

Bewegung, körperliche und geistige Mobilität im Alter

Alter(n) ist mit einer Reihe körperlicher und kognitiver Funktionseinbußen sowie mit Veränderungen der Persönlichkeit und der sozialen Beziehungen verbunden. Altern birgt aber nicht nur Defizite und damit auftretende Probleme, es ist auch durch Kompetenzen, Potenziale und Chancen gekennzeichnet. Dementsprechend wird seit den 1980er-Jahren das Stereotyp eines durch Defizite und Verluste geprägten Alter(n)s von der Entwicklungsforschung und der Gerontologie als zu einseitig und unvollständig zurückgewiesen und durch ein differenzierteres Altersbild ersetzt, das auch die Facette des „produktiven“ und „erfolgreichen“ Alter(n)s umfasst. Neben den unbestrittenen Krisen und Verlusten werden in dieser Sicht auf das Alter(n) auch die Chancen und Optionen eines „gelingenden Alterns“ betont [1, 2]. Natürlich verschiebt sich die Balance zwischen Zugewinn und Abbau, besonders im hohen Alter (ab ca. 80 Jahren), zu Gunsten des Letzteren. Aber dennoch kann eine gesunde ältere Person nach dem Renteneintritt noch ca. 2 gesunde Lebensjahrzehnte erwarten, verbunden mit einer Reihe körperlicher und kognitiver Herausforderungen und vielen neuen Erfahrungen, die im Folgenden ausgeführt werden.

Wie in der Wissenschaft üblich und im Sinne der Vereinfachung auch hilfreich, gehen wir in unseren Ausführungen vom durchschnittlichen Altern aus. Dies darf aber nicht vergessen lassen, wie groß die Unterschiede zwischen Personen gerade im Alter sind. Ältere Menschen unterscheiden sich sehr viel stärker als jüngere

in ihrer körperlichen und kognitiven Leistungsfähigkeit, ihren Interessen und ihrer Lebensgestaltung. Personen im gleichen Lebensalter können unterschiedlich viele und stark ausgeprägte Verluste zeigen. Es gibt Personen, die auch im hohen Alter noch sehr kreativ, einsichtsvoll und mobil sind. Es gibt aber auch Menschen, deren kognitive und motorische Funktionen stark nachlassen. Sogar bei ein und derselben Person können deutliche Unterschiede hinsichtlich des Alterns einzelner körperlicher und geistiger Funktionen bzw. Fähigkeiten bestehen. Diese mit dem Alter zunehmende inter- und intraindividuelle Variabilität liegt in der interaktiven Natur der menschlichen Entwicklung begründet, die immer von biologischen und kulturellen Quellen beeinflusst wird. Damit ist gleichzeitig die Möglichkeit einer positiven Einflussnahme eröffnet. So sind neben biologischen (genetischen) auch kulturelle Faktoren wie Umgebungseinflüsse, Ernährung, Rauchen, Bewegungsmangel oder Stress und vor allem die Wechselwirkungen zwischen diesen Einflussgrößen von großer Bedeutung. Deshalb kann es nicht nur ein Bild des erfolgreichen Alterns geben, das für alle Menschen Gültigkeit besitzt. Vielmehr existieren viele individuelle Formen eines gelingenden Alterns, die je nach Biographie, persönlichen Lebenszielen und den konkreten Lebensumständen sehr unterschiedlich aussehen können [1].

Dieser Beitrag gliedert sich in 3 Abschnitte. Zunächst wird ein Überblick über biologische Altersveränderungen und deren Einfluss auf verschiedene Körperfunk-

tionen sowie auf die kognitive Leistungsfähigkeit gegeben. Anschließend werden dann die Potenziale des Alters und Alterns dargestellt. Am Beispiel der körperlichen Aktivität wird aufgezeigt, wie die Entwicklung insgesamt und die physiologische im Besonderen, die Langlebigkeit und das Auftreten chronischer Erkrankungen beeinflusst werden können. Für den Bereich der geistigen Fähigkeiten werden verschiedene Befunde zur kognitiven Plastizität vorgestellt. Schließlich wird mit Rückgriff auf aktuelle neurophysiologische, bewegungswissenschaftliche und psychologische Studien die enge Verzahnung zwischen Körper und geistiger Leistungsfähigkeit herausgearbeitet und aufgezeigt, dass Bewegung „dem Geist Beine machen“ kann.

Biologisches und kognitives Altern

Altern körperlicher Funktionen

Das Altern bringt Leistungseinschränkungen der meisten Organfunktionen und eine Reduktion der physischen und psychischen Reservekapazität mit sich. Biologische Veränderungen beruhen auf anatomischen (Gewebe, Organe, Systeme) und zellulären (DNA, Proteine, Lipide, Kohlenhydrate etc.) Alterungsprozessen, die in Veränderungen des äußeren Erscheinungsbildes und der physiologischen Funktionen resultieren. Mit zunehmendem Alter kommt es zu Veränderungen des Bewegungsapparates (z. B. Knochendichte, Muskel-Fett-Verteilung), der sensorischen Funktionen (z. B. Sehen, Hören, Geschmack, Geruch,

Tastsinn), des Herz-Kreislauf-Systems (z. B. maximale Herzfrequenz und Sauerstoffaufnahme, Blutdruck), der Funktionsfähigkeit der inneren Organe (z. B. Lungenvolumen, Glukosestoffwechsel), der Haut und der Haare. Diese Prozesse beginnen bereits ab dem 30.–40. Lebensjahr (oder sogar noch früher). Sie verlaufen allerdings langsam, sodass sie erst im späteren Leben, oftmals auch erst im hohen Alter, deutlich in Erscheinung treten [3]. Die mit dem Alter verbundene Abnahme der funktionellen Reservekapazität der Gewebe und Organsysteme sowie das gleichzeitige Auftreten von Alterungsprozessen in vielen Körpersystemen führt bei Überschreitung von Schwellenwerten schließlich zu Störungen der Homöostase, das heißt zu einer reduzierten Anpassungsfähigkeit und Widerstandsfähigkeit des Organismus. Die Folgen sind eine erhöhte Vulnerabilität, also Anfälligkeit für Krankheiten und eine verringerte körperliche Leistungsfähigkeit. Damit steigt das Risiko für chronische Erkrankungen, Multimorbidität, verschiedene so genannte Alterskrankheiten und Pflegebedürftigkeit. So liegen bei ca. 96% der über 70-Jährigen mindestens eine und bei 30% 5 und mehr internistische, neurologische oder orthopädische behandlungsdürftige Erkrankungen vor [4]. Zwei große Krankheitsgruppen stehen im Häufigkeitsspektrum an erster Stelle: Erkrankungen des kardio- und zerebrovaskulären Systems und Erkrankungen des Bewegungsapparates [4].

Altern zentralnervöser Funktionen

Ebenso wie bei den Körperfunktionen zeigen sich auch bei einigen zentralnervösen Funktionen, beginnend mit dem jungen Erwachsenenalter, zunehmende Einschränkungen. Aber auch hier können Beginn und Verlauf zwischen einzelnen Individuen und bei einem Individuum für verschiedene mentale Funktionen sehr unterschiedlich sein.

In Bezug auf die anatomischen Veränderungen des Gehirns war seit den Arbeiten von Brody et al. in den 1950er- und 1960er-Jahren die Ansicht verbreitet, dass die Anzahl kortikaler Neurone mit dem Alter abnimmt und dieser Prozess mit dem Verlust kognitiver Leistungsfähigkeit zusammenhängt [5]. Inzwischen haben aber viele Studien belegt, dass die Neuronenzahl im al-

Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2006 · 49:558–566
DOI 10.1007/s00103-006-1269-9
© Springer Medizin Verlag 2006

C. Voelcker-Rehage · B. Godde · U. M. Staudinger

Bewegung, körperliche und geistige Mobilität im Alter

Zusammenfassung

Alter und Altern gehen mit einer Reihe körperlicher und geistiger Veränderungen einher. Allerdings sind diese so genannten Alterserscheinungen nicht alle genetisch determiniert oder unwiderruflich, sondern können durchaus zum Teil verzögert, vermieden oder kompensiert und teilweise sogar wieder rückgängig gemacht werden. In diesem Beitrag wollen wir die Plastizität, man könnte auch sagen die Beweglichkeit, des körperlichen und geistigen Alterns aufzeigen und deutlich machen, inwiefern durch einen entsprechenden Lebensstil oder durch gezielte Interventionen die Reservekapazität des alternden Menschen ausgeschöpft und somit positiv auf den Altersprozess eingewirkt werden kann. Am Beispiel körperlicher Aktivität wird verdeutlicht, wie Einfluss auf die physiologi-

sche Entwicklung, die kognitive Leistungsfähigkeit, die Langlebigkeit sowie die Entstehung und das Auftreten chronischer Erkrankungen genommen werden kann. Für die geistige Entwicklung wird gezeigt, dass auch diese plastisch ist und entscheidend durch Verhalten und Aktivität – und dies umfasst nicht nur geistige, sondern auch körperliche Aktivität – beeinflusst werden kann. Ein besonderes Anliegen ist es uns, die enge Vernetzung zwischen körperlicher und geistiger Leistungsfähigkeit deutlich zu machen.

Schlüsselwörter

Körperliches Altern · Kognitives Altern · Körperliche Aktivität · Plastizität · Lebensstil

Activity, physical and psychological mobility in old age

Abstract

Old age and aging are accompanied by a number of physical and mental changes. However, these so-called age-dependent processes are not exclusively genetically determined or irreversible but can be partially delayed, prevented, or compensated and some can even be reversed. The goal of this article is to highlight the plasticity, or the "mobility", of physical and mental aging. We will point out in what respects an appropriate lifestyle or purposeful interventions can positively influence the reserve capacity of aging human beings and the aging process. Using the example of physical activity, we will illustrate how we can influ-

ence physiological development, cognitive performance, longevity, as well as the development and the occurrence of chronic diseases. Additionally, it is shown that cognitive development is malleable as well. It is facilitated or debilitated by behavior and activity – this covers not only cognitive but also physical activity. It is our particular concern to demonstrate the close interconnectedness of body and mind.

Keywords

Physical activity · Physical aging · Cognitive aging · Plasticity · Lifestyle

ternden Gehirn, wenn überhaupt, nur geringfügig reduziert ist oder sogar konstant bleibt [6, 7]. Bei einer interindividuellen Variabilität der absoluten Neuronenzahl von 100–300% (je nach Region) erscheint eine geringe Abnahme der Zellzahl für Leistungsverluste im Alter von untergeordneter Bedeutung. Es zeigt sich diesbezüglich allerdings ein sehr starker Unterschied zwischen gesunden älteren Probanden und Alzheimer-Patienten, bei denen in der Tat Zellverluste in einer Größenordnung von 30–50% gemessen wurden [8]. Entsprechend scheint beim gesunden kognitiven Altern nicht die Anzahl der Neurone entscheidend zu sein, sondern deren Spezifität und Vernetzung. So nimmt die Anzahl der Synapsen und damit der Kontakte zwischen den Neuronen mit dem Alter signifikant ab [6]. Auch das Volumen der weißen Substanz, also der kortikalen Nervenfasern und -bahnen verringert sich zwischen dem 30. und 90. Lebensjahr um bis zu 26% [9]. Dabei sind allerdings verschiedene Bereiche im Gehirn unterschiedlich stark betroffen. Die größten morphologischen Veränderungen finden sich im präfrontalen und mediofrontalen Kortex. Diese Areale sind vor allem für die exekutive Kontrolle und für die Gedächtnisbildung von Bedeutung. Auch das frontostriatale Netzwerk ist im Alter beeinträchtigt, wodurch Veränderungen in den Neurotransmittersystemen, z. B. eine Abnahme der Dopaminproduktion, im alternden Gehirn beobachtet werden können [10].

Als weitere physiologische Altersveränderungen des Gehirns sind eine Verringerung des zerebralen Blutflusses sowie eine reduzierte hämodynamische Antwortstärke, also eine geringere aufgabenspezifische Erhöhung der lokalen Sauerstoffsättigung in beteiligten Hirnregionen, zu nennen [11, 12]. Studien mit bildgebenden Verfahren zeigen bei älteren Personen im Vergleich zu jüngeren Probanden häufig eine aufgabenabhängige Unteraktivierung spezifischer Gehirnregionen und damit verbunden eine verschlechterte kognitive Leistung. Die altersabhängige Unteraktivierung betrifft häufig den präfrontalen Kortex und damit eine Region, die vor allem für das Arbeitsgedächtnis und die exekutive Kontrolle, d. h. z. B. für die Enkodierung und den Abruf von Informationen sowie die Steuerung von Aufmerksamkeit

wichtig ist [13]. Auch gegenteilige Prozesse, nämlich eine verstärkte Aktivierung spezifischer Gehirnregionen oder auch veränderte Aktivierungsmuster, wie z. B. eine abnehmende Lateralisierung, sind im Alter zu beobachten – und dies häufig bei gleichbleibender kognitiver Leistung [14].

Altern kognitiver Prozesse

Die mit dem Alter eintretenden physiologischen Veränderungen im Gehirn stehen mit altersabhängigen Verlusten kognitiver Leistungen im Zusammenhang (zu den Hintergründen siehe unten). Hierzu zählen die Abnahme der Informationsverarbeitungs- und Wahrnehmungsgeschwindigkeit, der Reaktionsgeschwindigkeit, der Fähigkeit zur Lösung neuartiger kognitiver Probleme (schlussfolgerndes Denken) und eine größere Störanfälligkeit von Lernvorgängen. Auch die Fähigkeit zum Abrufen von Informationen aus dem Langzeit- und Arbeitsgedächtnis (d. h. wie viele Informationen man gleichzeitig aktiv halten und miteinander verknüpfen) sowie die selektive Aufmerksamkeit nehmen mit fortschreitendem Alter (bereits ab dem 25.–30. Lebensjahr) ab [15]. Diese an intakte neuronale Strukturen und Prozesse gebundenen kognitiven Leistungen werden unter der Bezeichnung „fluide Intelligenz“ oder auch „Mechanik der Intelligenz“ subsumiert.

Erklärungsansätze für die beobachteten negativen Alterseffekte in der Mechanik der Intelligenz sind

- eine Abnahme der Informationsverarbeitungsrate im Alter [16],
- eine reduzierte Kontrollfähigkeit sowohl hinsichtlich des Umfangs der verfügbaren Informationen als auch der Hemmung aufgabenirrelevanter Informationen (exekutive Kontrolle) [17] und
- ein Wettbewerb um kognitive Ressourcen aufgrund sensorischer und motorischer Einbußen.

Das heißt, die durch die oben beschriebenen biologischen Abbauprozesse beeinträchtigte Integrität der Verarbeitungsprozesse im Gehirn führt dazu, dass immer weniger kognitive Ressourcen zur Verfügung stehen, die aber wiederum verstärkt zur Ausführung vorher automatisierter Prozesse (z. B. Gehen, Sehen, Hören) be-

nötigt werden, sodass sie nicht mehr für andere kognitive Leistungen nutzbar sind [18]. Aktuelle Studien belegen, dass es gerade im Alter einen ausgeprägten Zusammenhang zwischen sensorischen, motorischen und kognitiven Leistungen gibt. So sind z. B. auditorische und visuelle Defizite ein wichtiger Indikator für das zunehmende Nachlassen der kognitiven Leistungsfähigkeit [19, 20].

Nach dem 2-Komponentenmodell der Intelligenz steht die primär biologisch bestimmte fluide Intelligenz oder Mechanik der vornehmlich kulturell geprägten kristallinen Intelligenz oder Pragmatik gegenüber [21]. Mechanik und Pragmatik der Kognition zeigen unterschiedliche Altersverläufe. Während bei der Mechanik, d. h. der fluiden Intelligenz, aufgrund ihrer vornehmlich biologisch-genetischen Bestimmtheit und ihrer Abhängigkeit von Gesundheitsfaktoren ein Abbau und/oder Verlust mit fortschreitendem Alter wahrscheinlich ist, ist der Entwicklungsverlauf der Pragmatik, die stärker von soziokulturellen Einflüssen geprägt wird, durch Stabilität und unter bestimmten Bedingungen auch durch Zugewinne gekennzeichnet [18]. Erst im sehr hohen Alter zeigen sich auch bei ihr Verschlechterungen. Zur Pragmatik, d. h. zur kristallinen Intelligenz, zählen z. B. erworbene Denk- und Lernstrategien sowie erfahrungsbezogenes Wissen, Fähigkeiten wie Lesen und Schreiben oder berufliche Fertigkeiten. Diese sich bis ins höhere Lebensalter erhaltenden oder sich sogar entwickelnden Wissenskörper helfen, die Abbauerscheinungen in der kognitiven Mechanik auszugleichen. Im Alltag treten daher die Defizite in der fluiden Intelligenz unter normalen Anforderungen nicht in den Vordergrund. Unterschiede zwischen älteren und jüngeren Personen zeigen sich folglich vor allem mit steigender Aufgabenkomplexität, Bearbeitungsgeschwindigkeit und bei Aufgabenneuheiten [22]. Dies konnten z. B. Studien verdeutlichen, in denen die Versuchspersonen gefordert waren, mehrere Aufgaben (z. B. eine kognitive und motorische Aufgabe oder 2 kognitive Aufgaben) gleichzeitig zu lösen [23, 24].

Für den Bereich der Lebenserfahrung und der Fähigkeit zum Lösen altersrelevanter Probleme liegen gemischte Befunde vor. Hier kommt es auf das Ausmaß der mechanischen Anteile an der jeweili-

gen Aufgabe an sowie darauf, ob vorhergehende Erfahrungen genutzt werden können bzw. ob es sich um eine neue kognitive Anforderung handelt. Bei Aufgaben, deren Lösung überwiegend mechanische Anteile der Kognition ansprechen, z. B. das Verständnis von Gebrauchsanleitungen neuer Geräte oder die Bedienung von Automaten im öffentlichen Bereich, zeigt sich ab dem mittleren Erwachsenenalter ein Leistungsabbau. Hingegen finden sich im Hinblick auf die Umsetzung von Aufgaben des täglichen Lebens, für die eine lange Vorerfahrung besteht, während des normalen Alterns keine entsprechenden Einbußen [25, 26]. Die Stärke im Umgang mit Alltagsproblemen zeigt sich bei älteren Menschen auch in der Art, wie sie die Schwierigkeiten und Anforderungen des Alterns (z. B. Krankheiten, Tod nahe stehender Personen, Verlust von sozialem Status) verarbeiten [27]. Man spricht hier von psychologischer Widerstandsfähigkeit, die im Lauf des Lebens wächst.

Geht man noch einen Schritt weiter, d. h., ist man nicht nur am Erhalt des Wohlbefindens unter widrigen Umständen interessiert (wie dies in der Resilienzforschung der Fall ist), sondern auch daran, ob wir mit zunehmendem Alter auch mehr Einsicht in das Leben und uns selbst gewinnen, so sind die Befunde nicht ganz so positiv. In Untersuchungen zur Lebenseinsicht und ihrer höchsten Ausprägung, der Weisheit, fand sich diesbezüglich im Durchschnitt kein Anstieg, aber immerhin Stabilität. Es zeigte sich, dass trotz mit dem Alter nachlassender Leistungen der Mechanik des Geistes kein Abbau der Urteilsfähigkeit bei schwierigen und existenziellen Lebensproblemen zu beobachten ist (Befund mehrerer Studien an insgesamt über 600 Versuchsteilnehmern, Alter zwischen 25 und 75 Jahren) [28]. Nur unter bestimmten Konstellationen aus Persönlichkeitseigenschaften, Motiven und Erfahrungskontexten findet sich mit dem Alter ein Zuwachs an Weisheit. Es reicht also nicht aus, älter zu werden, um weiser zu werden. Voraussetzung ist vielmehr, dass die üblichen Einbußen in der Mechanik der Intelligenz eher schwächer ausgeprägt sind als im Durchschnitt und zusätzlich ein bestimmtes Persönlichkeitsprofil vorliegt, das etwa durch Offenheit für neue Erfahrungen, Flexibilität, Kreativität und Interesse am Leben charakterisiert ist.

Außerdem spielen die Erfahrungskontexte und die Unterstützung oder Anleitung, die man im Umgang mit Lebensproblemen erfahren hat, eine wichtige Rolle.

Körperliches und geistiges Altern sind beeinflussbar

Wie schon erwähnt, ist die interindividuelle Variabilität des Alterungsprozesses sehr groß. Während im Mittel die kognitive und motorische Leistungsfähigkeit sowie das Lernvermögen abnehmen, zeigen sich in Studien auch viele sehr alte Personen, deren Leistungs- und Lernfähigkeit erhalten bleibt. Das Altern muss demnach nicht zwangsläufig mit Leistungseinbußen verbunden sein. Körperliches und geistiges Altern sind vielmehr beeinflussbar. Gesundheitsbewusstes Verhalten, ein entsprechendes Training sowie die Vermeidung von Risikofaktoren in allen Lebensaltern können zur körperlichen und seelischen Gesundheit beitragen. Zahlreiche körperliche und kognitive Funktionen können erhalten oder gar verbessert werden, und Krankheiten lassen sich oft bis ins höhere Alter hinausschieben [29]. Grundsätzlich haben alle Systeme das Potenzial, ihre Funktionsfähigkeit bis ins hohe Alter aufrechtzuerhalten. Geringere Leistungen bei älteren gesunden Menschen spiegeln auch die reduzierten Kapazitäten wider, die aus einem weniger fordernden Lebensstil resultieren. Dieser Zusammenhang wird auch durch die These der Compression of Morbidity [30] beschrieben. Nach dieser – bisher weder abschließend bestätigten noch falsifizierten – These treten chronische Krankheiten aufgrund besserer Ernährung und lebenslanger Gesundheitsvorsorge heute erst später im Leben auf. Dies führt zu einer Verkürzung der in Krankheit verbrachten Lebenszeit.

Körperliche Mobilität

Körperliche Aktivität und altersabhängige physiologische Veränderungen

Die Abnahme der funktionellen Kapazität (Gehgeschwindigkeit, Muskelkraft, Beweglichkeit) beeinflusst die Fähigkeit, Alltagsaktivitäten selbstständig durchzuführen. Leider erfolgt dieser Rückgang meist schleichend und über lange Zeit unbemerkt. Erst wenn ein bestimmtes Aus-

maß erreicht ist, stellt die betreffende Person fest, dass sie eine bestimmte Aufgabe, wie z. B. das Überqueren einer Straße, das Aufstehen von einem niedrigen Stuhl oder das Öffnen eines Gefäßes, nicht mehr ausführen kann. Dies resultiert dann oft in einem Verlust der Unabhängigkeit und der Fähigkeit, Alltagsaktivität ohne fremde Hilfe zu absolvieren. Verluste der funktionellen Kapazitäten sind meist eher auf Inaktivität als auf genuine Alterseffekte zurückzuführen.

Der Organismus behält das gesamte Leben die Fähigkeit, auf körperliches Training zu reagieren, z. B. mit einer erhöhten maximalen Sauerstoffaufnahme, einer Zunahme der Enzymaktivität in der Skelettmuskulatur, einer Zunahme der Kapillarisation oder der Muskelmasse. So untersuchten Fiatarone et al. [31] die Trainierbarkeit der Beinkraft bei 86- bis 96-jährigen Personen, die mehrere chronische Erkrankungen und funktionelle Einschränkungen aufwiesen. Schon nach 8 Wochen zeigten diese im Mittel eine Kraftzunahme um mehr als 170%. Auch zeigte das Krafttraining positive Effekte auf die Gehgeschwindigkeit und die Gehsicherheit, besonders bei den Personen, die hier große Defizite aufwiesen. Altersrekorde im Sport verdeutlichen ebenfalls, dass Personen, die aktiv (geblieben) sind, sehr hohe körperliche Leistungen erreichen können – bis ins hohe Alter.

Der positive Einfluss körperlicher Aktivität auf den Erhalt und die Verbesserung anderer Körpersysteme, wie z. B. das kardiovaskuläre System, den Stoffwechsel und das Immunsystem, ist ebenfalls wiederholt empirisch belegt [32]. Interventionen zur Verbesserung der Mobilität und körperlichen Fitness im Alter stellen eine zentrale Maßnahme der Gesundheitsförderung dar.

Körperliche Aktivität und Langlebigkeit

Epidemiologische Längsschnittstudien weisen auf einen umgekehrt proportionalen Zusammenhang zwischen Sterblichkeit und der Dosis an körperlicher Aktivität und Fitness hin. Dies gilt auch, wenn für verschiedene konfundierende Faktoren (z. B. Rauchen, Bluthochdruck, Körpermasse) kontrolliert wurde.

Eine der ersten Untersuchungen, die diesen Zusammenhang verdeutlichte, war die

Harvard-Alumni-Studie [33]. In ihr wurden über einen Zeitraum von 26 Jahren (1962–1988) 17.321 männliche Harvardabsolventen der Jahrgänge 1916–1950 im Alter von 35–84 Jahren befragt. Das Ausmaß an körperlicher Aktivität wurde über den Kalorienverbrauch pro Woche bestimmt. Männer, die mindestens 2000 Kalorien durch ihre sportliche Aktivität verbrauchten (vergleichbar mit ca. 5 Stunden intensivem Walken pro Woche), zeigten ein um 25%–30% geringeres Mortalitätsrisiko als weniger aktive Personen. Aber auch ein Umsatz von lediglich 1000 kcal/Woche (entspricht ca. 2–3 Stunden Walking) ist ausreichend, um das allgemeine Mortalitätsrisiko zu senken. Der umgekehrt proportionale Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Mortalitätsrisiko blieb auch bestehen, wenn die Ergebnisse getrennt für einzelne Altersgruppen betrachtet wurden (wobei das relative Mortalitätsrisiko für nicht aktive Personen in den beiden ältesten Altersgruppen am höchsten war). Die wohl interessanteste Erkenntnis aus diesen Studien ist, dass nur aktuelle, nicht vergangene körperliche Aktivität vor Herz-Kreislauf-Erkrankungen schützt. Ein Gewinn an zusätzlichen Lebensjahren durch körperliche Aktivität ist – so scheint es – nur so lange möglich, wie die Person aktiv ist [33]. Eine Umstellung des Bewegungsverhaltens von Nichtaktivität auf Aktivität kann auch noch im mittleren und späteren Erwachsenenalter zu den genannten positiven Effekten führen [34]. Außerdem scheint körperliche Aktivität unabhängig von der Körperfettmasse große Gesundheitseffekte aufzuweisen: Übergewichtige Personen, die körperlich fit sind, zeigen ein ähnliches Mortalitätsrisiko wie schlanke Personen [35].

Die vorgestellten Ergebnisse liefern noch keine Hinweise auf die physiologischen Hintergründe – z. B. ein aufgrund der körperlichen Aktivität geringeres Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen und Krebs.

Körperliche Aktivität und chronische Krankheiten

Aktuelle epidemiologische Zahlen zeigen, dass inzwischen 60% aller weltweiten Todesfälle durch Krankheiten verursacht werden, deren Genese überwiegend in individuellen Verhaltensweisen (mit)begründet ist [36]. Allein die beiden häufigsten Er-

krankungen, d. h. Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Herzinfarkt, Schlaganfall, Bluthochdruck) sowie Erkrankungen des Bewegungsapparates (Arthrose, Osteoporose) inklusive Stürze, könnten durch die Einhaltung eines regelmäßigen körperlichen Trainings schon wesentlich zurückgedrängt werden.

So lässt sich durch ein entsprechendes motorisches Training (z. B. Balance-, Kräftigungs- und Koordinationstraining) die Zahl der Stürze und auch die Zahl jener Menschen, bei denen Stürze zu einer Schenkelhalsfraktur führen (Osteoporoseprävention), deutlich verringern (auch wenn die Ursachen für Stürze in der Regel natürlich nicht nur im motorischen Bereich liegen, sondern sie durch viele andere Faktoren wie Medikamenteneinnahme, kardiovaskuläre Erkrankungen oder auch Sehschwäche bedingt sein können) [37]. Bedenkt man, dass ca. zwei Drittel aller älteren Bewohner in geriatrischen Einrichtungen einmal pro Jahr stürzen und Stürze in 50% der Fälle zu erheblichen Funktionseinschränkungen, bei 30% zur Hilfsbedürftigkeit und bei 20% zur Pflegebedürftigkeit führen [38], so wird hier das große Präventionspotenzial körperlicher Aktivität deutlich.

Die erste Studie zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und kardiovaskulären Erkrankungen wurde im Jahr 1953 von Jeremy Morris am Personal der Londoner Doppeldeckerbusse durchgeführt. Im Vergleich zu den Busfahrern mit ihrer hauptsächlich sitzenden Tätigkeit zeigten die Fahrkartenkontrolleure, die regelmäßig die Treppen auf und ab liefen, eine um ca. 50% geringere Zahl an Herzinfarkten und plötzlichen Herztoden [39]. Neuere Studien belegen diesen Zusammenhang auch für ältere Menschen, Frauen und Personen unterschiedlicher Nationalitäten. Selbst bei Hochbetagten, die noch nie oder schon lange nicht mehr sportlich aktiv waren, lassen sich durch entsprechend angepasste Bewegungsprogramme deutliche Verbesserungen des Herz-Kreislauf-Systems erzielen. Die schützenden Effekte körperlicher Aktivität sind dabei unabhängig von der Statur, dem sonstigen Gesundheitsverhalten, Gewichtsveränderungen, gesundheitsbewusster Ernährung sowie zurückliegenden kardiovaskulären Erkrankungen [40]. Ob die Ausprägung dieser Effekte von der Intensität und/oder Häufigkeit der körper-

lichen Aktivität abhängig ist oder ob lediglich der Gesamtumfang (Gesamtenergieverbrauch) entscheidend ist, ist noch nicht ausreichend geklärt.

Es werden unterschiedliche Mechanismen für die positive Wirkung körperlicher Aktivität auf kardiovaskuläre Erkrankungen diskutiert. Dazu zählt ein positiver Effekt auf den Lipidstoffwechsel (Erhöhung des HDL-Cholesterins, Reduzierung des Gesamtcholesterins und des LDL-Cholesterins sowie der Triglyceride), den Blutdruck, die Blut- und Sauerstoffversorgung der Herzmuskulatur, die Insulinsensitivität und die Verteilung des Körperfetts [41].

Positive Effekte körperlicher Aktivität sind auch in Bezug auf andere chronische Krankheiten nachgewiesen worden wie Stoffwechselerkrankungen (z. B. Typ-2-Diabetes), psychische Erkrankungen (z. B. Depression) und Fettleibigkeit (für einen Überblick siehe [41]).

Geistige Mobilität

Beschäftigt man sich mit geistiger Mobilität, so muss zwischen der Mechanik und Pragmatik der Intelligenz unterschieden werden, da diese, wie oben beschrieben, grundsätzlich unterschiedliche Altersverläufe aufweisen. In Bezug auf Erstere interessiert vor allem die Beeinflussbarkeit ihrer Abbauprozesse. Hinsichtlich der Pragmatik stehen hingegen das Verständnis ihrer Stabilität, die zugrunde liegenden Mechanismen oder auch die Bedingungen, unter denen sich hier Verbesserungen erzielen lassen, im Vordergrund.

Die Beweglichkeit der Mechanik der Intelligenz: Adaptivität, Lernen, Deprivation

Das Gehirn besitzt – auch noch im hohen Alter – die Fähigkeit zur Kompensation von Defiziten und zum Erlernen neuer Fähigkeiten und Fertigkeiten. Diese Plastizität weist allerdings eine sehr hohe Variabilität auf. Einige mit dem Altern einhergehende Veränderungen des Gehirns, wie z. B. die abnehmende Lateralisierung (s. oben), werden als ein Hinweis darauf gedeutet, dass es versucht, altersabhängige Verluste durch die Rekrutierung zusätzlicher Ressourcen zu kompensieren [13, 42]. Ähnliche Kompensationsmechanismen werden im Übrigen auch bei

Ausfällen nach Hirnläsionen (z. B. Schlaganfällen) beobachtet. Neben einer Rekrutierung angrenzender Areale werden bei diesen Patienten ausgefallene Funktionen häufig von der entsprechenden Region der intakten anderen Hirnhemisphäre übernommen. Ebenso deutet man die Abnahme der Lateralisierung auch als eine De-Differenzierung, also die Umkehr der während der Juvenilentwicklung stattfindenden Spezialisierung einzelner Gehirnbereiche auf bestimmte kognitive Aufgaben. Unklar ist jedoch noch, ob De-Differenzierung und Kompensation gegensätzliche Prozesse sind (Altern versus Plastizität) oder ob sie sich nicht sogar gegenseitig bedingen, und zwar in dem Sinne, dass De-Differenzierung Kompensation ermöglicht bzw. Kompensationsprozesse zu einer De-Differenzierung führen.

Die Plastizität auch des alternden Gehirns zeigt sich aber nicht nur in Kompensationsprozessen, sondern auch im Erhalt des Lernvermögens älterer Menschen und in der Adaptation des alternden Gehirns an sich verändernde Umweltbedingungen und Verhaltensmuster. Sowohl bezüglich der Motorik als auch Sensorik findet man häufig bei älteren und jüngeren Probanden vergleichbare Lernkurven [43, 44]. Da ältere Probanden aber in der Regel von einem geringeren Leistungslevel beginnen, sind ihre Ergebnisse auch nach dem Training immer noch schlechter als die der jungen, die ja ebenfalls besser werden. Ähnliches wird für das Training einer Gedächtnisaufgabe mit der so genannten Methode der Orte berichtet. Dem stehen aber auch Untersuchungen gegenüber, die bei vergleichbaren Ausgangsleistungen junger und älterer Personen deutlich geringere Trainingseffekte bei den älteren Versuchsteilnehmern zeigen konnten [13, 45].

Am Beispiel der Sensorik konnte belegt werden, dass Verbesserungen in der Leistungsfähigkeit direkt mit plastischen Prozessen im Kortex, d. h. mit einer Vergrößerung der entsprechenden Repräsentationsgebiete korrelieren [46]. Die funktionelle Architektur des Kortex, also die Stärke der Verbindungen zwischen Neuronen in bestehenden anatomischen Strukturen und damit ihre Verbindung zu funktionellen Netzwerken, wird auch im adulten und alternden Gehirn ständig verändert und den Erfahrungen und Anforderungen angepasst.

Intensive sensorische Stimulation führt z. B. zu einer verstärkten Repräsentation der entsprechenden Reize bzw. der stimulierten Körperbereiche im sensorischen Kortex [47]. Verringerte sensorische Stimulation, z. B. nach Immobilisierung, resultiert hingegen in einer Reduktion des entsprechenden Repräsentationsareals [48].

Aufgrund ihres Verhaltens zeigen sensorisch deprivierte alte Ratten – diese Tiere bewegen sich unter Standardhaltungsbedingungen nur noch sehr wenig – nach taktiler Stimulation eine geringere und unregelmäßigere Aktivierung sensorischer Repräsentationsareale im Gehirn als junge Tiere. Durch eine pharmakologische Normalisierung des Verhaltens oder die Haltung in einem so genannten enriched environment, das durch eine Vielzahl von Eigenschaften gekennzeichnet ist, die die Sensorik und Motorik anregen, können die altersabhängigen Veränderungen im sensorischen Kortex verhindert oder wieder rückgängig gemacht werden [49]. Diese und andere Studien [50] verdeutlichen auch, dass primäre Degenerationsprozesse im Alter (verlangsamte Leitungsgeschwindigkeiten, geringere Aktivitätsstärke) von sekundären Veränderungen in Folge veränderter Verhaltensmuster zu unterscheiden sind. So konnte gezeigt werden, dass Inaktivität und damit verbundene sensorische Deprivation zu Veränderungen der Antworteigenschaften von Neuronen und deren funktioneller Vernetzung führt [49]. Es ist zu vermuten, dass ähnliche Prozesse und Mechanismen auch für kognitive Funktionen gelten.

Die Zahl der Neurone bleibt nicht nur weitgehend konstant [7], vielmehr kann – zumindest bei Mäusen – eine anregungsreiche Umgebung oder regelmäßige körperliche Betätigung sogar die Neubildung von Hippokampus-Neuronen fördern, was wiederum mit besseren Leistungen in räumlichen Lernexperimenten korreliert [51].

Die Möglichkeiten des alternden Gehirns zur Kompensation, Adaptation und Plastizität führen dazu, dass die kognitiven Leistungen älterer Menschen, genauer der kognitiven Mechanik, durch Training und Übung wieder gesteigert werden können [15]. Allerdings sind, wie schon erwähnt, die Trainingsgewinne bei älteren Personen in der Regel nicht so hoch wie bei jüngeren Erwachsenen. Auch ist die Möglichkeit des

Transfers der Trainingsgewinne auf nicht trainierte Aufgaben sehr begrenzt [15], und im sehr hohen Alter nehmen die Trainingserfolge noch einmal deutlich ab [52].

Untersuchungen von im Berufskontext durchgeführten Trainingsmaßnahmen zeigen, dass ältere Arbeitnehmer bis zum Alter von 70 Jahren von diesen profitieren [53]. Es ist auch bekannt, dass Personen, die einen kognitiv anspruchsvollen Beruf ausgeübt haben, stimulierenden Freizeitaktivitäten (z. B. Reisen, Besuch kultureller Veranstaltungen) nachgehen, eine flexible Persönlichkeit besitzen und keine chronischen Erkrankungen aufweisen, eine höhere kognitive Leistungsfähigkeit aufweisen als weniger aktive Gleichaltrige [54]. Der Neigungswinkel des Verlaufs des kognitiven Abbaus ist zwar auch für diese Gruppen unverändert, aufgrund ihres höheren Ausgangsniveaus können sie im Alter aber eine bessere geistige Leistungsfähigkeit beibehalten.

Von großem Interesse sind auch Befunde, die auf die enge Wechselwirkung zwischen Motivation und kognitiver Leistungsfähigkeit im Alter hinweisen. Beispielsweise kann die persönliche Relevanz einer Aufgabe, die die Mechanik der Intelligenz fordert, die kognitiven Leistungen Älterer signifikant erhöhen, während durch die Konfrontation mit einem negativen Altersstereotyp die kognitive Leistung verschlechtert wird [55].

Die Pragmatik der Intelligenz als Ressource

In Untersuchungen zur Pragmatik der Intelligenz spielen das Expertiseparadigma und die Erforschung der Entwicklung von Lebenserfahrung und Lebenseinsicht eine herausragende Rolle [56]. Hat sich eine Person in früheren Lebensjahren systematisch und kontinuierlich mit Inhalten eines bestimmten Lebensbereiches auseinander gesetzt und zugleich effektive Handlungsstrategien zur Bewältigung der dort gestellten Anforderungen entwickelt, verfügt sie über ein umfangreiches bereichsspezifisches Expertenwissen. Dieses Wissen sowie die bereichsspezifischen Handlungsstrategien sind als individuelle Ressourcen zu interpretieren: Sie können beispielsweise bei älteren Berufstätigen die Grundlage für die schnelle und zuverlässige Einschätzung bestimmter Arbeitsabläufe und für die Kompensation möglicher

cher Funktionseinbußen darstellen. So zeigen ältere Arbeitnehmer trotz der beschriebenen physiologischen und damit auch kognitiven Einschränkungen im Vergleich zu jüngeren im Durchschnitt keine schlechteren beruflichen Leistungen [57]. Dies wird damit erklärt, dass nicht allein die Schnelligkeit des abstrakten Denkens und das abstrakt-logische Schließen, sondern ein Bündel weiterer Faktoren die Arbeitsleistung beeinflusst. Zu nennen sind hier Erfahrung, über Jahre erlernte Fertigkeiten sowie Aspekte der Persönlichkeit. Die berufs- und betriebspezifischen Erfahrungen, die Arbeitnehmer im Lauf ihres Berufslebens erwerben, beeinflussen die Entwicklung von Arbeitstechniken, die im Umgang mit Maschinen, Informationen und Menschen zu einer größeren Effizienz führen können. Man kann davon ausgehen, dass erfahrungsgebundenes Wissen und gewachsene Fertigkeiten dazu beitragen, andere altersbedingte Einbußen zu kompensieren.

Experimentelle Untersuchungen zur Bedeutung beruflich erworbener Expertise bestätigen, dass man mit zunehmender bereichsspezifischer Erfahrung Strategien erwirbt, die es erlauben, verlangsamte Reaktionszeiten oder verschlechterte Gedächtnisleistungen zu kompensieren. Salthouse konnte z. B. zeigen, dass ältere Experten im Schreibmaschinenschreiben ihre verlangsamten Anschlagzeiten durch Vorauslesen im Text ausgleichen, sodass sich ihre Schreibmaschinenleistung nicht von der junger Experten unterscheidet [58]. Allerdings haben die Expertiseuntersuchungen auch gezeigt, dass ältere Experten jüngere in ihren Leistungen nicht übertreffen können [59].

Die Stärken älterer Mitarbeiter liegen auch darin, dass sie in der Regel eine hohe Motivation und Loyalität aufweisen. Aus der Perspektive der Vorgesetzten werden ältere Arbeitnehmer als gewissenhaft, zuverlässig, effektiv, bedachtsam und sozial kompetent eingeschätzt. Nicht selten wird hervorgehoben, dass sie zwar langsamer, aber dafür sorgfältiger und qualitativ besser arbeiten. Insgesamt sagt das Lebensalter nur wenig über die Leistungsfähigkeit der Person aus. Die Unterschiede zwischen Arbeitnehmern gleichen Alters sind größer als die mittleren Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Arbeitnehmern [57].

Die Pragmatik zeigt im Gegensatz zur Mechanik der Intelligenz stabile Verläufe im Erwachsenenalter bzw. Alter. Sie lässt sich zudem durch entsprechende kontextuelle Unterstützung noch steigern. Dies konnte in 2 Interventionsstudien zur Lebensweise gezeigt werden [60]. In einer Studie wurde den Probanden, bevor sie auf ein schwieriges Lebensproblem antworten sollten, die Möglichkeit zum Austausch mit einer vertrauten Person gegeben. Danach hatten die Teilnehmer noch Zeit, das Gespräch allein zu überdenken, bevor sie dann ihre individuelle Antwort auf das Problem abgaben. Unter diesen Bedingungen zeigten die Antworten signifikant mehr Lebensweise als ohne eine vorangehende Austauschmöglichkeit.

Leistungsverbesserungen konnten aber auch durch die Vermittlung einer Denkstrategie erzielt werden [61]. In einer anderen Studie ging es um die Steigerung des Perspektivenreichtums, der einen Teil von Lebensweise ausmacht. Ein solcher wurde dadurch erzielt, dass man die Probanden das gestellte Lebensproblem im Geiste an vielen verschiedenen Orten der Welt bearbeiten ließ. Nach Erlernen dieser Denkstrategie zeigten die Antworten der trainierten Personen mehr Lebensweise als der Probanden, die nicht an dem Strategietraining teilgenommen hatten. Diese Befunde verdeutlichen, dass die Beweglichkeit des Geistes auch in Bereichen gegeben ist, die keinem altersabhängigen Verlust unterliegen.

„Dem Geist Beine machen“: körperliche und geistige Mobilität

Das kognitive Altern ist beeinflussbar; und zwar nicht nur durch geistige Aktivität, sondern – wie immer mehr Studien zeigen – auch durch körperliche Aktivität. Körperliche Aktivität dient nicht nur dem Kompetenzerhalt des Organismus. Auch ihr Präventionspotenzial im Hinblick auf kognitive Fähigkeiten und ihre Bedeutung für das Wohlbefinden rückt immer mehr in den Mittelpunkt.

Körperliche Aktivität und kognitive Leistung

Die Bedeutung körperlicher Aktivität für die Verbesserung und den Erhalt der kognitiven Fähigkeiten wurde und wird seit

etwa Mitte des letzten Jahrhunderts empirisch untersucht. Ausgangspunkt der Studien sind die mit dem Alter zu beobachtenden Einschränkungen in der kognitiven Leistungsfähigkeit, wie z. B. eine verminderte Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung oder eine verringerte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses [14]. In einer Metaanalyse analysierten Colcombe und Kramer [62] 18 Interventionsstudien (1966–2001) hinsichtlich ihrer Ergebnisse zum Einfluss eines sportlichen Trainings auf die kognitive Leistungsfähigkeit älterer Menschen ab einem Alter von 55 Jahren. Unabhängig von der Art der Intervention (z. B. Ausdauertraining, Krafttraining), der Programmlänge, der Trainingsumfänge sowie der untersuchten kognitiven Fähigkeiten erhöhte das Fitnessstraining die kognitive Leistungsfähigkeit im Mittel um 0,5 Standardabweichungen. Die Effektgröße war für Personen im späteren Erwachsenenalter (66–70 Jahre) am höchsten. Über die physiologischen Prozesse, die diesen Leistungsverbesserungen beim Menschen zugrunde liegen, liegen bisher nur wenige Ergebnisse vor (s. unten). Erste Hinweise liefern aber die mit dem technischen Fortschritt zunehmend zur Verfügung stehenden Methoden der Elektrophysiologie und vor allem der funktionellen Bildgebung.

In einer Studie unter Verwendung bildgebender Verfahren [Positronen-Emissions-Tomografie (PET)] konnten bei 70-Jährigen deutliche Unterschiede in der Gehirnaktivität zwischen Personen, die seit mehr als 2 Jahrzehnten ein Ausdauertraining absolvierten, und gleichaltrigen Untrainierten beobachtet werden [63]. Die trainierten Personen zeigten während der Ausführung einer episodischen Gedächtnisaufgabe eine Aktivierung weitaus kleinerer Gehirnabschnitte (vergleichbar mit der Aktivität jüngerer Personen) bei identischer geistiger Leistung. Dies wird als trainingsbedingte Ökonomisierung der Gehirnaktivität gedeutet, wie sie analog auch beim Herz-Kreislauf-System nach Training zu beobachten ist.

Colcombe et al. [64] konnten unter Einsatz der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRI) nachweisen, dass Personen, die über 6 Monate ein Ausdauertraining (Walkingprogramm) absolviert hatten, bessere Leistungen bei der Lösung von Aufgaben, die eine selektive Aufmerksam-

keit erforderten, zeigten als nicht trainierte Probanden. Die fMRI-Analyse ergab signifikant größere Aktivitäten in verschiedenen Kortexregionen, die mit der effektiven Kontrolle der Aufmerksamkeit verbunden sind, und eine signifikant geringere Aktivität im anterioren cingulären Kortex, der eine wichtige Rolle für die Hemmung aufgabenirrelevanter Informationen spielt. Diese Ergebnisse deuten ebenfalls darauf hin, dass ein gezieltes Ausdauertraining im Alter – schon nach relativ kurzer Zeit – eine effektivere und flexiblere Nutzung der kognitiven Ressourcen fördert.

Die genauen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge, die den Effekten körperlicher Aktivität auf die Kognition zugrunde liegen, sind – wie bereits erwähnt – noch kaum geklärt und bisher überwiegend nur in Tierexperimenten untersucht. Körperliche Aktivität soll beispielsweise eine verbesserte Versorgung des kortikalen Kapillarsystems mit Sauerstoff und Nährstoffen, das Wachstum der Kapillaren [65], ein Überleben oder die Neubildung von Nervenzellen [51], die Synthese und Plastizität von Synapsen [51], die Synthese und den Abbau von Neurotransmittern sowie die Genexpression und folglich die Produktion von Wachstumsfaktoren (BDNF, VEGF, FGF, IGF-1) fördern [66].

Unzureichend geklärt ist bisher auch, ob sich neben einem Ausdauertraining auch andere Arten körperlicher Aktivität positiv auf die kognitive Leistungsfähigkeit auswirken. Zudem ist bisher wenig über die Dosis-Wirkungs-Beziehungen, d. h. über den erforderlichen Umfang der sportlichen Aktivität, bekannt.

Körperliche Aktivität als Präventionsfaktor tritt auch in Bezug auf die Altersdemenzen immer stärker in den Fokus der aktuellen Forschung. Mehrere groß angelegte Längsschnittstudien deuten darauf hin, dass ein körperlich und kognitiv aktiver Lebensstil die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Demenz reduziert [67, 68]. Eine unlängst erschienene schwedische Kohortenstudie zeigt, dass sportlich aktive ältere Menschen im Vergleich zu Nichtaktiven ein um 60% geringeres Risiko tragen, an der Alzheimer-Demenz zu erkranken; dies gilt auch für genetisch vorbelastete Menschen – unabhängig von anderen Faktoren wie Geschlecht, Alkohol, Rauchen und Bildungsniveau [69].

Körperliche Aktivität und Wohlbefinden

Nicht nur die kognitive Leistungsfähigkeit kann durch entsprechende Interventionen bzw. einen körperlich aktiven Lebensstil im Alter positiv beeinflusst werden, sondern auch sozio-emotionale Parameter wie das Wohlbefinden, die Lebenszufriedenheit und die subjektive Gesundheit.

McAuley et al. [70] untersuchten die Entwicklung des Wohlbefindens und mögliche Einflussgrößen während einer 6-monatigen Fitnessintervention bei älteren Erwachsenen. Es ergab sich in diesem Zeitraum eine signifikante Zunahme des Wohlbefindens, mit einem Maximum nach 4 Monaten (Plataubildung). Personen mit einer geringeren Selbstwirksamkeit zum Zeitpunkt des Prätests zeigten einen ausgeprägteren Anstieg als Personen mit einer höheren Selbstwirksamkeit. Auch eine kürzlich erschienene Metaanalyse zu diesem Thema belegt die Verbesserung des psychologischen Wohlbefindens durch körperliche Aktivität [71]. Dabei war der Effekt körperlicher Aktivität auf die Selbstwirksamkeit und das allgemeine Wohlbefinden am stärksten ausgeprägt. Die Betrachtung der Effektgrößen in Abhängigkeit vom Alter legt nahe, dass der Einfluss körperlicher Aktivität auf das Wohlbefinden mit steigendem Lebensalter geringer wird (54–64 Jahren im Vergleich zu 65–74 und >74 Jahren). Außerdem deuten die Effektgrößen darauf hin, dass moderates aerobes Training (verglichen mit Krafttraining, Stretching, Funktionstraining) den größten Effekt aufweist.

Sportlich aktive Ältere fühlen sich auch gesünder, körperlich leistungsfähiger und zufriedener als Gleichaltrige, die keinen Sport betreiben. Sie haben eine positivere Einschätzung der eigenen Gesundheit, zeigen eine positivere Einstellung zum Alter und eine höhere Lebenszufriedenheit [72].

Es wird vermutet, dass körperliche Aktivität, insbesondere Ausdauerbelastungen, das serotonerge System beeinflussen und damit stimmungsfördernd wirken. Auch andere Effekte, wie eine gesteigerte Endorphinproduktion, werden diskutiert. Natürlich ist körperliche Aktivität nicht die einzige Einflussgröße auf Wohlbefinden und Kompetenz im Alter. Persönlichkeitsprozesse und soziale Beziehungen sind hier ebenfalls von Bedeutung.

Fazit

Ziel dieses Beitrags war es, einen Überblick über die Grenzen und Potenziale des Alter(n)s zu geben. Der Altersprozess ist aktiv beeinflussbar. Die zahlreichen Befunde zur Plastizität körperlicher und geistiger Entwicklung zeigen, dass jedes Individuum diesen Prozess in Grenzen selbst beeinflussen kann, d. h. auch, dass jeder Mensch über ein großes Präventionspotenzial verfügt. Physiologische und psychologische Altersveränderungen sind nur zum Teil auf genetische Ursachen bzw. degenerative Prozesse zurückzuführen und können durch einen entsprechenden Lebensstil oder durch Interventionen verzögert, reduziert oder umgekehrt werden. Durch das Ausschöpfen der Potenziale und der Reservekapazität kann positiv auf den Altersprozess eingewirkt werden, d. h. die Selbstständigkeit und Kompetenz älterer Menschen gefördert werden bzw. bis ins hohe Alter erhalten bleiben. Körperliche Aktivität ist dabei ein – bislang unterschätzter – wichtiger Bestandteil der Gesund- und Kompetenzerhaltung im Alter. Körperlich aktive Personen zeigen z. B. eine bessere Funktionsfähigkeit, einen größeren Schutz vor chronischen Erkrankungen und sind auch geistig mobiler – um nur einige Effekte zu nennen.

Studien belegen allerdings auch, dass im Alter hauptsächlich Personen (körperlich) aktiv sind, die dies auch schon in jungen Jahren waren [73]. Auch ist das körperliche Aktivitätsniveau in Deutschland besonders im Alter sehr gering, wobei der Anteil der sportlich Inaktiven je nach Quelle variiert. Gemäß [74] liegt er z. B. im Alter von 50–59 Jahren bei rund 75%, im Alter von über 65 Jahren bei 87%.

Die Diskrepanz zwischen der großen Bedeutung körperlicher Aktivität für die Gesundheit im Alter und der geringen Zahl sportlich Aktiver gilt es in Zukunft zu überwinden. Es ist hier bei allen Altersgruppen anzusetzen, nicht nur bei den gegenwärtig Älteren. Die heute Jungen bilden ihren Lebensstil jetzt aus, später ist er dann nur mit viel Mühe wieder zu verändern. In dieser Hinsicht können uns andere Länder, wie z. B. Kanada und Finnland, sicherlich als gute Vorbilder dienen. Körperliche, geistige und persönliche Beweglichkeit sind ein wichtiger Schlüssel auf dem Weg zu einem erfüllten und gesunden Altern.

Korrespondierender Autor

Dr. C. Voelcker-Rehage

Jacobs Center for Lifelong Learning and Institutional Development,
International University Bremen,
Campus Ring 1, 28759 Bremen
E-Mail: c.voelcker-rehage@iu-bremen.de

Literatur

- Baltes PB, Baltes MM (1990) Psychological perspectives on successful aging: the model of selective optimization with compensation. In: Baltes PB, Baltes MM (eds) *Successful aging: perspective from the behavioral sciences*. Cambridge University Press, New York, pp 1–34
- Bond LA, Cutler SJ, Grams A (1995) *Promoting successful and productive aging*. Sage, Thousand Oaks, CA
- Voelcker-Rehage C (2005) „Körper und Geist“ – Physiologie und Psychologie des Alterns. In: Schwender C (Hrsg) *Technische Dokumentation für Senioren*, Schmidt-Römhild, Lübeck, S 13–35
- Steinhagen-Thiessen E, Borchelt M (1996) Morbidität, Medikation und Funktionalität im Alter. In: Mayer KU, Baltes PB (Hrsg) *Die Berliner Altersstudie*. Akademie Verlag, Berlin, S 151–183
- Brody H (1955) Organization of the cerebral cortex. III. A study of aging in the human cerebral cortex. *J Comp Neurol* 102: 511–516
- Peters A (2002) Structural changes that occur during normal aging of primate cerebral hemisphere. *Neurosci Biobehav Rev* 26: 733–741
- Rapp PR, Gallagher M (1996) Preserved neuron number in the hippocampus of aged rats with spatial learning deficits. *Proc Natl Acad Sci* 93: 9926–9930
- Leuba G, Kraftsik R (1994) Visual cortex in Alzheimer's disease: occurrence of neuronal death and glial proliferation, and correlation with pathological hallmarks. *Neurobiol Aging* 15: 29–43
- Jernigan TL, Archibald SL, Fennema-Notestine C et al. (2001) Effects of age on tissues and regions of the cerebrum and cerebellum. *Neurobiol Aging* 22: 581–894
- Backman L, Farde L (2005) The role of dopaminergic systems in cognitive aging. In: Cabeza R, Nyberg L, Park DC (eds) *The cognitive neuroscience of aging*. Oxford University Press, New York, pp 58–84
- Zemcov A, Barclay L, Blass JP (1984) Regional decline of cerebral blood flow with age in cognitively intact subjects. *Neurobiol Aging* 5: 1–6
- Mehagnoul-Schipper DJ, van der Kallen BF, Colier WN et al. (2002) Simultaneous measurements of cerebral oxygenation changes during brain activation by near-infrared spectroscopy and functional magnetic resonance imaging in healthy young and elderly subjects. *Hum Brain Map* 16: 14–23
- Nyberg L, Sandblom J, Jones S et al. (2003) Neural correlates of training-related memory improvement in adulthood and aging. *Proc Natl Acad Sci* 100: 13728–13733
- Cabeza R (2001) Functional neuroimaging of cognitive aging. In: Cabeza R, Kingstone A (eds) *Handbook of functional neuroimaging of cognition*. MIT Press, Cambridge, MS, pp 331–377
- Lindenberger U (2000) Intellektuelle Entwicklung über die Lebensspanne: Überblick und ausgewählte Forschungsbrennpunkte. *Psychol Rundsch* 51: 132–141
- Salthouse TA (1996) The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychol Rev* 103: 403–428
- Verhaeghen P, Salthouse TA (1997) Meta-analyses of age-cognition relations in adulthood: estimates of linear and non-linear age effects and structural models. *Psychol Bull* 122: 231–249
- Baltes PB, Lindenberger U, Staudinger UM (1998) Life-span theory in developmental psychology. In: Lerner RM (ed) *Handbook of child development. Theoretical models of human development*. Wiley & Sons, New York, pp 1029–1143
- Baltes PB, 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? *Psychol Aging* 12: 12–21
- Wingfield A, Tun P, McCoy S (2005) Hearing loss in older adulthood. What it is and how it interacts with cognitive performance. *Curr Dir Psychol Sci* 14: 144–148
- Baltes PB, Dittmann-Kohli F, Dixon RA (1984) New perspectives on the development of intelligence in adulthood: Toward a dual-process conception and a model of selective optimization with compensation. In: Baltes PB, Brim OB Jr (eds) *Life-span development and behavior*. Academic Press, New York, pp 34–76
- Spirduso WW, Francis KL, MacRae PG (2005) *Physical dimensions of aging*. Human Kinetics, Champaign, IL
- Li KZH, Lindenberger U, Freund AM, Baltes PB (2001) Walking while memorizing: age-related differences in compensatory behavior. *Psychol Sci* 12: 203–237
- Voelcker-Rehage C, Stronge AJ, Alberts JL (2006) Age-related differences in working memory and force control under dual-task conditions. *Aging Neuropsychol Cogn* 13: 1–19
- Cornelius SW, Caspi A (1987) Everyday problem solving in adulthood and old age. *Psychol Aging* 2: 144–153
- Diehl M (1998) Everyday competence in later life: current status and future directions. *Gerontol* 38: 422–433
- Staudinger UM (2000) Viele Gründe sprechen dagegen und trotzdem fühlen viele Menschen sich wohl: Das Paradox des subjektiven Wohlbefindens. *Psychol Rundsch* 51: 185–197
- Staudinger UM, Baltes PB (1996) Weisheit als Gegenstand psychologischer Forschung. *Psychol Rundsch* 47: 57–77
- Fries JF, Green LW, Levine S (1989) Health promotion and the compression of morbidity. *Lancet*: 481–483
- Fries J (1980) Aging, natural death and the compression of morbidity. *N Engl J Med* 303: 130–135
- Fiatrone MA, Marks EC, Ryan ND et al. (1990) High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *J Am Med Assoc* 263: 3029–3034
- Singh MAF (2002) Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 57: M262–M282
- Lee IM, Hsieh CC, Paffenbarger RSJ (1995) Exercise intensity and longevity in men. The Harvard Alumni health study. *J Am Med Assoc* 273: 1179–1184
- Eriksson E, Liestol K, Björnholm J (1998) Changes in physical fitness and changes in mortality. *Lancet* 352: 759–762
- Lee CD, Blair SN, Jackson AS (1999) Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Am J Clin Nutr* 69: 373–380
- WHO (2002) *Active ageing. A policy framework*. Eigenverlag, Genf
- Wolf SL, Barnhart HX, Kutner NG et al. (1996) Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of tai chi and computerized balance training. *J Am Geriatr Soc* 44: 489–497
- Kunczik T, Ringe RD (1994) Osteoporose. Eine Herausforderung für die Zukunft. *Dtsch Arztebl* 91: 16
- Morris JN, Heady JA, Raffle PAB et al. (1953) Coronary heart disease and physical activity of work. *Lancet* 265: 1111–1120
- Morris JN, Clayton DG, Everitt MG et al. (1990) Exercise in leisure time: coronary attack and death rates. *Br Heart J* 63: 325–334
- Hardman AE, Stensel DJ (2003) *Physical activity and health*. Routledge, New York
- Cabeza R (2002) Hemispheric asymmetry reduction in older adults: The HAROLD model. *Psychol Aging* 17: 85–100
- Dinse HR, Kalisch T, Ragert P et al. (2005) Improving human haptic performance in normal and impaired human populations through unattended activation-based learning. *ACM Trans Appl Percept* 2: 71–88
- Willimczik K, Voelcker-Rehage C, Wiertz O (2006) Sportmotorische Entwicklung über die Lebensspanne – Empirische Befunde zu einem theoretischen Konzept. *Z Sportpsychol* 13: 10–22
- Baltes PB, Kliegl R (1992) Further testing of limits of cognitive plasticity: negative age differences in a mnemonic skill are robust. *Dev Psychol* 28: 121–125
- Godde B, Ehrhardt J, Braun C (2003) Behavioral significance of input-dependent plasticity of human somatosensory cortex. *NeuroReport* 14: 543–546
- Buonomano DV, Merzenich MM (1998) Cortical plasticity: from synapses to maps. *Annu Rev Neurosci* 21: 149–186
- Liepert J, Tegenthoff M, Malin JP (1995) Changes of cortical motor area size during immobilization. *Electroenceph Clin Neurophys* 97: 382–386
- Godde B, Berkefeld T, David-Jürgens M, Dinse HR (2002) Age-related changes in primary somatosensory cortex of rats: evidence for parallel degenerative and plastic-adaptive processes. *Neurosci Biobehav Rev* 26: 743–752
- Jürgens M, Dinse HR (1997) Differential effects of the Ca²⁺-influxblocker nimodipine on receptive field properties and response latencies of somatosensory cortical neurons in aged rats. Institut für Neuroinformatik, Ruhr-Universität Bochum, Internal Report 97: 1–23
- van Praag H, Shubert T, Zhao C, Gage FH (2005) Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. *J Neurosci* 25: 8680–8685
- Singer T, Lindenberger U, Baltes PB (2003) Plasticity of memory for new learning in very old age: a story of major loss? *Psychol Aging* 18: 306–317
- Kubeck JE, Delp ND, Haslett TK, McDaniel MA (1996) Does job-related training performance decline with age? *Psychol Aging* 11: 92–107
- Schooler C (1990) Psychosocial factors and effective cognitive functioning in adulthood. In: Birren EJ, Schaie KW (eds) *Handbook of the psychology of aging*. Academic Press, San Diego, CA, pp 347–358
- Levy B (1996) Improving memory in old age through implicit self-stereotyping. *J Pers Soc Psychol* 1092–1107
- Baltes PB, Smith J, Staudinger UM (1992) Wisdom and successful aging. In: Sonderegger T (ed) *Nebraska symposium on motivation* (Vol. 39). University of Nebraska Press, Lincoln, NE, pp 123–167
- Dittmann-Kohli F, van der Heijden B (1996) Leistungsfähigkeit älterer Arbeitnehmer – interne und externe Einflussfaktoren. *Z Gerontol Geriatr* 29: 323–327
- Salthouse TA (1984) Effects of age and skill in typing. *J Exp Psychol: General* 11: 345–371
- Lindenberger U, Kliegl R, Baltes PB (1992) Professional expertise does not eliminate negative age differences in imagery-based memory performance during adulthood. *Psychol Aging* 7: 585–593
- Staudinger UM, Baltes PB (1996) Interactive minds: a facilitative setting for wisdom-related performance? *J Pers Soc Psychol* 71: 746–762
- Böhmig-Krumhaar S, Staudinger UM, Baltes PB (2002) Mehr Toleranz tut Not: Lässt sich wertrelativierendes Denken und Urteilen verbessern? *Z Entwicklungspsychol Pädagogische Psychol* 34: 30–43
- Colcombe SJ, Kramer AF (2003) Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci* 14: 125–130
- Schmidt D, Strüder HK, Krause BJ et al. (2001) Einfluss von Ausdauertraining auf die zerebrale Repräsentation episodischer Gedächtnisvorgänge im Alter. *Dtsch Z Sportmed* 52: 369–376
- Colcombe SJ, Kramer AF, Erickson KI et al. (2004) Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proc Natl Acad Sci* 101: 3316–3321
- Swain RA, Harris AB, Wiener EC et al. (2003) Prolonged exercise induces angiogenesis and increases cerebral blood volume in primary motor cortex of the rat. *Neurosci* 117: 1037–1046
- Neepes SA, Gómez-Pinilla F, Chol J, Cotman C (1995) Exercise and brain neurotrophins. *Nature* 373: 109
- Fratiglioni L, Paillard-Borg S, Winblad B (2004) An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *Lancet Neurol* 3: 343–353
- Laurin D, Verreault R, Lindsay J et al. (2001) Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Arch Neurol* 58: 498–504
- Rovio S, Kareholt I, Helkala EL et al. (2005) Leisure-time physical activity at midlife and the risk of dementia and Alzheimer's disease. *Lancet Neurol* 11: 705–711
- McAuley E, Elavsky S, Jerome GJ et al. (2005) Physical activity-related well-being in older adults: social cognitive influences. *Psychol Aging* 20: 295–302
- Netz Y, Wu MJ, Becker BJ, Tenenbaum G (2005) Physical activity and psychological well-being in advanced age: a meta-analysis of intervention studies. *Psychol Aging* 20: 272–284
- Denk H, Pache D, Rieder H (1997) Zur Bedeutung von Bewegung- und Sportaktivitäten im Alter. *Z Gerontol Geriatr* 30: 311–320
- Maas I, Staudinger UM (1996) Kontinuität und Diskontinuität im Lebenslauf. In: Mayer KU, Baltes PB (Hrsg) *Die Berliner Altersstudie*. Akademie Verlag, Berlin, S 543–572
- Breuer C (2004) Zur Dynamik der Sportnachfrage im Lebenslauf. *Sport Ges* 1: 50–72