewohnheiten und Besonderheiten besitzen. Zugleich fällt es ihnen bisweilen schwer, wie allen anderen Menschen auch, dieses Wissen an Ort und Stelle einzusetzen – etwa wenn sie

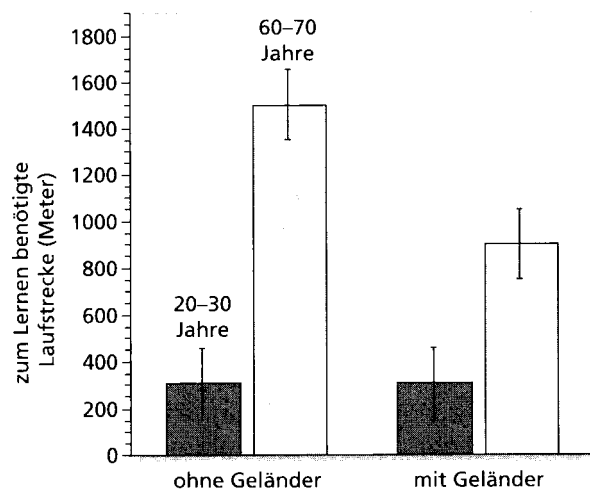


Abbildung 2: Altersunterschiede in der Raumnavigation können durch sensomotorische Unterstützung verringert werden. Die Probanden bewegen sich auf einem Laufband durch ein virtuelles Labyrinth. Die Säulen zeigen die im Labyrinth zum Erlernen eines Wegs zurückgelegte Strecke. Das Stützen auf ein Geländer verbessert die Lernleistung der älteren Erwachsenen, aber nicht die der jüngeren Erwachsenen.

müde sind, wenn sie abgelenkt werden, wenn mehrere Ziele gleichzeitig verfolgt werden sollen oder wenn ihre Sinne und ihr Körper die kognitiven Ressourcen aus den oben dargelegten Gründen auf sich ziehen. *Der zentrale Gedanke der kognitiven Strategie besteht nun darin, äußere Hinweisreize (cues) anzubieten, die Menschen darin unterstützen, ihre eigenen Ziele nicht aus den Augen zu verlieren und beabsichtigte Handlungen auch tatsächlich durchzuführen.*

Seit langem ist bekannt, dass Hinweisreize zielgerichtetes Handeln effizient unterstützen.²³ So belegt die Erfindung der Gedächtnistechniken in der Antike, wie wirksam Hinweisreize unser Denken und Handeln organisieren können. Cicero nutzte als Redner die Gedächtnistechnik der Methode der Orte, indem er beim Vorbereiten einer Rede deren Argumente bildlich mit Gegenständen verknüpfte, die sich in den verschiedenen Räumen eines Hauses befanden. Während der Rede ging er dann gedanklich von Raum zu Raum und erinnerte sich beim vorgestellten Betrachten der Gegenstände auch an die mit ihnen verknüpften Inhalte seiner Rede.

Was zeichnet zuverlässige Hinweisreize aus? Besonders wichtig sind zwei Eigenschaften: *Passung (compatibility)* und *Unterscheidbarkeit (distinctiveness)*.²⁴ Die Passung eines Hinweisreizes ist hoch, wenn er möglichst direkt auf Merkmale des zu aktivierenden Gedächtniseintrags oder der auszulösenden Handlung verweist. Zum Beispiel ist für Autofahrer die Passung des Stopp-Verkehrszeichens mit der auszulösenden Handlung groß, weil dieses Zeichen im Laufe des Lebens fest mit der Handlung des Anhaltens verknüpft wurde.

Hinweisreize sollen aber nicht nur passen, sie sollen auch unterscheidbar sein, das heißt, ein bestimmter Hinweisreiz sollte nur die gewünschte Handlung aktivieren und nicht zugleich eine Vielzahl anderer konkurrierender Handlungen. Auch die Unterscheidbarkeit von Hinweisreizen variiert nach Person und Kontext. Ein aktuelles Beispiel sind die Klingeltöne von Mobiltelefonen; ein Klingeln, das sich vor kurzem noch gut von dem anderer Telefone unterschied, kann einige Tage später dazu führen, dass sich mehrere Personen irrtümlich veranlasst sehen, nach ihrem Handy zu greifen.

Wenn Personen sich ihre Hinweisreize selbst schaffen, sei es mit Absicht oder beiläufig durch die Spuren ihrer Handlungen, dann stehen die Chancen einer hohen Passung und einer hohen Unterscheidbarkeit gut, weil diese Hinweisreize ihrem Wissen und ihren Gewohnheiten genau entsprechen. So bat der finnische Psychologe Mäntylä junge Erwach-

senen, sich zu jedem einzelnen Wort, das ihnen auf einem Bildschirm dargeboten wurde, drei Wörter auszudenken, die gut zu diesem Wort passen.²⁵ Die Probanden wussten nicht, dass sie sich später an das dargebotene Wort erinnern sollten. Zeigte man den Probanden am selben Tag jeweils die drei von ihnen selbst erzeugten Hinweiswörter und bat sie, sich ohne weitere Hilfe an das dargebotene Wort zu erinnern, so gelang ihnen dies in über 90 Prozent der Fälle! Im Durchschnitt erinnerte sich jeder einzelne Proband an 459 von 504 dargebotenen Wörtern. Eine Woche später lag die Erinnerungsleistung immerhin noch bei 327 Wörtern. Zeigte man den Probanden hingegen die Hinweiswörter, die sich andere Personen ausgedacht hatten, so waren die Erinnerungsleistungen deutlich geringer. Bei älteren Erwachsenen sind die mit derselben Methode beobachteten Erinnerungsleistungen zwar niedriger als bei jungen Erwachsenen, aber immer noch erstaunlich hoch.²⁶

Flexibel unterstützende Technologie sollte an der Wirksamkeit selbst erzeugter Hinweisreize ansetzen. Sie sollte die Gewohnheiten und Vorlieben ihrer Nutzer erlernen und anschließend bei Bedarf durch Hinweise unterstützen. Wie dies geschehen könnte, soll abschließend an einem Beispiel gezeigt werden.

Intelligent technologische Unterstützung im Alter: Ein fiktives Beispiel

Frau Müller, eine 90-jährige Witwe, lebt in ihren eigenen vier Wänden in einer Kleinstadt. Ihre Kernfamilie besteht aus zwei verheirateten Töchtern und deren Kindern. Frau Müller ist geistig rege und körperlich weitgehend gesund und möchte so lange wie möglich ihren eigenen Haushalt in ihrer eigenen Wohnung führen. Sie ist eine sehr gute Skatspielerin. Im letzten Jahr gewann sie bei einem Turnier den ersten Preis; der Pokal steht in ihrem Wohnzimmer.

Zu ihrem 90. Geburtstag erhält sie von einem ihrer Enkel ein elektronisches Gerät. Es sieht aus wie ein etwas zu groß geratenes Mobiltelefon, und es funktioniert auch wie ein Mobiltelefon. Frau Müller hat schon seit Jahren Mobiltelefone benutzt, und die Umstellung auf das neue Gerät bereitet ihr keine großen Schwierigkeiten. Als Mobiltelefon nimmt sie es immer mit, wenn sie ihre Wohnung verlässt.

Neben seiner Eignung als Handy besitzt das Gerät zusätzliche Funk-

tionen und Ausstattungsmerkmale. Das Display ist ungewöhnlich groß und gut ausgeleuchtet. Es verfügt über eine GPS-Funktion und kann im Freien gut geortet werden. Außerdem besitzt es einen Bewegungssensor, eine Funkschnittstelle und die Fähigkeit zum maschinellen Lernen. Wenn Frau Müller zu Hause ist, nimmt das Gerät Kontakt zu ihrem Festnetztelefon auf und registriert die Anrufe.

Anfänglich nutzt das Gerät für Frau Müller nur als Mobiltelefon. Das Gerät erlernt im Laufe der Zeit die wiederkehrenden Muster im Alltag von Frau Müller. So entdeckt es, (a) dass Frau Müller ungefähr alle zwei Tage am Nachmittag ihre jüngere Tochter anruft; (b) dass sie die ältere Tochter täglich am frühen Morgen anruft; (c) dass sie einmal in der Woche, zumeist am Sonntag, das Grab ihres verstorbenen Mannes besucht; (d) dass sie jeden Samstag zum Friseur geht; (e) dass sie morgens spätestens um 9 Uhr das Gerät bewegt.

Ab dem 94. Lebensjahr treten bei Frau Müller kognitive Leistungseinbußen auf, die ihr im alltäglichen Leben Probleme bereiten. So vergisst sie öfter, was sie gerade vorhatte, und sie lässt sich leichter ablenken. Ihr Zeitgefühl und ihr räumliches Orientierungsvermögen lassen ebenfalls nach. Das Gerät übernimmt nun allmählich Hinweisfunktionen. «Tochter Anna anrufen!» oder «Wie wäre es, zum Friseur zu gehen?» – zunächst ist Frau Müller etwas irritiert, als ihr Handy damit beginnt, ihr solche Fragen zu stellen. Mit der Zeit gewöhnt sie sich jedoch an diese Hinweise und empfindet sie sogar als angenehm und entlastend, zumal sie bemerkt, wie sehr sie die Töchter mit ihrer Alltagskompetenz und Unabhängigkeit beeindruckend kann. Das Gerät bemerkt auch Veränderungen im Alltag von Frau Müller. Zum Beispiel besucht Frau Müller das Grab ihres verstorbenen Mannes nur noch alle zwei Wochen anstatt wöchentlich. Dabei nutzt sie mittlerweile den Navigationsassistenten, der sie von ihrer Wohnung zum Friedhof führt. Der Enkel, von dem sie das Gerät bekam und der Informatik studiert, hat diese zusätzlichen Funktionen nach und nach aktiviert.

Frau Müller hat sich auch angewöhnt, die Einkaufsfunktion des Geräts zu nutzen. Bevor die das Haus verlässt, setzt sie sich an den Küchentisch und liest dem Gerät die Einkaufsliste vor. Die Läden der Kleinstadt sind mittlerweile mit einem Funknetz ausgestattet, und dem Gerät ist bekannt, welche Läden Frau Müller oft besucht. Das Gerät gleicht die Einkaufsliste mit dem Angebot der Läden ab und schlägt Frau Müller einen Einkaufsweg vor. Beim Einkaufen hilft ihr dann wieder der Navi-

gationsassistent, der sie von einem Laden zum nächsten führt. Wenn Frau Müller einen Laden betritt, erscheinen die Bezeichnungen der Dinge, die sie dort kaufen wollte, auf dem Display des Geräts. Beim Bezahlen werden sie durch ein Funksignal der Kasse als erledigt gekennzeichnet und dann von der Einkaufsliste genommen.

Eines Morgens geht es Frau Müller nicht gut, und sie ist nicht imstande, ihr Bett zu verlassen. Das Gerät fängt an zu klingeln, weil es bereits 9:15 Uhr ist und es noch nicht bewegt wurde. Frau Müller kann es jedoch nicht erreichen. Um 9:30 Uhr alarmiert das Gerät den ärztlichen Notfalldienst, und ein Krankenwagen fährt Frau Müller rechtzeitig zur medizinischen Behandlung ins Krankenhaus.²⁷

Ausblick

Dieser Aufsatz hat die Rolle der Technologie für die Zukunft des Alterns aus der Sicht der Verhaltenswissenschaften erläutert. Es ist zu erwarten, dass durch den Einsatz flexibel unterstützender Technologie neue Abhängigkeiten entstehen werden. Deswegen sind empirische Untersuchungen der Folgen unerlässlich. Wie bei jeder neuen Entwicklung gilt es, Risiken und Chancen gleichermaßen in Betracht zu ziehen. Auf der einen Seite kann die chronische Nutzung technischer Hilfsmittel Ressourcen durch Nichtgebrauch mindern, die Motivation untergraben und Unselbständigkeit erzeugen. Auf der anderen Seite kann flexibel unterstützende Technologie die Balance aus Unterstützung und Herausforderung verbessern, die Alltagskompetenz erhöhen und die soziale Teilhabe stärken, mit positiven Auswirkungen auf die kognitive Leistungsfähigkeit, das Wohlbefinden und das Selbstwertgefühl. Ingenieure, Verhaltenswissenschaftler und die älter werdenden Menschen selbst können dafür sorgen, dass die Chancen überwiegen.²⁸