

Friedrich Hainbuch

**Ein Beitrag zur Sturzprävention älterer Menschen:
Einjähriges moderates Training verbessert die
Handkraft 65-69-jähriger herzerkrankter Männer**

Mit einem historischen Exkurs zur Gesundheit und Bewegung sowie
einer Abhandlung von Claudius Galenus:

„Die Übung mit dem kleinen Ball“

Cuvillier Verlag Göttingen

**Ein Beitrag zur Sturzprävention älterer Menschen: Einjähriges
moderates Training verbessert die Handkraft 65-69-jähriger
herzerkrankter Männer.**

**Mit einem historischen Exkurs zu Gesundheit und Bewegung sowie einer Abhandlung
von Claudius Galenus: ‚Die Übungen mit dem kleinen Ball‘**

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

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

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2007

978-3-86727-346-6

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2007

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2007

Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-86727-346-6

**Gesundheit ist nicht selbstverständlich, nicht teilbar, nicht
unverlierbar, sie muss gepflegt und geschützt werden.**

Inhaltsverzeichnis

A Einleitung

B Hauptteil

1. Theoretische Grundlagen

1.1 Etymologie der Begriffe ‚Alt‘ und ‚Alter(n)‘

1.2 Definitionen des Begriffes ‚Altern‘

1.3 Biologische Alternstheorien

1.3.1 Systemische Theorien

1.3.1.1 Neuroendokrinologische Kontroll-Theorie

1.3.1.2 ‚Rate-of-Living‘-Theorie

1.3.1.3 Immunologische Theorie

1.3.2 Molekulare Theorien

1.3.2.1 Fehlerkatastrophen-Theorie

1.3.2.2 Mutation und DNA-Schäden

1.3.3 Zelluläre Theorien

1.3.3.1 Abnutzungs- und Verschleißtheorie

1.3.3.2 Metabolische Theorie

1.3.3.3 Theorie der Telomere

1.3.3.4 Theorie der freien Radikale

1.4 Veränderungen der Altersstruktur der Gesellschaft: Demographische Verschiebungen in einer langlebigeren Gesellschaft

1.5 Alter, Gesundheit und körperliche Leistungsfähigkeit

1.5.1 Exkurs: Gesundheit, körperliche Leistungsfähigkeit und Bewegung aus historischer Sicht

1.5.2 Kraft als eine Grundeigenschaft der körperlichen Leistungsfähigkeit

1.5.3 Bedeutung der Kraft im Altersverlauf

- 1.6 **Alternsprozesse****
- 1.6.1 **Allgemeine Alternsprozesse****
- 1.6.2 **Altersbedingte Veränderungen der Muskulatur (Sarkopenie)****
- 1.6.2.1 **Definition und Ursache der Sarkopenie****
- 1.6.2.2 **Auswirkungen der Sarkopenie auf den allgemeinen Gesundheitszustand und die Lebensqualität****

- 1.7 **Handkraft – Indikator des Zustandes der Körpermuskelkraft im Alter: Veröffentlichungen und Stand der Wissenschaft****

- 1.8 **Bewegungsunsicherheit im Alter und Stürze****
- 1.8.1 **Definition: Was ist ein Sturz?****
- 1.8.2 **Epidemiologie von Stürzen****
- 1.8.3 **Ätiologie von Stürzen****
- 1.8.4 **Sturzprävention im Sinne einer Primärprävention****

- 2. **Geroprophylaxe: Prävention oder Gesundheitsförderung ?****
- 2.1 **Prävention oder Gesundheitsförderung?****

- 2.2 **Gesundheitsförderung/Primärprävention****

- 3 **Die Studie****
- 3.1 **Zielsetzung der Studie****

- 3.2 **Methodik der Studie****
- 3.2.1. **Probandensuche, -screening und –auswahl****
- 3.2.2 **Studiendesign****
- 3.2.3 **Studienprotokoll****
- 3.2.4 **Equipment und Messungen****
- 3.2.5 **Statistische Verfahren****
- 3.2.6 **Ergebnisse****
- 3.2.6.1 **Deskriptive Ergebnisse****

3.2.6.2 Messergebnisse

3.2.6.2.1 Deskriptive Statistik

3.2.6.2.2 Korrelationen

3.2.6.2.3 Prüfgröße t

3.2.7 Ergebnisdiskussion

3.2.7.1 Stichprobenanalyse

3.2.7.2 Einzelfallanalyse

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

C Ausblick

Literaturverzeichnis

Abbildungen und Tabellen

Anhang

A Einleitung

In der Bildungsgesellschaft spielen unter anderem die Gesunderhaltung und gesellschaftliche Teilhabe des älteren Menschen im Spannungsfeld von Bildung (Pädagogen) und Wirtschaft (Ökonomen) eine herausragende Rolle. Ziele sind der Erhalt der Alltagskompetenzen und der kognitiven Fähigkeiten.

Im Mittelalter gehörten Menschen mit über 35 Jahren bereits zu den Alten und Weisen, und noch vor 100 Jahren lag die durchschnittliche Lebenserwartung bei knapp 50 Jahren. Die Industrienationen haben es im 20. Jahrhundert erreicht, diesen Wert um über 50% zu steigern. Eine verbesserte Ernährung, ein erhöhter Wohnstandard, eine bessere Ausbildung, weniger belastende Arbeitsplatzbedingungen, verbesserte individuelle und öffentliche hygienische Verhältnisse, verminderte Seuchengefahr und erfolgreiche Bekämpfung von Infektionskrankheiten durch Antibiotika, eine hoch entwickelte Gerätemedizin sowie schließlich eine niedrigere Geburtenrate sind Faktoren, die zu einer Zunahme des Alters der Bevölkerung und einer Erhöhung der Lebenserwartung von Neugeborenen beitragen. Auch früher gab es schon vereinzelt Menschen, die sehr alt geworden sind. Weil aber in der heutigen Zeit immer mehr Menschen ein sehr hohes Alter erreichen, konnte sich die durchschnittliche Lebenserwartung insgesamt nach oben verschieben (vgl. HAZZARD 1989). Heute in Deutschland geborene Menschen haben sehr gute Chancen, ein hohes Lebensalter von über 80 Jahren zu erreichen. Frauen werden durchschnittlich fast 82 Jahre, Männer fast 75 Jahre alt (vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT 2006). Aufgrund weiterer Verbesserungen in der Medizintechnik und der Lebensbedingungen älterer Menschen wird sich die durchschnittliche Lebenserwartung voraussichtlich weiter erhöhen und 100-Jährige werden in Zukunft in der deutschen Bevölkerung keine Ausnahme mehr darstellen.

Alle Organsysteme bleiben langfristig nur funktionsfähig, wenn sie im Rahmen von Bewegungshandlungen bzw. körperlicher Aktivität kontinuierlich und ständig aktiviert werden, auch und gerade im fortgeschrittenen Alter.

Des Weiteren ist zu erwarten, dass sich die Zahl der älteren Menschen in den nächsten 40 Jahren und damit ihr Anteil an der Gesamtbevölkerung deutlich erhöhen werden.

Vor diesem Hintergrund wird prognostiziert, dass in der zweiten Lebenshälfte, wenn sich Bewegungsmangel allmählich einschränkend auf die vor allem körperliche Leistungsfähigkeit auch im Alltag bei immer mehr – gerade auch älteren - Menschen auswirkt, eine ausreichende Bewegungsaktivität für die Erhaltung der Gesundheits- und Lebensqualität unverzichtbar wird.

Inzwischen existiert eine Vielzahl von Nachweisen, dass (sportliche) Betätigung und/oder körperliche Aktivitäten den Alternsprozess bremsen und Rückbildungsprozesse hinauszögern können.

Die vorliegende Arbeit möchte zum einen ein besseres Verständnis für diese Zusammenhänge wecken und anhand eines ausgewählten medizinischen Parameters, hier der Handkraft, nachweisen, dass es sich auch für ältere, bislang nicht (sportlich) aktive Menschen lohnt, sich zu einer (sportlichen) Bewegungsform bzw. körperlichen Aktivität motivieren zu lassen und Bewegungsaktivitäten in ihren Alltag als festen, unverzichtbaren Anteil zu integrieren, um durch Gesunderhaltung ihre Alltagskompetenzen sowie die Teilhabe an ausreichenden Sozialkontakten zu bewahren.

Wachtberg, den 08.08.2007

Friedrich Hainbuch

B Hauptteil

1. Theoretische Grundlagen

Um die Hintergründe dieser Studie zu erhellen, werden zunächst einige wesentliche theoretische Grundlagen kurz genannt und vorgestellt. Als erstes soll geklärt werden, welche Herkunft und Bedeutung der Begriff ‚alt‘ hat.

1.1 Etymologie der Begriffe ‚Alt‘ und ‚Alter(n)‘

Der Begriff ‚alt‘ geht zurück auf ein germanisches, alt- und mittelhochdeutsches Adjektiv, welches ursprünglich ‚aufgewachsen‘ bedeutet; grammatisch ist es das 2. Partizip dieses untergegangenen Verbs mit der Bedeutung ‚wachsen‘, ‚aufziehen‘, ‚ernähren‘. Es entspricht außermanisch dem lateinischen Wort ‚altus‘ (‚hoch‘), welches eigentlich das 2. Partizip von lat. alere (‚nähren‘, ‚großziehen‘) ist und ursprünglich ‚großgewachsen‘ bedeutete. Diese lateinischen und germanischen Formen beruhen auf der indogermanischen Sprachwurzel ‚al-‘ in der Bedeutung ‚wachsen‘ bzw. ‚nähren‘ (vgl. DROSDOWSKI 1989, S. 30).

1.2 Definitionen des Begriffes ‚Altern‘

Altern ist ein kontinuierlicher Prozess, der zu jedem Leben dazugehört. Jedes Lebewesen - ob Mensch, Tier oder Pflanze - durchläuft einen permanenten Alterungsprozess. Obwohl also Altern ein Element des Lebens darstellt, dem sich niemand entziehen kann, wird sehr viel Forschungsarbeit betrieben, um den Verlauf zu verlangsamen oder sogar zu stoppen. Letzteres ist jedoch bis heute noch nicht gelungen. Zwar altert jeder Mensch, aber das Leben im Alter kann sehr unterschiedlich verlaufen. Verschiedene Kulturen und unterschiedliche Lebensstile bestimmen, wie das Alter angesehen wird: In einigen Kulturen werden alte Menschen mit dem größten Respekt behandelt und gelten als ‚Oberhaupt‘ der Familie, in anderen Kulturen werden Alte alleine gelassen und müssen isoliert leben, haben keinen hohen Stellenwert in der gesellschaftlichen oder familiären Rangordnung. Zunächst soll jedoch der Begriff des Alterns definiert werden.

Es gibt in der Literatur viele verschiedene Definitionen, die versuchen, den Begriff des Alterns zu erläutern. Hier sollen nur einige aufgeführt werden, um einen Einblick in die unterschiedlichen Erklärungsversuche der Literatur zu gewähren. Die Encarta Enzyklopädie versteht ‚Altern‘ wie folgt: „Altern, in der Biologie die Gesamtheit der Veränderungen eines Lebewesens, die unausweichlich erscheinen und schließlich zum Tode führen“ (LEHR 2000, S. 33). Eine andere Definition lautet: „Altern ist zunächst einmal eine zeitliche Zunahme von Existenz“ (ebd.). Weitere Erläuterungen zum Begriff des ‚Alterns‘ sind folgende: „Altern ist

ein in und durch Gesellschaft geformter Prozeß innerhalb bestimmter Sozialstrukturen“ (ROSENMAYR & ROSENMAYR, S. 45). THOMAE (1968) definiert: „Alter ist heute nicht mehr primär als biologischer Prozeß anzusehen, als Abnahme gewisser funktioneller und körperlicher Fähigkeiten, sondern Altern ist heute primär soziales Schicksal“ (S. 43), während LEHR (1983) wiederum Altern als „Veränderung der Erlebens- und Verhaltensweisen“ bezeichnet (S. 140). Außerdem ist in der Literatur folgende Beschreibung zu finden: „Altern [ist] durch alle diejenigen altersbezogenen Veränderungen (age changes) definiert, die eine Verringerung der biologischen Kapazität beziehungsweise Funktionstüchtigkeit beinhalten und dadurch direkt oder indirekt die Sterbewahrscheinlichkeit vergrößern“ (BALTES & BALTES 1994, S. 1). Dies sollen nur einige Definitionen sein, um darzustellen, dass es in der Literatur keine eindeutige Definition des Begriffes ‚Altern‘ gibt.

Wann ist ein Mensch alt? Zu welchem Zeitpunkt beginnt der Herbst des Lebens? Philosophen haben dazu ihre eigenen, ganz unterschiedlichen Ansichten. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird ein Mensch alt, sobald er das Rentenalter erreicht oder aufgrund von Beschwerden aus dem Arbeitsprozess ausscheiden muss. Dieser Zeitpunkt muss jedoch nicht der Beginn von Hilfebedürftigkeit aufgrund des Alterns sein. Diese Hilfebedürftigkeit kann deutlich vor oder nach dem Arbeitsleben einsetzen. Der Gesetzgeber hat den Begriff ‚alter Mensch‘ ebenfalls nicht abschließend definiert. Er spricht im §75 BSHG (Altenhilfe) von alten Menschen, wobei man unter Einbeziehung von §§35 bis 40 SGB IV wiederum zu dem Schluss kommen kann, dass hier Menschen ab 60 Jahren bzw. 65 Jahren (stufenweise Heraufsetzung des Rentenalters auf 65 Jahre) gemeint sind. Wenn im Folgenden von alten Menschen oder Senioren die Rede ist, so sind alle Menschen gemeint, denen aufgrund ihres Alters Hilfebedürfnisse erwachsen. Dies kann auch vor dem 60. Lebensjahr geschehen. Dennoch wird sich der Grossteil der Senioren erst deutlich nach dem 60. Lebensjahr selbst als alt einschätzen.

969 Jahre - dieses Alter erreichte, wenn man der Bibel Glauben schenken darf, Methusalem, auch Methusalah genannt (Bibel, Genesis 5,27). Noch im heutigen Sprachgebrauch wird dieser Name als Synonym für ein langes Leben benutzt (vgl. hierzu ausführlich: GNILKA (1983), Sp. 995-1094). Die Französin Jean Calment starb am 4. August 1997, im Alter von 122 Jahren. Sie war damit nachweislich die älteste Frau der Welt und erfreute sich, auch hochbetagt, eigentlich guter Gesundheit. Demgegenüber steht der 16jährige Jason Ellison aus Idaho. Trotz seines kalendarischen Alters von 16 Jahren sind viele seiner Organe, biologisch gesehen, so alt wie die eines etwa 90-Jährigen. Das Altern an sich ist eine unausweichliche Erfahrung und individuelles Schicksal von Geburt an. Leben bedeutet Altern. Dennoch ist

Altern ein biologisches Rätsel besonderer Art. Seit jeher versucht der Mensch, selbst jenseits aller religiösen Doktrin, seine Lebensspanne zu verlängern und das Altern zu besiegen - und das mit erstaunlicher Beharrlichkeit. Jeder hat im Laufe der Schulzeit von Ponce de León gehört, der, auf der Suche nach dem Jungbrunnen, die Wildnis Floridas durchkämmte (vgl. NESSE & WILLIAMS, 1997). Auf vielen Bildern und Gemälden wird dargestellt, wie Greise auf der einen Seite des Brunnens in das Wasser steigen und als junge, vitale Menschen auf der anderen Seite heraustreten. Auch die Alchimisten des Mittelalters waren unermüdlich auf der Suche nach dem ‚Lebenselixier‘, welches ihnen ewiges Leben schenken sollte. Selbst in diversen Science-Fiction-Romanen werden Methoden beschrieben, mit denen das Altern kurzzeitig gestoppt oder verzögert werden kann (z.B. durch Tiefschlaf oder Einfrieren der Personen). In der Oper ‚Der fliegende Holländer‘ von Richard Wagner wird die Unsterblichkeit jedoch als eine ‚Strafe der Götter‘ dargestellt und ein, von den Göttern verfluchter Seemann, wünscht sich nichts sehnlicher als den Tod.

Noch immer wird intensiv geforscht, um letztendlich eine Antwort auf die Frage zu finden, warum Zellen, Organe und Organismen ihre Funktionen mit den Jahren einschränken und schließlich sterben. Im Jahre 1796 veröffentlichte der Arzt Christoph Wilhelm HUFELAND (1995) ein Buch mit dem Titel *Die Kunst, das menschliche Leben zu verlängern*. Die Anfangskapitel geben einen Einblick in die unterschiedlichsten und gängigsten Alternstheorien, die nicht nur die Mechanismen des Alterns erklären wollen, sondern auch nach dem biologischen Sinn dieses Prozesses fragen. Von einigen Wissenschaftlern wird immer noch behauptet, das Altern sei eine Krankheit, die man in naher Zukunft vielleicht sogar heilen kann.

Altern ist keine Krankheit

Der Alternsprozess stellt sich in strukturellen und funktionellen Veränderungen dar, die im Laufe des Lebens an allen Organsystemen des Menschen auftreten. Dabei geht die Beschreibung des Alternsprozesses von untrainierten Normalpersonen aus. Während die Erhöhung des Blutdrucks im Alternsprozess in der Regel auf falsche Ernährung zurückgeht oder genetisch bedingt ist, sind beim Nachlassen der Muskelkraft die Anteile der Inaktivität und des physiologischen Alternsprozesses nur schwer zu trennen. Der Alternsprozess ist keine Krankheit, insofern als die eintretenden Leistungsbegrenzungen in der Regel harmonisch verlaufen und alle Organe in einem abgestimmten Umfang betreffen. Altern, Bewegungsmangel und Krankheit zeigen aber eine Reihe gemeinsamer Merkmale (vgl. ISRAEL & WEIDNER 1988, S. 25f.). Treten die Merkmale des Alterns etwa gleichzeitig bei

der Mehrheit der normalgesunden Bevölkerung auf, dann wird dies als 'normales' Altern bezeichnet. 'Voralterung' heißt, dass die Merkmale im früheren Lebensalter auftreten. Merkmale des Alterns können sich als sichtbare Veränderungen darstellen, z.B. Runzeln der Haut, als Veränderung der Leistungsfähigkeit wie geringere Muskelkraft oder als Veränderung der Anpassungsfähigkeit, z.B. bei erhöhter Anfälligkeit gegen Infektionen. Merkmale, die sich nur bei älteren Menschen zeigen, sind sehr selten. Die meisten Merkmale, die allgemein als Zeichen des Alterns gelten, treten im Zusammenhang mit Erkrankungen oder Risikoverhalten auch schon bei Jüngeren auf (vgl. ebd.; auch bei SHEPHARD 1997; ROWE & KAHN 1998).

Zu den Elementen einer spezifischen Altersidentität kann man „auch eine individuell angemessene Kultur der äußeren Selbstdarstellung des Menschen rechnen“ (AUER 1995, S. 205f.) Leiblichkeit gehört zur konstitutionellen Daseinsweise des Menschen, solange er in der Geschichte lebt. Weil unser Leib das Medium unserer Selbstdarstellung ist, verkommen in der Vernachlässigung seiner Pflege auch unser personales Selbstsein und unsere Würde vor den anderen“ Mitmenschen. „Pflege des Leibes betrifft nicht nur Reinlichkeit, sondern auch Gesundheit Für seine Gesundheit muss besonders der alte Mensch durch maßvolle Ernährung und regelmäßige Bewegung in Gymnastik, Sport und leichten Tätigkeiten bewusst besorgt sein“ (ebd., S. 206).

Das Altern ist ein in der Natur weit verbreiteter Prozess. In der heutigen Medizin bilden die Gerontologie (Altersforschung) und die Geriatrie (Altersheilkunde) mittlerweile einen eigenständigen Forschungszweig. Der Begriff ‚Gerontologie‘ leitet sich aus dem Griechischen ab. Dort heißt ‚geron‘ Greis und ‚Logos‘ Lehre. Eigentlich müsste es richtigerweise ‚Geratologie‘, nach dem griechischen Wort ‚geras‘ für ‚das Alter‘ heißen. Altern selbst ist nur schwer zu beschreiben, und viele haben sich schon in einer Definition versucht. COLLATZ (1999) schreibt: „Altern beschreibt den gerichteten und irreversiblen Gang intrinsischer Ereignisse, die den Metazoenorganismus vom Anfang seines Lebens bis zu dessen Ende leiten“ (S. 18). Eine andere Definition lautet: „Im weitesten Sinne ist Altern eine Funktion der Zeit und drückt sich in der belebten Natur durch die Summe aller nicht umkehrbaren Veränderungen in einem Lebewesen aus“ (REITZ 1998, S. 6). Wiederum andere betrachten Altern nicht als einzelnen Prozess, sondern definieren: „Altern manifestiert sich in einer erhöhten Anfälligkeit für zahlreiche Krankheiten und durch eine Verminderte Fähigkeit zur Reparatur von Schäden“ (NESSE & WILLIAMS 1997, S. 132). Bei Säugetieren ist Altern generell von Seneszenz begleitet. Seneszenz beschreibt den „Prozess einer graduellen und langsamen Akkumulation schädlicher Effekte“ (COLLATZ 1999, S. 18). Gemeint sind damit

Fehlfunktionen von Zellen und Molekülen, die mit fortschreitendem Alter auftreten. Fest steht aber, dass Altern alle mehrzelligen Organismen betrifft.

1.3 Biologische Alternstheorien

Warum altern Lebewesen überhaupt? Das individuelle Altern eines Gesamtorganismus besteht aus vielen unterschiedlichen Vorgängen, „die erst in ihrer Summe zu dem Erscheinungsbild führen, das einen Organismus phänomenologisch als alt charakterisiert“ (DORNER 2001, S. 236). Altern ist primär ein zellulärer Prozess, der die einzelnen Zelltypen eines Organismus in sehr unterschiedlicher Weise betrifft. Beim Menschen können ca. 210 verschiedene Zelltypen voneinander unterschieden werden, die in drei Kategorien eingeteilt werden:

- a) Mitotisch aktive Zellen mit potenzieller Unsterblichkeit wie Keim- oder Stammzellen;
- b) Mitotisch inaktive kurzlebige Zellen mit programmiertem Absterben nach einer bestimmten Lebenszeit wie Knochen-, Bindegewebs- und Hautzellen;
- c) Mitotisch inaktive langlebige Zellen, die mit dem Altern des Gesamtorganismus Defekte akkumulieren, dadurch an Funktionalität einbüßen und möglicherweise als Folge einer Defektanhäufung nekrotisch werden und absterben wie z.B. Muskel- oder Nervenzellen (vgl. ebd.).

Aus biogerontologischer Sicht ist Altern ein zellulärer Prozess, der mit dem postmitotischen Stadium einer Zelle beginnt und zellspezifisch verläuft. Durch den Polymorphismus vieler, wenn nicht der meisten Gene entsteht in der Wechselbeziehung zwischen Genetik, Umwelt und der postmitotischen zellulären Seneszenz die phänomenologische Vielfalt der altersbedingten Veränderungen sowie der altersassoziierten Morbidität und Mortalität. Die unterschiedliche speziestypische Lebensdauer ist das Ergebnis einer evolutionären Anpassung an die Umwelt und kann als integraler Bestandteil der Überlebensstrategie einer Population aufgefasst werden (vgl. ebd., S. 247).

Zur Zeit bestehen einige hundert Theorien als Erklärungsversuche zum Altern, die aber alle nicht in der Lage sind, alle Aspekte des Alterns zu erklären. Nur eines scheint heute klar zu sein, dass nämlich Altern ein multifaktorielles, hochkomplexes Geschehen ist, das sich im Laufe der Evolution entwickelt hat und das durch Genetik, Umwelt und individuelles Verhalten beeinflusst wird.

Biologisch orientierte Alternstheorien gehen vom individuellen Organismus aus, während psychosoziale Alternstheorien die Mechanismen des Alterns sowie die Ressourcennutzung im Alter im Kontext der jeweiligen Gesellschaft beschreiben.

Um den Folgen des Alternsprozesses entgegen wirken zu können, ist eine nähere Auseinandersetzung mit dem Vorgang und den Problemen des Alterns erforderlich. Altern stellt auch eine komplexe Interaktion zwischen einem Individuum und seiner Umwelt im Verlauf der Zeit dar. In allen Individuen einer Art verläuft der Alternsprozess in der gleichen Richtung, jedoch in unterschiedlichem Ausmaß und ist im Gegensatz zur Phase der Entwicklung mit einer stetigen Abnahme körperlicher Funktionen und einer Häufung von Funktionsstörungen verbunden.

Der Vorgang des Alterns wird in primäres und sekundäres Altern unterschieden. Das primäre Altern ist bedingt durch intrinsische Faktoren, d.h., es ist genetisch determiniert und nicht änderbar. Demgegenüber wird das sekundäre Altern durch extrinsische Faktoren, persönliche, soziale und Umweltfaktoren bestimmt (vgl. HAZZARD 1989).

Der Begriff ‚Alternstheorien‘ bezeichnet Erklärungsversuche für das Altern natürlicher, biologischer Systeme. In der existierenden Vielfalt und Vielzahl der Theorien zeigt sich die Unsicherheit der Wissenschaft bezüglich der tatsächlichen Ursachen des Alterns. Obwohl sich die gerontologische Grundlagenforschung seit vielen Jahrzehnten intensiv mit Alternsprozessen auseinandersetzt, ist ein allgemein akzeptierter Mechanismus des Alterns derzeit noch hypothetischer Natur. Einigkeit herrscht lediglich darüber, dass der Alternsprozess multifaktoriell verursacht wird, alle lebenden Organismen betrifft und progredient, aber nicht synchron oder uniform abläuft (vgl. NIKOLAUS & ZAHN 1997).

Grundsätzlich können Altersveränderungen auf verschiedenen Ebenen, die sich gegenseitig beeinflussen, festgestellt werden. Im Folgenden sollen verschiedene Alternstheorien, die sich auf die systemische, molekulare und zelluläre Ebene beziehen, kurz dargestellt werden.

1.3.1 Systemische Theorien

Die systemischen Theorien basieren auf der Grundhypothese, dass ein übergeordnetes Zentrum die Alterung des Organismus als Taktgeber steuert. Als Schrittmacher des Altersprozesses sollen bestimmte Organe oder Organsysteme fungieren (vgl. NIKOLAUS & ZAHN 1997).

1.3.1.1 Neuroendokrinologische Kontroll-Theorie

Bei der ‚Neuroendokrinologischen Kontroll‘-Theorie wird angenommen, dass die Effektivität der homöostatischen Anpassung mit dem Alter abnimmt. Dies führt zu einem ständigen Defekt der Anpassungsmechanismen und damit zum Altern und schließlich zum Tod (vgl. CAREY 2003; FROLKIS 1982).

Das endokrinologische System koordiniert die Aktivitäten von Zellen in verschiedenen Teilen des Körpers, indem es Hormone von den großen endokrinologischen Drüsen und Organen ins Blut abgibt. Diese werden in andere Teile des Körpers transportiert und erreichen dort ihre Zielzellen. Die Abgabe der verschiedenen Hormone wird vom Hypothalamus gesteuert (vgl. HOLLMANN & HETTINGER 2000). Das neurologische System ist untrennbar mit dem endokrinologischen verbunden. Die optimale Funktionsfähigkeit setzt synchrone neurologische und endokrinologische Signale und Reaktionen auf den Bedarf und die Anforderungen der Funktionen, die der Hypothalamus steuert, voraus. Mit zunehmendem Alter nimmt die Effektivität der beiden Systeme ab, was zu einer Reduktion der Funktionsfähigkeit und schließlich zu einer zunehmenden Häufigkeit von Erkrankungen führt (vgl. CAREY 2003).

1.3.1.2 ‚Rate-of-Living‘-Theorie

Die ‚Rate-of-Living‘-Theorie basiert auf der These, dass die metabolische Rate einer Spezies umgekehrt proportional zu ihrer Lebenserwartung ist. CAREY (2003) erklärt unter Bezug auf ARKING (1998), dass jedes Lebewesen eine vorbestimmte Menge metabolischer Energie hat, die dem Organismus zur Verfügung steht. Diese kann in Form von Sauerstoff konsumiert oder ebenso in Form von Kilokalorien verbraucht werden. Wenn diese Energie aufgebraucht ist, stirbt der Organismus.

Weitere ‚Rate-of-Living‘-Theorien nehmen andere limitierende Faktoren wie z.B. eine vorbestimmte Anzahl an Herzschlägen an (vgl. KLATZ & GOLDMAN 1999).

1.3.1.3 Immunologische Theorie

Das Immunsystem ist das wichtigste System des Körpers zur Erhaltung der Individualstruktur durch Abwehr körperfremder Substanzen (Antigene) und durch die kontinuierliche Elimination anormaler Körperzellen (vgl. STRYER 1999). Die qualitative und quantitative Fähigkeit des Immunsystems, die notwendigen Antikörper zu produzieren, nimmt mit zunehmendem Alter ab (vgl. CAREY 2003). Die klinischen Konsequenzen dieser altersassoziierten Veränderungen können die Zunahme von bakteriellen und viralen Infektionen sowie das vermehrte Auftreten von malignen Erkrankungen und Autoimmunerkrankungen sein. CAREY (2003) bringt die Veränderungen auch mit einer altersabhängigen Schrumpfung der Hypophyse in Zusammenhang.

Bei einigen der vorgestellten Alternstheorien, z.B. der Theorie der Telomere oder der Fehlerkatastrophen-Theorie, scheint es kaum möglich zu sein, aktiv in den Verlauf einzugreifen und

den Alternsprozess zu verlangsamen. Bei anderen Theorien scheint der Alternsprozess dagegen von den Menschen selbst bedingt beeinflussbar zu sein. Der Alternsprozess in der ‚Theorie der freien Radikale‘ basiert auf intrazellulären Schäden, die durch verschiedene freie Radikale verursacht werden, weil die antioxidativen Abwehrmechanismen den Organismus nicht ausreichend gegen den oxidativen Stress schützen können. Diese Schäden führen im Ergebnis zu einer zunehmenden physiologischen Schwächung des Organismus.

Da die zelluläre Konzentration von Antioxidantien muskelfaserspezifisch und von der Nährstoffversorgung eines Individuums abhängig ist (vgl. JI et al., 1997; PAPA & SKULACHEV 1997), scheint dieser Prozess beeinflussbar zu sein. Es wäre daher denkbar, dass durch eine gezielte Reizsetzung durch körperliches Training auf die Muskulatur und damit die reaktiven und antioxidativen Systeme die Abwehrbereitschaft des Organismus gegenüber oxidativem Stress erhöht wird, vorausgesetzt die Nährstoff- und Energiezufuhr ist ausreichend groß.

Zusätzlich scheint es durch ein gezieltes, altersgerechtes Training auch im fortgeschrittenen Alter noch möglich zu sein, das Immunsystem zu stärken und die zunehmende physiologische Schwächung des Organismus zu verlangsamen, zu stoppen oder gar umzukehren und dadurch die Mobilität der Senioren zu erhalten oder sogar wieder zu verbessern (vgl. ISRAEL & WEIDNER 1988; MEUSEL 1999).

1.3.2 Molekulare Theorien

Molekulare Theorien gehen davon aus, dass die Alterung ebenso einer genetischen Steuerung unterliegt, wie Reifung und Fortpflanzung. Die aufeinander folgende Aktivierung bzw. Repression bestimmter Gene bestimmt die Dauer der einzelnen Phasen. Ob der Prozess der Alterung dabei der Kontrolle von Gerontogenen unterliegt oder durch eine toxische oder metabolische Schädigung eines ‚Langlebigkeitsgens‘ hervorgerufen wird, ist unklar. (vgl. NIKOLAUS & ZAHN 1997).

1.3.2.1 Fehlerkatastrophen-Theorie

Die Fehlerkatastrophen-Theorie basiert auf Fehlern im Informationstransfer (Transskription, Translation) bedingt durch Änderungen in der RNA-Polymerase und der tRNA-Synthetase. Diese führen durch den Einbau falscher Nukleotide zu einer zunehmenden Produktion von abnormalen, defekten Proteinen und schließlich zum Zelltod (vgl. ebd.).

1.3.2.2 Mutation und DNA-Schäden

Die Theorie der Mutation und DNA-Schäden geht davon aus, dass die Unversehrtheit des Genoms der kontrollierende Faktor im Alterungsprozess ist, und dass daher Mutationen, spontane (durch Desaminierung oder Depurinierung) oder induzierte (durch z.B. Strahlung, Viren oder Chemikalien) Veränderungen in der Polynucleotid-Sequenz, die nicht korrigiert wurden, oder DNA-Schäden (chemische Änderungen in der Doppelhelix Struktur, die nicht vollständig repariert wurden) zum Alterungsprozess führen und dessen Geschwindigkeit bestimmen (vgl. CAREY 2003). Die Folgen der genetischen Veränderung betreffen nicht nur die Zelle, in welcher die Veränderungen stattfinden, sondern auch die neu gebildeten Zellen: die Mutation wird in allen künftigen Zellgenerationen kopiert, weil die ‚falschen‘ Basensequenzen ebenso repliziert werden wie die ‚richtigen‘.

1.3.3 Zelluläre Theorien

Die zellulären Theorien gehen davon aus, dass Altersveränderungen die Funktion, Struktur und Biomoleküle von anfangs intakten Zellen betreffen. Toxische Produkte des Zellstoffwechsels oder mechanische Beanspruchung sollen für die Schädigung der Zellen verantwortlich sein (vgl. NIKOLAUS & ZAHN 1997).

1.3.3.1 Abnutzungs- und Verschleißtheorie

Die Abnutzungs- und Verschleißtheorie beruht auf der Annahme, dass Zellen durch Gebrauch und Missbrauch geschädigt werden. Durch Toxine in der Nahrung und der Umwelt, durch die ultravioletten Strahlen der Sonne und physikalischen und emotionalen Stress werden die Organe geschwächt und die Zellen geschädigt. Während der junge Körper mit Hilfe eines eigenen Reparatursystems die Effekte eines normalen und übermäßigen Gebrauchs kompensieren kann, verliert der alternde Körper diese Fähigkeit (vgl. KLATZ & GOLDMAN 1999; CAREY 2003).

1.3.3.2 Metabolische Theorie

Die Metabolische Theorie basiert auf der Hypothese, dass eine Zelle im Laufe ihres Lebens mehr Stoffwechselrückstände produziert als sie eliminieren kann und schließlich daran stirbt. Besonders das Stoffwechselprodukt Lipofuszin lagert sich in der Zelle ab, so dass die normale Stoffwechselaktivität der Zelle beeinträchtigt wird und es zu altersassoziierten Pigmentflecken kommt. NIKOLAUS & ZAHN (1997) berichten unter Bezug auf TONNA (1973), dass ein Zusammenhang zwischen der Masse an Lipofuszin und dem Verlust an

zytoplasmatischer Masse sowie der Anzahl von Mitochondrien und endoplasmatischem Retikulum besteht.

1.3.3.3 Theorie der Telomere

Eine weitere wichtige Theorie ist die Theorie der Telomere. Danach hängt die Lebensspanne eines Individuums von der Anzahl der Zellteilungen ab. Telomere stellen die Endstücke der chromosomalen DNA dar. Bei jeder Mitose verliert die Zelle einen Teil der Telomere, da für die Endstücke dieser DNA-Abschnitte kein Replikationsmechanismus existiert (vgl. BODNAR et al. 1998). Nach einigen Dutzend bis wenigen Hundert Zellteilungen sind sie aufgebraucht. Die Zelle kann sich nicht mehr teilen, beginnt zu degenerieren und erfüllt ihre vorgesehene Aufgabe nicht mehr. Somit stellt die Anzahl der Zellteilungen eine Art biologische Uhr dar, die die abgelaufenen Zellteilungen und damit die Lebensspanne misst. Für verschiedene Zelltypen existiert ein so genanntes Hayflick-Limit, das angibt, wie viele Mitosen für einen bestimmten Zelltyp biologisch möglich sind (vgl. DORNER 2001, S. 239f.; CAREY 2003).

1.3.3.4 Theorie der freien Radikale

Die Theorie der freien Radikale basiert auf der Hypothese, dass die physiologische Schwächung des Organismus den intrazellulären Schäden zuzuschreiben ist, die durch verschiedene freie Radikale verursacht werden (vgl. SOHAL & WEINDRUCH 1996). Als freie Radikale gelten Atome oder Moleküle, die ein oder mehrere ungepaarte Elektronen aufweisen und infolgedessen eine ausgeprägte chemische Reaktivität besitzen (vgl. NIESS et al. 2002).

Alle biochemischen Vorgänge in unserem Körper beruhen auf elektrischen Ladungsdifferenzen. Die Verbindungs- und Teilungsreaktionen laufen nach dem Prinzip der Gegensätze (positive und negative Ladung von Teilchen) ab. Nach dem gleichen Muster funktionieren auch die schädigenden Einflüsse auf den Organismus. Vor allem beim oxidativen Metabolismus, dem Stoffwechselprozess der Energiegewinnung, wo in den Mitochondrien O₂ zu Wasser für den Substrat-Metabolismus und die ATP-Produktion reduziert wird, und beim ganz normalen Stoffwechselgeschehen (bei der unvollständigen Reduzierung des Sauerstoffs zu Wasser) entstehen die reaktiven Sauerstoffverbindungen, zum Teil auch durch Autoxidation reduzierter Stoffwechselzwischenprodukte (vgl. LÖFFLER & PETRIDES 2003). Im Optimalfall besteht zwischen den oxidativen und den reduktiven Prozessen ein Gleichgewicht. Überwiegen jedoch die oxidativen Reaktionen, spricht man

vom ‚oxidativen Stress‘. Ursachen für oxidativen Stress können z.B. Nikotin, Alkohol, ionisierende Strahlungen und eine einseitige, vitaminarme Ernährung, die stark fetthaltig ist, sein. Die Schädigung der verschiedenen Zellkomponenten (z.B. Fette, Proteine, DNS, Enzyme, Aminosäuren) ist schließlich ein Resultat der verschiedenen Typen von freien Radikalen, ihrer Menge, der strukturellen Unversehrtheit und der Aktivität der antioxidativen Abwehrmechanismen des Organismus (vgl. SOHAL & WEINDRUCH 1996).

Um die zerstörerische Wirkung reaktiver Sauerstoffspezies unter Kontrolle zu halten, haben alle aeroben Organismen verschiedene Strategien entwickelt. Mit Hilfe von Antioxidantien – unter diesem Begriff wird jede Substanz, die in niedrigen Konzentrationen die Oxidation eines Substrates verzögert oder hemmt, verstanden – erfolgt die Abwehr auf drei Ebenen:

1. durch Verhinderung der Bildung reaktiver Sauerstoffspezies (Prävention)
2. durch Verhinderung ihrer Wirkung
3. durch Beseitigung und Reparatur der Schäden (vgl. LÖFFLER & PETRIDES 2003).

Die Antioxidantien werden unterschieden in nicht-enzymatische Antioxidantien, z.B. Vitamin C, E und Beta-Karotin, sowie sekundäre Pflanzenstoffe wie z.B. Flavonoide, und enzymatische Antioxidantien, z.B. Glutathionperoxidase, Superoxiddismutase und Hydroxyperoxidase. Die Faktoren, die zu gewebespezifischen Änderungen bei enzymatischen und nicht-enzymatischen Antioxidantien während des Alterns beitragen, sind bisher nicht vollständig geklärt. Die zelluläre Konzentration von Antioxidantien scheint jedoch muskelfaserspezifisch und durch die Nährstoffversorgung eines Individuums beeinflussbar zu sein (vgl. JI et al. 1999; PAPA & SKULACHEV 1997). Antioxidantien erhöhen insgesamt die Abwehrbereitschaft gegenüber oxidativem Stress. Sind trotz dieser Schutzmechanismen oxidative Schäden aufgetreten, versucht die Zelle diese durch zahlreiche Reparaturmechanismen zu beheben. Während die Reparatur bei der DNA tatsächlich auf eine ‚Instandhaltung‘ hinausläuft, werden beschädigte Proteine und Lipide gezielt abgebaut und durch neue ersetzt (vgl. STRYER 1999).

1.5 Veränderungen der Altersstruktur der Gesellschaft: Demographische Verschiebungen in einer langlebigeren Gesellschaft

Um die biologischen Alterstheorien in der Hinführung zum Thema zu erweitern: Zu den körperlichen Veränderungen des einzelnen Individuums im Alternsverlauf kommen die wesentlichen demographischen Verschiebungen einer immer älter werdenden Gesellschaft hinzu.

In den nächsten Jahrzehnten stehen wir vor einer deutlichen Zunahme älterer Menschen am Gesamtanteil der bundesdeutschen Bevölkerung. Damit einhergehend steigt das Durchschnittsalter ebenfalls an, so dass wir im Jahr 2050 eine immer größere Zahl von immer älter werdenden Menschen in unserer Gesellschaft verzeichnen werden. Diese Tatbestände müssen zum Handeln anregen. Obwohl die Zahl der sportlich aktiven Senioren in den letzten Jahren zugenommen hat, ist die Gruppe der Inaktiven um ein vielfaches größer. Diese älter werdenden Menschen sollen und müssen informiert und motiviert werden, sich regelmäßig zu bewegen, wollen sie so lange wie möglich ihre körperliche und geistige Unversehrtheit und weitestgehende Selbstständigkeit erhalten, ohne in verstärktem Maße den heute schon überstrapazierten Sozialsystemen zur Last zu fallen. Dazu leistet der Ausdauersport einen außerordentlichen Beitrag, der in seinen Wirkungen besonders im fortgeschrittenen Alter seine positiven Spuren hinterlässt, wie diese Untersuchung zeigt und ein wichtiges Mittel ist, die oben genannten Ziele zu erreichen.

Der demographische Wandel in unserer Bevölkerung und die seit den letzten einhundert Jahren um durchschnittlich etwa 30 Jahre angestiegene Lebenserwartung des Menschen zwingen uns zu handeln. Die Ursachen für ein massiv wachsendes Interesse am Alterssport lassen sich, ausgelöst von der demographischen Entwicklung, unschwer in der intensiven Beschäftigung von Politik, Wissenschaft und Medien mit den Fragen einer ‚alternden Gesellschaft‘ ausmachen. Die wachsende Zahl der Älteren und ihre veränderten Lebensbedingungen führen zu einer steigenden Nachfrage von meist gesundheitlich ausgerichteten Bewegungs- und Sportangeboten.

Die demographischen Verschiebungen in Zahlen

In der Bundesrepublik Deutschland leben (Stichtag: 31. Dezember 2003) etwa 82,5 Mio. Menschen, davon 42 Mio. (51%) Frauen und 40 Mio. (49%) Männer. 17,6 Mio. (21%) sind Kinder und Jugendliche unter 20 Jahren. 46,1 Mio. (57%) befinden sich im erwerbsfähigen Alter von 20 bis unter 60 Jahren und 18,4 Mio. (22%) sind 60 Jahre und älter (Abb. 1 und 6).

2000: 82 Millionen Menschen in der Bundesrepublik

Unter 20 Jahren:	17,6 Mio.	21%
Zwischen 20 und 60 Jahren:	46,1 Mio.	57%
Über 60 Jahren	18,4 Mio.	22%

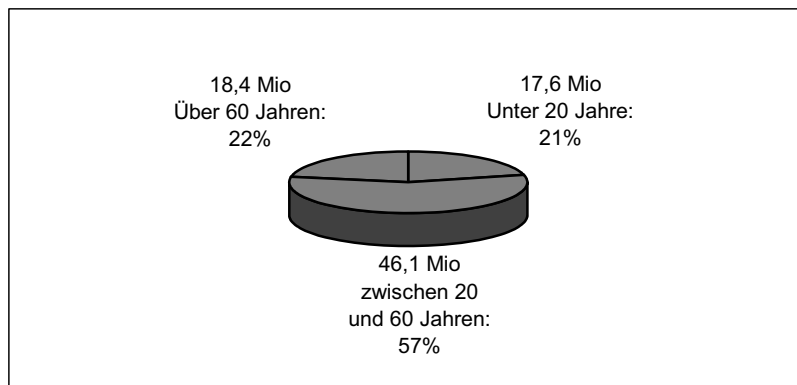


Abb. 1: Altersstruktur der Bevölkerung in der Bundesrepublik (Stand 31.12.2005) Quelle: Statistisches Bundesamt 2006, S. 22.

50 Jahre zuvor, im Jahre 1950, wiesen diese Altersgruppen folgende Größen auf: Von seinerzeit 56,4 Mio. Menschen im Deutschen Reich waren 24,9 Mio. (rd. 44%) jünger als 20 Jahre, 27 Mio. Frauen und Männer (48%) waren zwischen 20 und 60 Jahren und 4,4 Mio. (8%) waren 60 Jahre und älter.

1950: 69,3 Millionen Menschen (Abb. 2)

Unter 20 Jahren:	24,9 Mio.	44 %
Zwischen 20 und 60 Jahren:	27,0 Mio.	48 %
Über 60 Jahren:	4,4 Mio.	8 %

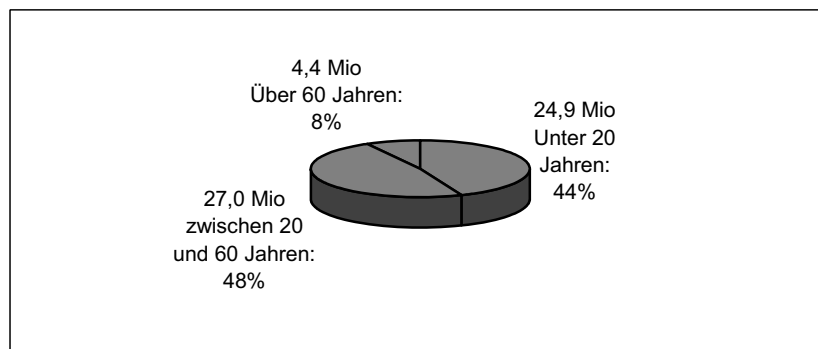


Abb. 2: Altersstruktur der Bevölkerung im Jahre 1950

1900 entfielen von der Bevölkerung in beiden Teilen Deutschlands (69,3 Mio.) auf die jungen Menschen unter 20 Jahren 21 Mio. Menschen (30%), 38,1 Mio. (55%) auf die Erwerbsfähigen von 20 bis 60 Jahren und auf die Älteren ab 60 Jahren 10,1 Mio. (15%).

1900: 56,4 Millionen Menschen (Abb. 3)

Unter 20 Jahren:	21,0 Mio.	30%
Zwischen 20 und 60 Jahren:	38,1 Mio.	55%
Über 60 Jahren:	10,1 Mio.	15%

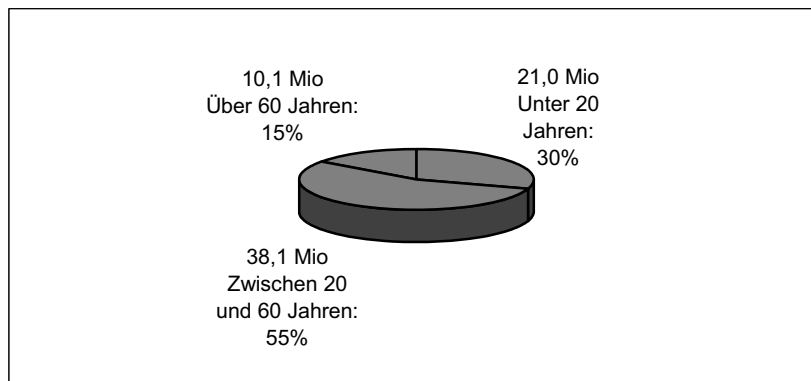


Abb. 3: Die Altersstruktur der Bevölkerung im Jahre 1900

Mit diesen Daten korrespondiert die Entwicklung der durchschnittlichen Lebenserwartung in den vergangenen Jahrzehnten: Diese ist erkennbar gestiegen. Ein um das Jahr 1900 geborenes Mädchen hatte eine durchschnittliche Lebenserwartung von 48 Jahren, ein neugeborener Junge von 45 Jahren. Für ein heute geborenes Kind errechnet sich eine rd. 30 Jahre höhere Lebenserwartung (früheres Bundesgebiet w: 80,5 bzw. m: 74,7 Jahre). Selbst gegenüber 1970 hat sich die durchschnittliche Lebenserwartung um etwa 7 Jahre erhöht.

Ursache für die zunehmende Lebenserwartung der Bevölkerung im 20. Jahrhundert ist zunächst vor allem die drastisch rückläufige Säuglings- und Kindersterblichkeit. Die Verminderung der Säuglings- und Kindersterblichkeit hat zur Folge, dass der Anteil der Bevölkerung, der ein höheres Lebensalter erreicht, erheblich angewachsen ist (Abb 4). Zukünftige Zuwächse der Lebenserwartung sind allerdings vor allem durch Gewinne im hohen Alter zu erwarten. Eine Frau, die heute 60 Jahre alt ist, kann damit rechnen, im Durchschnitt noch weitere 23 Jahre zu leben (gegenüber 14 Jahre um 1900 und 19 Jahre um 1970). Für einen 60-jährigen Mann beträgt die weitere durchschnittliche Lebenserwartung heute 19 Jahre (gegenüber 13 Jahre um 1900 und 15 Jahre um 1970).

Anteil der über 80-Jährigen an der Bevölkerung

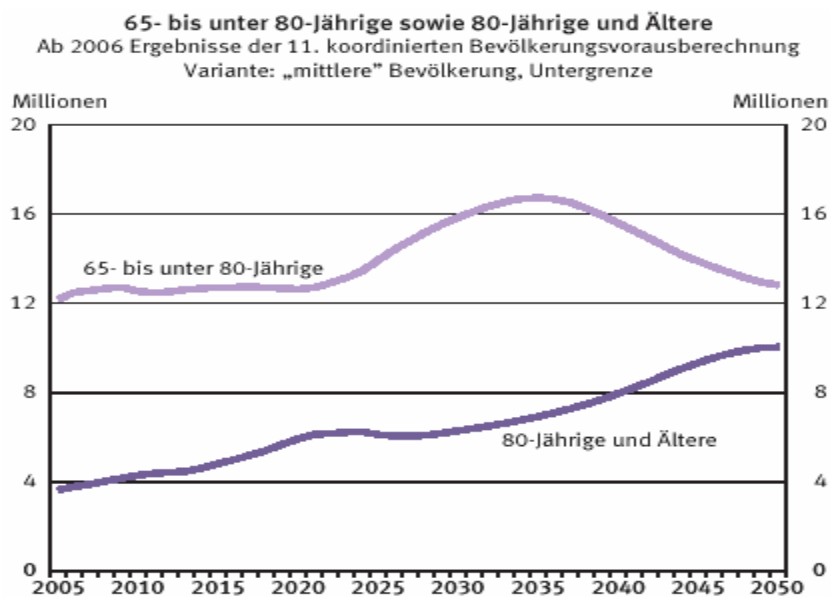


Abb. 4: Anteil der über 80-Jährigen an der Bevölkerung
 Quelle: Statistisches Bundesamt 2006, S. 22.

Einzelne Altersgruppen (Abb. 5)

Im Jahr 2000: Jünger als 20: 21,3%
 Älter als 60: 23,0%
 Im Jahr 2050: Jünger als 20: 16,3%
 Älter als 60: 35,8%

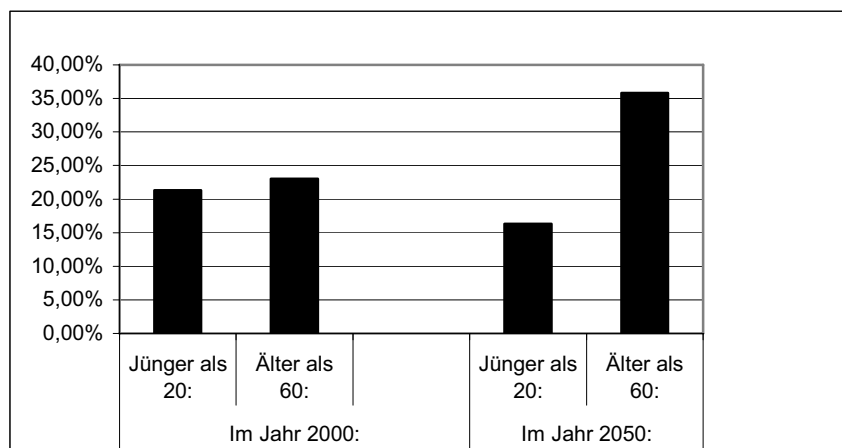


Abb. 5: Einzelne Altergruppen im Jahr 2000 und im Jahr 2050

Diese Entwicklung wird sich aller Voraussicht nach fortsetzen, indem insbesondere die Anzahl der Hochaltrigen in Zukunft weiter erheblich anwächst. Der Anteil der über 80-Jährigen Menschen, der um 1900 ungefähr 0,5% der Bevölkerung ausmachte und

gegenwärtig auf 4% gestiegen ist, dürfte bis 2050 weiter auf etwa 12% steigen (vgl. VIERTER ALTENBERICHT DER BUNDESREGIERUNG).

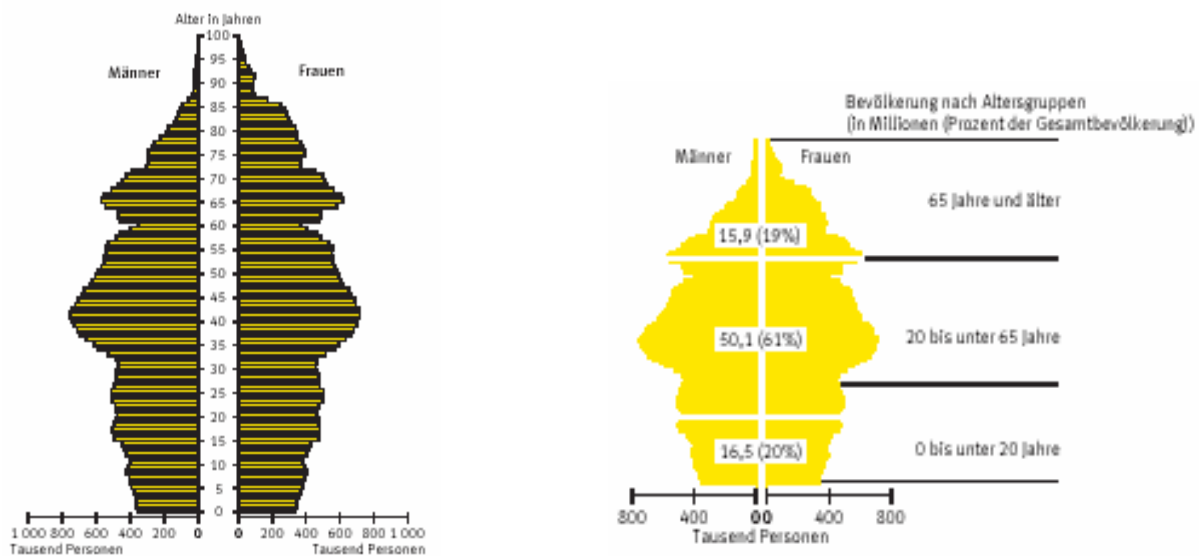


Abb. 6: Altersaufbau der Bevölkerung Deutschlands am 31.12.2005
Quelle: Statistisches Bundesamt 2006, S. 16.18.

In Deutschland wird sich das zahlenmäßige Verhältnis zwischen älteren und jüngeren Menschen in den nächsten Jahrzehnten erheblich verschieben: Im Jahr 2050 wird – nach der neuesten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes – die Hälfte der Bevölkerung älter als 48 Jahre und ein Drittel 60 Jahre oder älter sein. Auch die Einwohnerzahl in Deutschland wird – selbst bei den angenommenen Zuwanderungssalden aus dem Ausland – langfristig abnehmen. Dies berichtete der Präsident des Statistischen Bundesamtes, Johann Hahlen, in Berlin bei der Vorstellung der Ergebnisse der 11. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes bis zum Jahr 2050 (vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT 2006).

Ergebnisse der 11. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung:

Die Ergebnisse werden hier anhand von zwei Varianten beschrieben, welche die Entwicklung unter der Annahme annähernd konstanter Geburtenhäufigkeit, eines Anstiegs der Lebenserwartung um etwa sieben Jahre und eines Wanderungssaldos von 100 000 oder 200 000 Personen im Jahr aufzeigen. Diese Varianten markieren die Grenzen eines Korridors, in dem sich die Bevölkerungsgröße und der Altersaufbau entwickeln werden, wenn sich die aktuellen demografischen Trends fortsetzen.

Sie werden als Unter- und Obergrenze der ‚mittleren‘ Bevölkerung bezeichnet. Die Geburtenzahl wird künftig weiter zurückgehen. Die niedrige Geburtenhäufigkeit führt dazu, dass die Anzahl potenzieller Mütter immer kleiner wird. Die jetzt geborenen

Mädchenjahrgänge sind bereits zahlenmäßig kleiner als die ihrer Mütter. Sind diese Mädchen einmal erwachsen und haben ebenfalls durchschnittlich weniger als 2,1 Kinder, wird die künftige Kinderzahl weiter sinken, weil dann auch weniger potenzielle Mütter leben.

Die Zahl der Sterbefälle wird – trotz steigender Lebenserwartung – zunehmen, weil die stark besetzten Jahrgänge in das hohe Alter hineinwachsen werden.

Die Zahl der Gestorbenen übersteigt die Zahl der Geborenen immer mehr. Das dadurch rasant wachsende Geburtendefizit kann nicht weiter von der Nettozuwanderung kompensiert werden. Die Bevölkerungszahl in Deutschland, die bereits seit 2003 rückläufig ist, wird demzufolge weiter abnehmen. Bei der Fortsetzung der aktuellen demografischen Entwicklung wird die Einwohnerzahl von fast 82,5 Millionen im Jahr 2005 auf 74 bis knapp 69 Millionen im Jahr 2050 abnehmen.

Die Relationen zwischen Alt und Jung werden sich stark verändern. Ende 2005 waren 20% der Bevölkerung jünger als 20 Jahre, auf die 65-Jährigen und Älteren entfielen 19%. Die übrigen 61% stellten Personen im so genannten Erwerbsalter (20 bis unter 65 Jahre). Im Jahr 2050 wird dagegen nur etwa die Hälfte der Bevölkerung im Erwerbsalter, über 30% werden 65 Jahre oder älter und circa 15% unter 20 Jahre alt sein.

Die Zahl der Kinder, Jugendlichen und jungen Erwachsenen unter 20 Jahren wird schon 2010 fast 10% niedriger sein als heute und dann weiter deutlich abnehmen. Die Zahl der Kinder und Jugendlichen im Betreuungs- und Schulalter geht ebenso zurück wie die der jungen Menschen im Auszubildendenalter. Im ausbildungsrelevanten Alter von 16 bis unter 20 Jahren sind heute knapp 4 Millionen junge Menschen. Schon 2012 werden es nur noch etwa 3 Millionen sein.

Auch die Bevölkerung im Erwerbsalter altert und schrumpft langfristig. Bis etwa 2015 bleibt die Zahl der 20- bis unter 65-Jährigen stabil bei rund 50 Millionen. Dabei nimmt die ältere Gruppe der 50- bis unter 65-Jährigen so stark zu, dass sie die erhebliche Abnahme bei den unter 50-Jährigen ausgleicht und die Bevölkerung im Erwerbsalter insgesamt zunächst konstant bleibt. Später nimmt auch die Zahl dieser Älteren ab.

Unter den Jüngeren im Erwerbsalter vermindert sich die Altersgruppe der 30- bis unter 50-Jährigen schnell, während die der 20- bis unter 30-Jährigen (aus der sich die Studienabsolventen rekrutieren) zunächst stabil bleibt und erst nach 2015 schrumpft. Die Bevölkerung im Erwerbsalter insgesamt beträgt 2030 noch 42 bis 44 Millionen und 2050 zwischen 35 und 39 Millionen.

Damit verschiebt sich die Altersstruktur innerhalb des Erwerbsalters deutlich. Zurzeit gehören 50% der Menschen im erwerbsfähigen Alter zur mittleren Altersgruppe von 30 bis 49 Jahren,

knapp 20% zur jungen von 20 bis 29 Jahren und 30% zur älteren von 50 bis 64 Jahren. 2020 wird die mittlere Altersgruppe nur noch 42% ausmachen, die ältere mit etwa 40% aber nahezu gleich stark sein; 2050 sieht es ähnlich aus (mittlere Gruppe: 43%, ältere Gruppe: knapp 40%). Der Anteil der 20- bis unter 30-Jährigen verändert sich nicht sehr stark. Damit wird die Bevölkerung im Erwerbsalter stark durch die Älteren geprägt sein.

Die Zahl der ab 65-Jährigen steigt bis zum Ende der 2030er Jahre etwa um die Hälfte: von aktuell knapp 16 Millionen auf circa 24 Millionen. Danach wird sie leicht zurückgehen. Die Bevölkerung ab 80 Jahren nimmt unablässig zu: von knapp 4 Millionen im Jahr 2005 auf 10 Millionen im Jahr 2050. Dann werden über 40% der 65-Jährigen und Älteren mindestens 80 Jahre alt sein.

Auf 100 Personen im Erwerbsalter (20 bis 65 Jahre) entfallen heute 33 unter 20-Jährige. Dieser so genannte Jugendquotient geht nur leicht zurück und liegt 2050 bei 29.

Der Bevölkerung im Erwerbsalter werden künftig immer mehr Senioren gegenüberstehen. Im Jahr 2005 entfielen auf 100 Personen im Erwerbsalter (20 bis unter 65 Jahre) 32 Ältere (65 oder mehr Jahre). Im Jahr 2030 wird dieser Altenquotient bei 50 beziehungsweise 52 und im Jahr 2050 bei 60 beziehungsweise 64 liegen.

Auch bei einer Heraufsetzung des Renteneintrittsalters wäre der Altenquotient für 67-Jährige und Ältere 2050 deutlich höher als es heute der Altenquotient für 65-Jährige und Ältere ist. Das Verhältnis zwischen den Menschen, die noch nicht oder nicht mehr im Erwerbsalter stehen, zu den Personen im Erwerbsalter (Gesamtquotient) wird durch die Entwicklung des Altenquotienten geprägt sein. 2005 kamen 65 unter 20-Jährige sowie ab 65-Jährige auf 100 Personen zwischen 20 und 65 Jahren, 2030 werden es über 80 und 2050 89 beziehungsweise 94 sein (vgl. ebd.).

Annahmen:

Die Geburtenhäufigkeit bleibt insgesamt auf einem niedrigen Niveau. Vor diesem Hintergrund werden drei Optionen angenommen. Diese ergeben sich aus dem Zusammenwirken langfristiger Trends und gegenwärtiger Tendenzen im früheren Bundesgebiet, in den neuen Ländern und bei den ausländischen Frauen.

Die erste Annahme geht von der Fortsetzung der aktuellen altersspezifischen Trends während der nächsten 20 Jahre aus: Die zusammengefasste Geburtenziffer bleibt auf dem Niveau von knapp 1,4 Kindern je Frau bei einem gleichzeitigen Anstieg des durchschnittlichen Gebäralters um circa 1,6 Jahre. Im Zeitraum von 2026 bis 2050 werden die Geburtenverhältnisse dann konstant angenommen.

Die zweite Annahme setzt eine Zunahme der Geburtenhäufigkeit auf 1,6 Kinder je Frau bis 2025 voraus, wobei das durchschnittliche Alter bei Geburt um ein Jahr zunimmt. Im Zeitraum von 2026 bis 2050 bleibt die Geburtenhäufigkeit konstant.

Die dritte Annahme geht dagegen von einem allmählichen Rückgang der Geburtenhäufigkeit bis zum Jahr 2050 auf 1,2 Kinder je Frau bei einer Zunahme des durchschnittlichen Gebäralters um circa zwei Jahre aus.

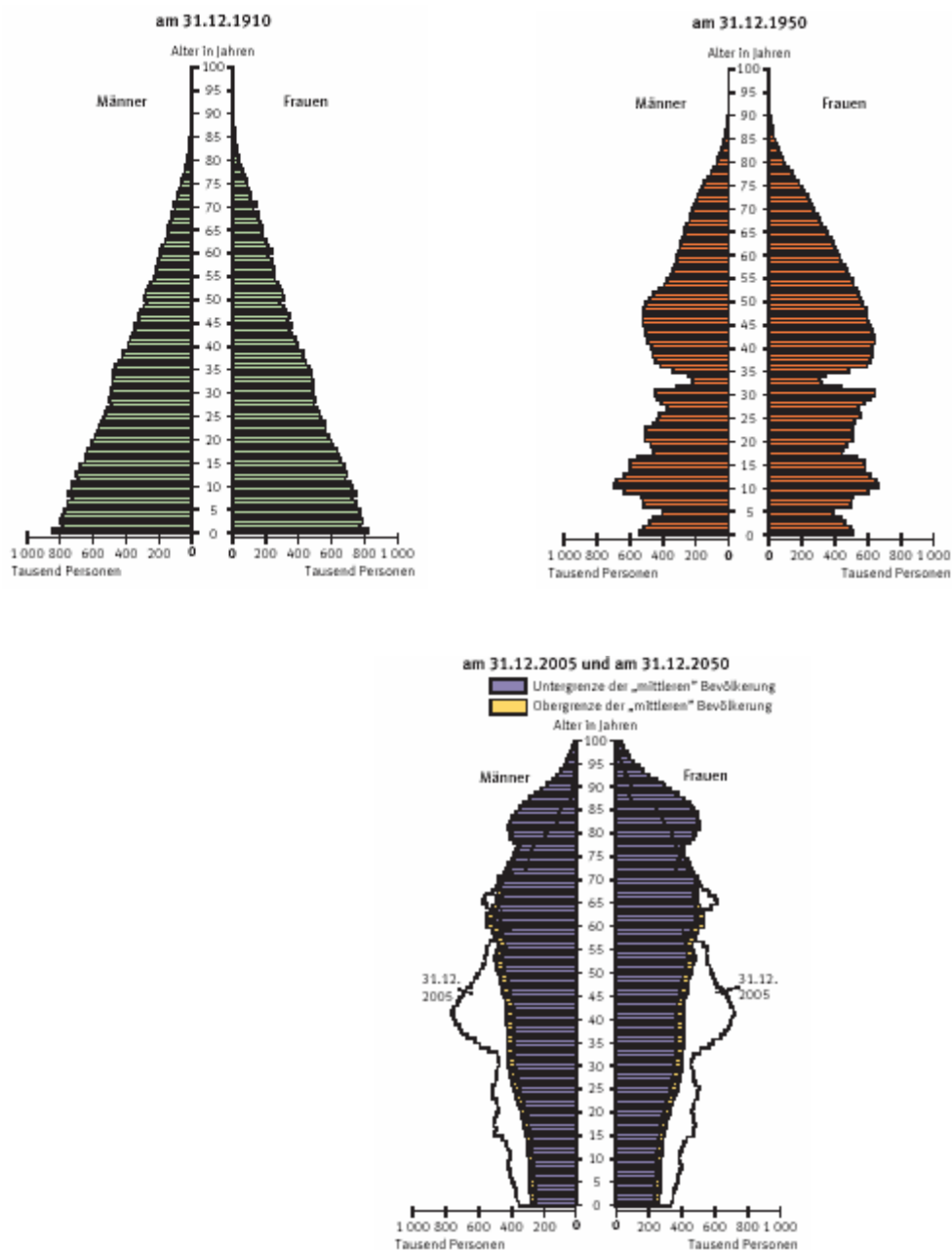
Die Lebenserwartung nimmt weiter zu. Zur Entwicklung der Lebenserwartung wurden zwei Annahmen getroffen, welche sich aus zwei verschiedenen Kombinationen des kurzfristigen (seit 1970) und des langfristigen Trends (seit 1871) in der Sterblichkeitsentwicklung ergeben. In der Basisannahme ergibt sich für das Jahr 2050 für Männer eine durchschnittliche Lebenserwartung bei Geburt von 83,5 Jahren beziehungsweise für Frauen von 88,0 Jahren. Das ist ein Zuwachs von 7,6 beziehungsweise 6,5 Jahren im Vergleich zur Lebenserwartung in Deutschland 2002/2004. Die Differenz in der Lebenserwartung von Männern und Frauen verringert sich bis 2050 von 5,6 auf 4,5 Jahre. 60-jährige Männer beziehungsweise Frauen können immer noch mit 25,3 beziehungsweise 29,1 Jahren rechnen, das sind rund fünf Jahre mehr als 2002/2004.

Bei der zweiten Annahme mit hohem Anstieg wird als Lebenserwartung bei Geburt eine durchschnittliche Lebensdauer von 85,4 Jahren für Männer beziehungsweise von 89,8 Jahren für Frauen im Jahr 2050 erreicht. Das sind für Männer 9,5 Jahre beziehungsweise für Frauen 8,3 Jahre mehr als 2002/2004. Die Differenz in der Lebenserwartung zwischen Männern und Frauen sinkt von 5,6 auf 4,4 Jahre (vgl. Abb. 7,8,9).

60-jährige Männer oder Frauen können noch 27,2 beziehungsweise 30,9 Jahre erwarten. Zum künftigen Wanderungssaldo werden zwei Annahmen getroffen. Sie gehen langfristig von einem jährlichen Wanderungsüberschuss von 100 000 oder 200 000 Personen aus, wobei jeweils ein modellhafter Verlauf unterstellt wird. Die tatsächlichen Wanderungen werden – wie auch in der Vergangenheit – weiterhin deutlichen Schwankungen unterliegen, so dass die angenommenen Werte nur als langjährige Durchschnitte zu verstehen sind. Die Spanne zwischen beiden Annahmen berücksichtigt den langjährigen Durchschnitt der Außenwanderung und bildet einen Korridor, innerhalb dessen sich das zukünftige Wanderungsgeschehen abspielen dürfte (vgl. ebd.).

Die Ergebnisse der 11. Bevölkerungsvorausberechnung beruhen wesentlich auf dem gegenwärtigen Altersaufbau und auf Annahmen zur Geburtenhäufigkeit, zur Lebenserwartung sowie zu den Außenwanderungen. Dafür wurden eine Annahme zur Geburtenhäufigkeit, drei Annahmen zur Entwicklung der Lebenserwartung und drei zum Wanderungssaldo getroffen,

wobei von jährlichen Wanderungsüberschüssen von etwa 100 000, 200 000 sowie von anfangs 200 000 und ab 2011 von 300 000 Personen ausgegangen wurde. Insgesamt wurden neun Varianten der Bevölkerungsentwicklung errechnet. (vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT 2006).



Abbildungen 7, 8, 9: Bevölkerungsentwicklung 1910, 1950 und 2050

Quelle: Statistisches Bundesamt 2006, S. 16.

Dabei ist das ‚Altern der Gesellschaft‘ kein deutsches Phänomen, sondern eine weltweite Erscheinung, unabhängig von politischen und ökonomischen Ordnungssystemen. Erst für die

Mitte des 21. Jahrhunderts darf wiederum eine Glättung der Alterspyramide erwartet werden (vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT 2006).

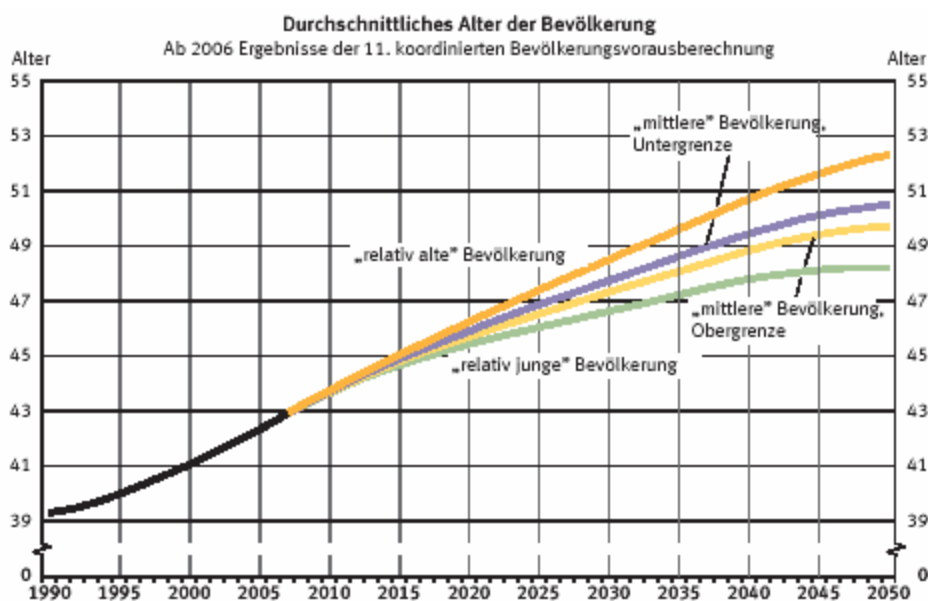


Abb. 10: Entwicklung des Altenanteils in Deutschland
Quelle: Statistisches Bundesamt 2006, S. 19.

Diese als charakteristisch für alle Industrie- und Dienstleistungsgesellschaften angenommene Entwicklung beruht auf rückläufigen Geburtenzahlen und der wachsenden Möglichkeit der Menschen, ein hohes Alter zu erlangen. Um die Jahrhundertwende lag die durchschnittliche Erwartung, das 60. Lebensjahr zu erreichen, bei männlichen Neugeborenen bei ca. 44%, bei weiblichen bei ca. 51%. Die Sterblichkeitsstatistik der Jahre 1986/88 sagt, dass 84% der Jungen und 92% der Mädchen dieses Alter erreichen werden. Während im Jahr 1855 die durchschnittliche Lebenserwartung in Deutschland bei etwa 37 Jahren lag, erreicht sie 1985 etwa 74 Jahre, also das Doppelte (vgl. IMHOF 1996, S. 67f.).

Um das Jahr 1990 kamen von 100 Frauen rund 400 lebend geborene Kinder zur Welt. Diese Zahl ist heute für das gesamte Bundesgebiet auf ca. 140 - 150 Kinder zurückgegangen.

Deshalb ergeben sich Auswirkungen auf das soziale Sicherungssystem sowie die ‚Generationensolidarität‘.

Individuelle Altersvorbereitungen

All diese Entwicklungen stellen neue Anforderungen an eine möglichst frühe individuelle Altersvorbereitung.

Über viele Jahre hinweg galt in den Industrieländern das so genannte Drei-Phasen-Modell als Modell eines gelungenen Lebenslaufs: Ausbildung - Erwerbstätigkeit - Ruhestand. Dieser Ablauf galt als verlässlich und institutionell geregelt. Hatte man eine Ausbildung, konnte man

mit hoher Wahrscheinlichkeit eine dementsprechende Beschäftigung erreichen, die nach gewisser Zeit zur Pensionierung führte. Ab dem 60. oder 65. Lebensjahr war der sozial definierte und sozial anerkannte Altersstatus erreicht. DER ERSTE ALTENBERICHT DER BUNDESREGIERUNG spricht davon, dass ökonomische, soziale und kulturelle Entwicklungen in den letzten 15 Jahren zu einem Aufbrechen dieses Lebenslauf-Modells geführt haben und damit zu einer ‚De-Rhythmisierung‘ und ‚De-Institutionalisierung‘ (vgl. 1993, S. 15f.). Fließende Grenzen ersetzen die früher eindeutigen Übergänge.

Das Leitbild des ZWEITEN BERICHTS ZUR LAGE DER ÄLTEREN GENERATION IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND ist u.a. gekennzeichnet durch:

- „die Eigenverantwortlichkeit des älter werdenden Menschen für ein personal selbst bestimmtes und sozial integriertes Leben“ und
- „die Bedeutung des Eingebundenseins in die eigene Generation und in die generationsübergreifenden Netzwerke für Lebensqualität und Lebenszufriedenheit im Alter“ (1998, S.16).

Altern der Bevölkerung bedeutet, dass der Anteil älterer und sehr alter Menschen an der Bevölkerung steigt, bei einem gleichzeitigen Rückgang des Anteils Jüngerer. Parallel dazu altert auch die Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter. Dieser Trend besteht seit ca. 100 Jahren, wird sich auch künftig fortsetzen und in den kommenden zwei Jahrzehnten an Dynamik gewinnen.

Die Zunahme alter Menschen in der Bevölkerung ist im heutigen Altersaufbau der Bevölkerung bereits angelegt. Hinzu kommt, dass eine weitere Zunahme der Lebenserwartung wahrscheinlich und ein Wiederanstieg der Geburtenhäufigkeit kaum zu erwarten sind. Selbst eine verstärkte Zuwanderung von jungen Menschen nach Deutschland würde das demographische Altern nur verlangsamen.

Die demographische Alterung stellt eine zentrale gesellschaftspolitische Herausforderung dar, mit der sich die Politik seit langem konfrontiert sieht. Das Altern der Bevölkerung wird zu einschneidenden gesellschaftlichen Veränderungen in Politik und Wirtschaft und damit zu verstärkten Anpassungsnotwendigkeiten führen.

Die Bewältigung des Alterns der Bevölkerung bedeutet, rechtzeitig und vorausschauend die politischen Reformmaßnahmen zu ergreifen, die auf lange Sicht die Aufrechterhaltung des Generationenvertrages, ohne die kleiner werdenden, nachwachsenden Generationen übermäßig zu belasten.

Es wird darauf ankommen, den Wirtschaftsstandort Deutschland auch bei veränderten Altersstrukturen zu gestalten. Zukunftslösungen, die die Situation älter werdender

betrieblicher Belegschaften und deren Innovationsfähigkeit berücksichtigen, sind dringend erforderlich.

Letztlich ist zu unterstreichen, dass es für die drohende Finanzierungs Krise der sozialen Sicherungssysteme keine demographische Lösung gibt. Nur das Beschreiten des Weges sinnvoller Reformen zur Festigung und Stützung der Generationensolidarität wird aus der sich abzeichnenden Konfliktsituation führen. (vgl. hierzu: BUNDESINSTITUT FÜR BEVÖLKERUNGSFORSCHUNG 2001, S.11ff.).

1.5 Alter, Gesundheit und körperliche Leistungsfähigkeit

Jeder Mensch möchte nach Möglichkeit gesund alt werden und so lange wie möglich selbst bestimmt und unabhängig, auch im höheren Alter leben.

GEROK/BRANDTSTÄTTER entwerfen eine Abgrenzung tatsächlicher und theoretisch möglicher Altersprozesse. Die Definition und Trennung der Begriffe ‚normales‘, ‚pathologisches‘ oder ‚optimales‘ Altern sind mehrdeutig und problematisch (vgl. 1992, S. 357f.).

Normal altert, wer die durchschnittliche Lebenserwartung bei gleichzeitigem Auftreten altersbedingter Beeinträchtigungen im organischen oder psychischen Bereich erreicht. Die Streubreite innerhalb altersgleicher Gruppen ist sehr groß. Allgemein gilt derzeit bei Männern eine mittlere Lebenserwartung von 74 Jahren, bei Frauen von 80 Jahren. Das bisher verlässlich dokumentierte höchste Alter wird in der Literatur mit 114 Jahren angegeben und gilt als die maximale menschliche Lebensspanne.

'Normal' ist die verminderte Leistungsfähigkeit in vielen Funktionsbereichen, die sich an statistischen Mittelwerten orientiert. Leistungsminderungen treten häufig erst dann auf, wenn bestimmte Organe oder Funktionsbereiche besonders beansprucht oder belastet werden. Ein gutes Beispiel hierfür ist der Anstieg des Blutdrucks mit zunehmendem Alter. Neben schlechterer Anpassung an Belastungssituationen ist mit dem Alter auch das verlangsamte Wiedererreichen eines unbelasteten Niveaus verbunden.

Pathologisches Altern impliziert dagegen das Auftreten (eventuell die dauerhafte Anwesenheit) spezifischer Krankheiten, Leistungsbeschränkungen oder Funktionsminderungen. Gleichzeitig kommen zu diesen objektiv messbaren Indikatoren von Krankheit subjektive Einschätzungen, die sehr stark divergieren können. Die bei BIRREN/SLOANE/COHEN verwendeten Begriffe ‚eugenic‘ bzw. ‚pathogenic‘ spiegeln die Unterscheidung zwischen normalem und pathologischem Altern wider (vgl. 1992, S. 25f.).

Obwohl eindeutig ist, dass mit zunehmendem Alter auch vermehrt Krankheiten auftreten, muss zwischen durchschnittlichem Vorkommen und außergewöhnlichen Häufungen von Krankheiten oder chronischen Krankheitsbildern differenziert werden. Als Folge dieser Beeinträchtigungen resultieren aller Wahrscheinlichkeit nach verkürzte Lebensdauer und eingeschränkte Lebensqualität.

GEROK/BRANDTSTÄTTER weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass eine Gesundheitsprophylaxe und –stärkung unumgänglich ist. Dazu gehören die Reduktion von Risikofaktoren (z.B. mangelnde körperliche Bewegung, schlechte Ernährung, Alkohol- und Nikotingenuss, Belastungssituationen etc.) sowie das Training körperlicher Fitness, unterstützt durch positive psychische und soziale Einstellungen (1992, S. 365ff.).

Diese Gesundheitsvorsorge erscheint auch im Hinblick auf die teilweise massiven morphologischen und funktionellen Veränderungen und Verschlechterungen im Altersverlauf notwendig. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Untersuchung ist vorrangig die Muskelkraftabnahme zu nennen.

In sportmedizinischen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass sich dieser unvermeidliche körperliche Abbauprozess in einem gewissen Spielraum bewegt, der durch verschiedene Umweltfaktoren und die eigene Lebensweise deutlich beeinflusst wird. Ähnlich wie sich innerhalb der Gerontologie eine große Plastizität der kognitiven Funktionen gezeigt hat, gilt auch für den Bereich der körperlichen Funktionen, dass sie bis ins hohe Alter noch trainierbar sind (vgl. zur Trainierbarkeit der einzelnen motorischen Hauptbeanspruchungsformen im Überblick MEUSEL 1999, S.12ff.). Für HOLLMANN & LIESEN weisen ältere Menschen sogar noch im Alter von 55 bis 70 Jahren eine Trainierbarkeit auf, die in qualitativer und quantitativer Hinsicht der eines sehr viel jüngeren Menschen entspricht (1985, S. 345ff.).

Die empirischen Belege der Wirkungen von Bewegungsaktivitäten im Alter beziehen sich überwiegend auf die körperliche Leistungs- und Funktionsfähigkeit. Die Erforschung der Entwicklung der Koordination und der motorischen Lernfähigkeit im Alter stecken dagegen noch in den Anfängen (zur Diskussion der widersprüchlichen Befunde vgl. im Überblick KIRCHNER 1997; BAUMANN 1990). Es zeichnet sich ein ähnliches Bild ab, wie es die Gerontologie im Hinblick auf die kognitiven Fähigkeiten aufgezeigt hat. Motorische Fähigkeiten wie die Gleichgewichts-, Differenzierungs-, Reaktions- und Rhythmusfähigkeit ebenso wie die Fähigkeit zum Neulernen von Bewegungen sind danach bis ins hohe Alter trainierbar, auch wenn sich bei hohen Anforderungen deutlichere individuelle Grenzen zeigen.

Insgesamt scheint es so, dass ältere Menschen auch in körperlicher Hinsicht über eine Plastizität bzw. über eine Entwicklungskapazität verfügen, die im Einzelnen allerdings noch nicht hinreichend erforscht sind. Die Trainierbarkeit der konditionellen (z.B. Muskelkraft) wie der koordinativen Fähigkeiten nimmt aufgrund der verminderten Adaptationsfähigkeit im Altersverlauf zwar ab, bleibt aber auch im hohen Alter grundlegend erhalten (vgl. ISRAEL & WEIDNER 1988, S. 149ff.). Das bedeutet, dass im Alter sowohl die Möglichkeit einer Rehabilitation verminderter Funktionen besteht als auch die körperliche Leistungsfähigkeit noch maßgeblich verändert werden kann (vgl. KRUSE 1992, S. 151f).

Zu diesem Nachweis einer körperlichen Entwicklungsreserve im Alter tritt noch eine andere Beobachtung, die zu einer wesentlichen Grundlage für den Alterssport geworden ist. So fällt auf, dass „der Verlauf der kardiopulmonalen Funktionsgrößen mit dem Alter in hohem Maße der Tendenz der Messgrößen gleicht, wie sie beim Menschen unter Bewegungsmangel gefunden werden“ (LANG 1975, S. 76). Dieses Phänomen, dass die Folgen eines Bewegungsmangels eine ganze Reihe ähnlicher Merkmale aufweisen wie die Begleiterscheinungen von Alterungsprozessen, wird zur zentralen Basis der weiteren Argumentation. Ähnlich wie durch einen ausgeprägten Bewegungsmangel ein Funktionsabbau hervorgerufen wird, kommt es auch im Verlauf des körperlichen Alterns in Folge der verminderten Adaptationsfähigkeit zu unumkehrbaren Prozessen (vgl. ISRAEL & WEIDNER 1985, S. 529).

Entsprechend wird in der sportmedizinischen und trainingswissenschaftlichen Literatur immer wieder unterstellt, dass Bewegungsaktivitäten eine „Bremswirkung“ auf Alternsprozesse“ (ISRAEL & WEIDNER 1988, S. 5) ausüben bzw. den „Alternsprozess bremsen“ (MEUSEL 1999, S. 17). Noch häufiger wird von einer Verzögerung von Alternsprozessen (vgl. bei MEUSEL 1999; ISRAEL & WEIDNER 1988) in physiologischer und sogar in neurophysiologischer Hinsicht (vgl. SCHMIDT et al. 1979) gesprochen. Für BAUMANN ist der wissenschaftliche Beweis schon erbracht: „Dass der biologische Alternsprozess durch sportliche Aktivitäten beeinflusst bzw. verzögert werden kann, ist inzwischen durch zahlreiche empirische Studien belegt“ (1990, S. 8).

Aus diesen Grundvorstellungen werden wesentlich Bewegungsaktivitäten konsequent abgeleitet, bei dem nach MEUSEL die „Ausschöpfung vorhandener Kapazitäten und Potenzen für die Gesunderhaltung und die Vermittlung von Vitalität“ (1999, S. 272) im Vordergrund stehen sollten. Die Gesundheit bzw. die Gesundheitserhaltung wird zum wichtigsten Ziel eines erfolgreichen Alterns erklärt, ohne dass dabei ein Bezug zu den in der Gerontologie entworfenen Theorien eines erfolgreichen Alterns hergestellt würde.

Entsprechend muss auch für ISRAEL & WEIDNER der Alterssport auf „zentrale Lebensqualitäten wie Gesundheitsstabilität, komplexe Leistungsfähigkeit, Belastungstoleranz, Erholungs- und Entspannungsvermögen, körperliche Unabhängigkeit und Wohlbefinden“ (1988, S. 175) gerichtet sein.

Mit der körperlichen Unabhängigkeit ist noch eine weitere Wertvorstellung angesprochen, die als wesentliche Grundlage der Lebensqualität im Alter angesehen wird, und die der Alterssport vor allem über den Erhalt der motorischen Funktionsfähigkeit unterstützen soll. In allerdings nur äußerlicher Anlehnung an den gerontologischen Begriff der Kompetenz wird erklärt: „Der Mensch sollte so lange als möglich selbständig, unabhängig von der Hilfe anderer, d.h. handlungskompetent bleiben“ (BAUMANN 1990, S. 13). In ähnlicher Weise äußern sich KIRCHNER 1997, S. 15.153.187; MEUSEL 1999, S. XI.135. Für HOLLMANN & LIESEN ist eine optimale Lebensqualität „zwangsläufig gebunden an eine hohe Leistungsfähigkeit aller Organe, insbesondere des Herz-Kreislauf-Systems“ (1985, S. 266). „Das Ziel von Bewegungsaktivitäten ist vorrangig auf den Erwerb von Fitness gerichtet. Fitness bedeutet die Fähigkeit, die Anforderungen des Alltags ohne stärkere Ermüdung zu erfüllen, die Freizeitinteressen wahrzunehmen und auf unvorhergesehene Situationen erfolgreich zu reagieren. Fitness setzt einen angemessenen persönlichen Handlungsspielraum voraus. Dieser ist durchaus trainierbar, und er kennzeichnet das 'erfolgreiche Altern'“ (ISRAEL & WEIDNER 1988, S. 221).

Die wesentliche Funktion von Bewegungsaktivitäten wird in einer individuellen Form der Behandlung bzw. Therapie gesehen, in der physische, psychische und auch soziale Funktionen entweder präventiv oder rehabilitativ trainiert werden (vgl. KRUSE 1992, S. 53). Zum Erhalt der Handlungsfähigkeit im Alter wird eine „Bewegungs(be)handlung und Sporttherapie“ (BAUMANN 1990, S. 3) als notwendig erachtet. MEUSEL bezeichnet „Bewegung als Medizin, auch als Psychopharmakon“ (1996, S. 41), dem er gegenüber Medikamenten den Vorzug einräumt, kaum Nebenwirkungen zu haben. Bewegung wird so in Analogie zur Applikation eines Medikaments bzw. einer Therapie gehandhabt, und es werden entsprechende Empfehlungen zu ihrer richtigen Anwendung und zur optimalen Dosierung gegeben. Negativ besetzter Bezugspunkt bleibt eine Vorstellung vom Alter als einem krankhaften, möglichst zu verzögernden oder zu mildernden Endpunkt. Auch bei Zielen wie ‚Lebensfreude wecken‘, ‚Spaß vermitteln‘ oder ‚soziale Kontakte herstellen‘ steht die Vorstellung im Hintergrund, dass ältere Menschen kaum Freude an ihrem Leben haben und das Netz ihrer sozialen Kontakte dünn ist, so dass sie entsprechende Integrationshilfen

benötigen. Hier wird auf eine Altersvorstellung Bezug genommen, die die differentielle Gerontologie in ihrer Pauschalität vielfach widerlegt hat.

Ähnlich wie in LEHRs (2000) Argumentation in Bezug auf Interventionen wird auch in der sportwissenschaftlichen Literatur zu Bewegungsaktivitäten das Bild einer unheilvollen Schonung entworfen, das zu einer selbst verschuldeten Inaktivitätsatrophie als wesentlicher Ursache negativer Altersentwicklungen führt. Schon NEUMANN spricht vom „Teufelskreis von Bewegungsmangel und Altersbeschwerden“ und sucht den wesentlichen Grund für den „vorzeitigen körperlichen Verfall älterer Menschen im Absinken ihrer Lebensgewohnheiten zu einem bewegungsverarmten Hockerdasein. [...] Werden nämlich Muskeln, Bänder, Sehnen, Herz und Lunge einer ausreichenden Funktion entwöhnt, so antwortet der Organismus mit einem Anpassungsvorgang: er entartet“ (1976, S. 68). Etwas weniger drastisch sehen ISRAEL & WEIDNER den Zustand des älteren „bewegungsverarmten Menschen“ (1988, S. 148) als Ergebnis eigener körperlicher Bequemlichkeit, eine Haltung, die nach MEUSEL in eine sich immer weiter verstärkende Spirale führt: „Bequemlichkeit lässt die Leistungsfähigkeit sinken, mangelnde Leistungsfähigkeit untergräbt das Selbstvertrauen und verstärkt die Bequemlichkeit“ (1999, S.67). In jedem Fall wird davon ausgegangen, dass der „größte Teil des mit dem Alternsprozess eintretenden Leistungsrückgangs selbst verschuldet und vermeidbar“ (ebd.) ist (vgl. hierzu auch SPIRDUSO et al. 2005). Folgerichtig ist es in Analogie zur gerontologischen Aktivitätstheorie wesentliche Aufgabe, ältere Menschen zu aktivieren und ihre körperliche Funktionsfähigkeit zu erhalten.

Die Gerontologie war von Beginn ihrer Entwicklung an durch das Bemühen gekennzeichnet, nicht nur Veränderungen des Erlebens und Verhaltens im Alternsverlauf zu beschreiben, sondern sie verfolgte mit den Interventionen auch immer das Anliegen, Alternsprozesse positiv zu beeinflussen. Eine wesentliche Voraussetzung für die Möglichkeit von Interventionen bildet die Erkenntnis der Gerontologie, dass Menschen bis ins hohe Alter veränderungs- und bildungsfähig bleiben. Erst der Nachweis der bis ins hohe Alter vorhandenen Kapazitätsreserven hat die theoretischen Voraussetzungen dafür geschaffen, dass Eingriffe in den Alternsprozess überhaupt denkbar sind. Psychogerontologische Interventionen können als geplante Versuche angesehen werden, den psychologischen Alternsverlauf zu verändern (vgl. BALTES & DANISH 1979, S. 121f.).

Die Gesellschaft hat sich darauf einzustellen, hat alles zu tun, damit die zusätzlichen Lebensjahre nicht eine Verlängerung des Dahinsiechens und Sterbens bedeuten, sondern zu 'gewonnenen Jahren' werden. Altwerden bei psychophysischem Wohlbefinden, bei Erhalt der

Selbstständigkeit und größtmöglicher Unabhängigkeit ist im Interesse aller: der Älteren selbst, ihrer Familien, der jüngeren Generationen und der ganzen Gesellschaft.

Altern muss nicht mit Pflegebedürftigkeit gleichgesetzt werden. Selbst das Erreichen von 90 oder gar 100 Jahren muss nicht Pflegebedürftigkeit bedeuten. LEHR sieht im gesunden Altwerden die Herausforderung unserer Zeit. Wichtig sei aber ein Ausbau der Prävention und Rehabilitation. „Wir müssen alles tun, um eine Pflegebedürftigkeit zu vermeiden! Das ist nicht nur kostensparender, sondern erhöht auch die Lebensqualität der Senioren und ihrer Familien. Gesundes Altwerden ist eine Aufgabe für uns alle, die schon in Kindheit und Jugend beginnt und dann im mittleren und höheren Erwachsenenalter von ganz großer Bedeutung ist“ (2000, S. 15f.).

Ein gesundes Altwerden ist mit körperlicher, geistiger und sozialer Aktivität möglich. Die Bedeutung der Aktivität für ein Altwerden bei psychophysischem Wohlbefinden wurde in der Wissenschaft schon lange erkannt. Spätestens seit Anfang der 70er Jahre betonen Medizin, Psychologie, Sportwissenschaften und andere Disziplinen: Körperliche, geistige und soziale Aktivität ist den Erkenntnissen der neueren gerontologischen Forschung zufolge die Voraussetzung für eine Lebensqualität in der dritten (oder vierten) Lebensphase.

1.5.1 Exkurs: Gesundheit, körperliche Leistungsfähigkeit und Bewegung aus historischer Sicht

Aber so neu sind die Erkenntnisse und Forderungen nach Bewegung und körperlicher Aktivität nicht. Schon die alten Griechen kannten die Formulierung: ‚Panta rei‘ (alles fließt, alles ist in Bewegung). Der Umkehrschluss dazu: Was sich nicht (mehr) bewegt, ist abgestorben, ist tot!

In diesem Zusammenhang erscheint ein historischer Exkurs sinnvoll, da die Grundzüge solcher Erkenntnisse gar nicht so neu sind. Ein hohes Lebensalter bei psychophysischem Wohlbefinden zu erreichen, war von jeher der Wunsch der Menschheit (vgl. hierzu GNILKA und GUTSFELD & SCHMITZ).

Vorbemerkung: Es ist an dieser Stelle nicht die Aufgabe dieser Textsammlung, eindeutige Urheberschaften einzelner Schriften zweifelsfrei darzulegen, sondern es sollen möglichst vielseitige Äußerungen zur Thematik Alter, Altwerden, Bewegung und Gesundheit vorgestellt werden.

Herodikos von Selymbria (ca. 500 v. Chr. – 430/420 v. Chr.)

Herodikos wurde um 500 v. Chr. in Megara geboren, ließ sich aber als Arzt in Selymbria nieder.

Er scheint wohl einen gewissen Einfluss auf Hippokrates gehabt zu haben, da er die Ansichten über die Diät bei Athleten auf den medizinischen Bereich übertragen hat und damit auch die Schrift „Über die Diätetik“ (besser: Die Regelung der Lebensweise) aus dem Corpus hippocraticum entscheidend geprägt hat, obwohl es nicht beweisbar ist, dass diese Schrift tatsächlich aus seiner Feder stammt (vgl. GERABEK, et al., S. 574). Allerdings gilt es aber als das älteste umfangreiche Dokument, welches die Stellung der Gymnastik kennzeichnet.

Er schreibt: „..... so reicht das doch noch nicht für die Behandlung des Menschen aus, weil der Mensch nicht einfach durch Regelung seiner Ernährung gesund sein kann, wenn er sich nicht auch körperlich betätigt. Denn Nahrung und körperliche Übung haben einander entgegengesetzte Wirkung und treten in ihrem Einfluß auf die Gesundheit miteinander in Wettbewerb. Körperliche Übung zehrt ihrer Natur nach das Vorhandene auf, Speisen und Getränke aber gleichen den Verlust aus“ (Peri dieit. 1,2).

Durch Krankheit war er gezwungen, seinen Beruf aufzugeben und behandelte sich in analoger Weise wie die trainierenden Athleten, d.h. er bekämpfte seine Krankheit mit den üblichen diätetischen Mitteln. Er führte für sich eine rigorose, äußerst asketische Lebensweise, durch die es ihm gelang, ein hohes Lebensalter zu erreichen. So hat er dann offenbar ein seinem Zustand angemessenes Behandlungsschema entwickelt und bei sich selbst angewandt mit genauen Bestimmungen über Speise, Bewegung, Massage usw. und mit Sorgfalt eingehalten. Diese Behandlungsmethode war im Grunde nichts anderes als eine rationelle Diätetik auf gymnastischer Grundlage. So gesehen ist Herodikos von Selymbria als Begründer der Heilgymnastik zu sehen, deren Kernaussage heißt: Anleitung zum naturgemäßen Leben, welches in der richtigen Einteilung von Ernährung und Betätigung besteht (vgl. JÜTHNER, S. 12f.). Das bedeutet: Schon sehr früh hat man den heilsamen Einfluss mäßiger Bewegung und Muskeltätigkeit auf die Gesundheit anerkannt und eine rationell abgestufte Gymnastik in die ärztliche Behandlung mit aufgenommen (vgl. ebd., S. 33). Allerdings galt er mit seiner Methode der Krankentherapie zur damaligen Zeit als Außenseiter und wurde u.a auch von Platon später noch scharf kritisiert, da Herodikos` (von Selymbria) Heilkunst auch von Gewaltkuren nicht absah, zumindest aber hat er seine Patienten allmählich an derartige Leistungen heranzuführen versucht, wobei sein system offensichtlich aber flexibel genug war, um den Kranken ein langes Leben zu ermöglichen (vgl. WÖHRLE, S. 57 und GRENEMANN, S. 174).

„Sie ist ihm nichts anderes als eine der vielen Formen der körperlichen Betätigung, allerdings die rationellste und messbarste, auch wohl edelste, und wird daher als wichtiger Behelf der

Diätetik und somit als nützliche Dienerin in die Medizin einbezogen, um bei der Herstellung der richtigen Bilanz des organischen Haushaltes mitzuwirken“ (ebd., S. 35).

In einigen Randbemerkungen zu den Originaltexten (sogenannte Scholien) lässt sich folgendes finden: „Herodikos aus Selymbria war ein Arzt; die körperlichen Übungen machte er außerhalb der Stadtmauer. Er fing dabei von einem Punkt an, der nicht zu weit, sondern nur mäßig von der Stadtmauer entfernt war, und kehrte dann zum Ausgangspunkt zurück“ (Scholion zu Platon, Phaedrus, 227d (Nr.7); abgedruckt bei: GRENSEMANN, S. 19). Etwas weiter oberhalb in diesem Text findet sich diese Bemerkung: “Ich jedenfalls bin so begierig zu hören, daß ich, wenn du meine Schritte nach Megara lenkst und nach dem Rezept des Herodikos an die Stadtmauer heran- und wieder zurückgehst, bestimmt nicht hinter dir zurückbleibe“ (Platon, Phaedrus 227d; abgedruckt bei: ebd., S. 17.)

Der Anonymus Londinensis spricht sowohl von Herodikos ohne als auch mit Herkunftsbezeichnung und berichtet: “Der Selymbrianer Herodikos glaubt, dass die Krankheiten aus der Lebensführung entstehen. Diese sei naturgemäß, wenn Anstrengungen und Schmerzen im gehörigen Ausmaß vorhanden seien und auf diese Weise die Nahrung verdaut werde; daß die Körper aber jeweils zunähmen, wenn die Nahrung naturgemäß in ihnen verteilt werde. Er glaubt nämlich, daß die Gesundheit dann gegeben sei, wenn sich der Körper hinsichtlich der Lebensführung in einem naturgemäßen Zustand befinde; Krankheit aber entstehe aus einem naturwidrigen Zustand desselben“ (Anon. Lond. IX 20-30; abgedruckt in: GRENSEMANN, S. 15f.).

Sein Namensvetter Herodikos von Knidos macht dazu in der gleichen Textsammlung folgende Bemerkung: “Wenn die Menschen Nahrung zu sich, ohne sich Bewegung verschafft zu haben, dann kommt es dazu, dass diese nicht richtig verteilt wird, sondern sie löst sich in Rückstände auf, indem sie unverdaut und unverändert daliegt“ (Anon. Lond. IV 31-V 35); abgedruckt in: ebd., S. 12f.) Für beide Ärzte war eindeutig, dass die primäre Krankheitsursache auf einem Missverhältnis zwischen Bewegung und Nahrungsaufnahme beruhte.

Allerdings weitet der Anonymus in seinen Texten seine Heilkünste aus, die teilweise in ihren Anwendungen sehr fordernd und anstrengend waren. So gibt er den Rat, dass ein an Lungentuberkulose Erkrankter dazu angehalten wird, zunächst wenigstens 20 Stadien (ca. 3600 m) zu gehen, an den folgenden Tagen jeweils 5 Stadien (900 m) dazuzulegen, bis er auf 100 Stadien, also insgesamt ca. 18 KM pro Tag kommt. (Diese Empfehlung stammt aus seiner Schrift *De internis morbis* 12, auszugsweise abgedruckt in: GRENSEMANN, S. 147ff.). Auch bei Nierenerkrankungen gibt er in Kapitel 12 die Empfehlung, die Länge der

täglichen Spaziergänge bis auf 100 Stadien zu steigern (vgl. ebd., S. 174). Aber es sind hier auch Hinweise auf eine abgewogene und mildere Diät zu finden, die Speisenaufnahme und körperliche Leistung in ein Gleichgewicht bringen will (vgl. ebd.).

Hippokrates (ca. 470/460-375/351 v. Chr.)

Herodikos hat das medizinische Denken Hippokrates` offenbar zumindest stark beeinflusst. Geboren wurde Hippokrates um 470/460 v. Chr. in Kos geboren, war nach seinem Medizinstudium seit 440/410 v. Chr. Mitglied der dortigen Ärzteschule und wurde bereits im 4. Jahrhundert vor Christus eine Symbolfigur des Arzttums schlechthin (vgl. Aristoteles, Politik VII, 1326a14-16). Seine mehr als 60 Schriften wurden in der Folgezeit im sogenannten Corpus Hippocraticum zusammengetragen. Gestorben ist er 375/351 v. Chr. in Larissa, Thessalien.

Schon vor mehr als 2000 Jahren empfahl er bereits als Regel für eine gesunde Lebensführung, die ein hohes Alter garantiere:

„Alle Teile des Körpers, die zu einer Funktion bestimmt sind, bleiben gesund, wachsen und haben ein gutes Alter, wenn sie mit Maß gebraucht werden und in den Arbeiten, an die jeder Teil gewöhnt ist, geübt werden. Wenn man sie aber nicht braucht, neigen sie eher zu Krankheiten, nehmen nicht zu und altern vorzeitig“ (FUCHS, Bd. 3, S. 84-176).

In einem Fragment „Die Hygieine der Lebensweise“ führt er in Kapitel VII aus: „Diejenigen, welche körperliche Übungen betreiben, müssen während des Winters laufen und ringen, während des Sommers wenig ringen und gar nicht laufen, sondern recht viel in der Frische spazieren gehen. Diejenigen, welche nach den Läufen Ermüdung fühlen, müssen ringen, diejenigen wieder, welche nach dem Ringen Ermüdung verspüren, müssen laufen, denn auf diese Weise kann man sich durch die Anstrengung des ermüdeten Körperteils am meisten Durchwärmung, Festigkeit und Erholung verschaffen“ (aus: FUCHS, Bd. 1, S. 373f.).

Platon (427-347 v.Chr.)

Der griechische Philosoph Platon wurde 428/427 v. Chr. in Athen als Spross einer adeligen Familie geboren. Dort starb er auch 348/347 v. Chr. Stark beeinflusst von seinem Lehrer Sokrates entwickelte Platon in seinem Werk „Res publica“ seine Theorie des idealen Staates. Frühe Hinweise auf eine notwendige Aktivität im Alter, eine lebenslange Vorbereitung auf das Alter, die schon in Kindheit und Jugend beginnen sollte und neben dem physischen Bereich auch einen geistigen umfassen muss, findet man in seiner ‚Res publica‘. „Einseitige Kopfarbeit und einseitige körperliche Ausbildung lassen den Menschen `hinken` und führen

zur Verkrüppelung“ (Platon, Res publica, VII, 535d). Bei Platon ist zwar eine Akzentverschiebung zur geistigen Seite hin zu verzeichnen, dennoch hält er fest an dem echt griechischen Gedanken des rechten Maßes und der Harmonie (vgl. hierzu ebd., III, 403d,e. III, 409d-410a-e).

Er geht auch auf Herodikos ein und akzeptiert vollinhaltlich das Fundament der Naturheilmethode des Herodikos betreffend die Notwendigkeit des Gleichgewichts von Arbeitsleistung und Nahrungsaufnahme im organischen Haushalt, so dass der Gymnastik die „Aufsicht über Zunahme und Abnahme des Körpers“ (Symp. 186 c) zukomme. Das heißt, dass die Gymnastik auch von ihm als ein wesentlicher Bestandteil der Diätetik gesehen wird.

In diesem Sinne verstand Platon unter Gymnastik nicht mehr bloß die Kunst der Leibesübungen, das Turnen an sich, in der engeren Bedeutung als Turnkunst oder athletischer Sport, sondern in der weiteren als „Kunst der Leibespflge“ (vgl. JÜTHNER, S. 40).

Allerdings betrachtet Platon den Selbstversuch Herodikos` sehr kritisch, indem Platon seiner Dialoggestalt Sokrates, der seine eigene Position vertritt, folgende Worte in den Mund: „Als er (Herodikos) krank geworden war, vermischte er sportliche mit medizinischen regeln und quälte zuerst und vor allem sich selbst, danach aber viele andere. Indem er sich das Sterben lang machte. Dadurch nämlich, dass er peinlich genau auf seine unheilbare Krankheit einging, war er nicht in der Lage, ... sich gesund zu machen, und indem er überhaupt keiner anderen Tätigkeit mehr nachging, brachte er sein Leben damit zu, an sich herumzukurieren. So quälte es ihn, wenn er auch nur im geringsten von seiner gewohnten Lebensweise abwich, und indem er mit seinen Kenntnissen dem Tod dauernd Widerstand leistete, erreichte er ein hohes Alter“ (Platon, Res publica, III, 406a-c).

Dennoch sieht Platon Ärzte wie Gymnasten zur Beurteilung und Bemessung der Nahrung und körperlichen Arbeitsleistung als kompetent an, und die Heilkunde hat nicht bloß Medikamente, sondern auch Speise und Trank zu verordnen und insbesondere zur Regelung des Allgemeinbefindens die Lebensweise vorzuschreiben. Durch frühzeitig einsetzende und in allen Lebensaltern fortgeführte Leibesübungen werden sowohl Körper als auch Geist günstig beeinflusst. Gesundheit, Körperkraft, Abhärtung, aber auch körperliche Schönheit sind die äußerlich in die Erscheinung tretenden köstlichen Früchte eines entsprechenden athletischen Sports (vgl. Res publica, VIII, 832d-834d).

Aristoteles (384-322 v. Chr.)

Aristoteles wurde auf der griechischen Insel Chalkidike im Jahr 384 geboren und ist sicher einer der bedeutendsten Philosophen des Abendlandes, vor allem wegen seiner

weitreichenden Nachwirkung. Aus politischen Gründen bekam er Schwierigkeiten und musste sich nach Chalkis auf Euboia zurückziehen; dort starb er 322 v. Chr.

In seinen bedeutenden Schriften zur Staatstheorie „Politik“ nimmt er auch zur Körperertüchtigung Stellung: „Daß man also von der Körperertüchtigung Gebrauch machen muß und wie das zu geschehen hat, darüber besteht eine einhellige Ansicht, (Aristoteles, Politik, VIII, 1339a) dann ist es angemessen, sowohl mit Anstrengungen als auch mit strengen Diäten die anschließende Altersstufe zu befassen. Man darf sich nämlich nicht zugleich mit dem Denken und mit dem Körper anstrengen; denn jede der beiden Anstrengungen löst von Natur her das Gegenteil aus, indem einerseits die Anstrengung des Körpers das Denken behindert, andererseits die des Denkens den Körper“ (ebd.).

Auch er betrachtet wie Herodikos und Hippokrates die Gymnastik und die Medizin als Schwesterkünste. Ihm zufolge ist die Medizin auf die Gesundheit, die Gymnastik aber ausschließlich auf das körperliche Wohlbefinden gerichtet. „Erstere ist also dazu da, die Krankheiten zu verscheuchen, letztere aber den gesunden Körper möglicher Entfaltung und Blüte zuzuführen“ (Politik, VIII, 1338b).

„Die Gymnastik hat ... zu entscheiden, welches Training einem jeden einzelnen Körper zuträglich, welches das beste und dem schönsten Körper angemessen ist, und welches als Durchschnittsmaß der großen Masse der Übenden frommt“ (Politik, IV, 1. 1288b 10).

Diokles von Karystos (ca. 300 v. Chr.)

Es gibt über Diokles von Karystos keine genauen Lebensdaten. Man geht heute davon aus, dass er in der ersten Hälfte des 4. Jahrhunderts v. Chr. in Karystos auf der Insel Euboia geboren wurde und zu den bedeutendsten Ärzten der griechischen Antike gezählt wurde. An medizinischen Schriften sind für Diokles 20 Abhandlungen bezeugt, die allerdings nicht alle vollständig erhalten geblieben sind, darunter zur gesunden Lebensweise und zur Krankheitslehre. Dazu zählt eine Paraphrase über die Diätetik aus seinem Werk der Gesundheitslehre (vgl. LEVEN, S. 225f.).

In diesem Fragment Nr. 141 W. „Eine gesunde Lebensweise“ heißt es: „.... Für Ältere und Schwächere aber, wenn sie geradezu ein Gymnasium für sich haben, ist eine mäßige Massage und etwas körperliche Bewegung genug. ... Schwache und sehr alte Leute sollen sich reichlich und gleichmäßig einreiben ... es ist zumeist besser, sich selbst zu massieren; denn zugleich mit der Massage verschafft sich der Körper durch seine eigene Bewegung Übung.... Nach dem Erwachen kann man einen Teil seiner Angelegenheiten erledigen und spazieren gehen“; nach dem Essen sollten sie „ruhen, nachdem sie zuvor noch einen kurzen und

gemächlichen Spaziergang gemacht haben. ... Daß man im Winter die Spaziergänge vermehren und auch die übrigen gymnastischen Übungen eifriger ausführen muß als im Sommer – indem man sie allmählich steigert, sich aber vor dem Zuviel hütet – wurde ...gesagt“ (abgedruckt in: WÖHRLE, S. 184-189).

Cicero (106-43 v.Chr.)

Cicero kam in jungen Jahren nach Rom, genoss hier eine gute Ausbildung in Rhetorik und Rechtswissenschaften und fand nur in erzwungenen Zeiten politischer Abstinenz Ruhe und Muße zu seinen philosophischen Arbeiten. Am Anfang standen seine staatsphilosophischen Arbeiten „De re publica“ und „De legibus“, in denen Cicero im Anschluss an Platons philosophischer Hauptwerke das Bild des besten Staates mit der besten Gesetzgebung zeichnet. Als Staatsmann nicht mehr gefragt, dachte Cicero – selbst schon sechzig Jahre alt - über das Alter nach und lässt den alten Cato – die Inkarnation des klassischen Römertums und seiner Tugenden – diese Lebensstufe gegen vier Vorurteile verteidigen: 1. „Im Alter kann man kaum noch tätig sein“. 2. „Das Alter hat keine Kraft mehr“. 3. „Das Alter kennt keine Sinnesfreuden“. 4. „Das Alter steht unter dem Schatten des nahen Todes“.

Im besonderen äußert er: „Es heißt dem Altern entgegentreten ... und seine Gebrechen durch Umsicht aufwiegen, gegen das Altern ankämpfen wie gegen eine Krankheit, nur der Gesundheit leben, Bewegungsübungen in bescheidenen Grenzen betreiben und nur soviel essen und trinken, dass die Kräfte ersetzt, nicht aber unterdrückt werden. Man soll jedoch nicht nur den Körper stärken, sondern mehr noch die Denkkraft, den Geist. Denn auch die Geisteskräfte schwinden im hohen Alter, falls man nicht, wie bei einer Lampe, Öl nachträufelt. ...Der Geist wird dadurch frisch erhalten, dass man ihn betätigt“ (Cicero, Cato maior de senectute, XI, 36).

Cicero preist demnach die lebenslange körperliche Aktivität, die richtige Ernährung, weist aber auch auf die Notwendigkeit geistiger Aktivität und entsprechender Sozialkontakte, sozialer Zuwendung hin, die während des ganzen Lebens geübt werden müssten: Nichtaufhören, Weitermachen, ständiges Üben in allem, das sei die Maxime. Im diesem Sinne wird Aktivität seit der Antike zu den wesentlichsten Voraussetzungen für ein erfolgreiches Altern genannt.

Methodisch abgesichert waren diese Aussagen damals freilich nicht; sie beruhten auf Einzelerfahrungen und Einzelbeispielen. Heute haben wir durch neuere Forschungen hinreichend Belege für das Zutreffen dieser alten Einsichten (vgl. ebd.).

Plinius der Jüngere (ca. 61/62-113 n. Chr.)

Plinius der Jüngere, eigentlich Caius P. Caecilius Secundus, war Neffe des Plinius des Älteren, römischer Magistrat und Autor, dessen Briefe eine wichtige kulturgeschichtliche Quelle darstellen, die auch medizinische Fragen berühren. In einem Brief an Calvisius stellt er dem Leser einen gewissen 78-jährigen Spurrinna, Erbe eines etruskischen Familiengeschlechtes, vor, den „frühmorgens ... das Ruhebett festhält, um die zweite Stunde ruft er nach seinen Schuhen, macht einen Spaziergang von drei Meilen und trainiert dabei seinen Geist nicht weniger als seinen Körper“. ... Am Nachmittag „schafft er sich Bewegung beim Ballspiel, eifrig und lange, denn auch mit dieser Art Training bekämpft er das Alter. ... Daher denn auch im 78. Lebensjahre die ungeschwächte Schärfe seines Gehörs und Gesichts, daher seine körperliche Gewandtheit und Lebendigkeit, und als einzige Alterserscheinung seine Weisheit“. (aus: Plinius epistulae 3,1).

Claudius Galenus (129-199 n. Chr.)

Ähnliche Empfehlungen bezüglich körperlicher Bewegung und Gymnastik finden sich auch bei Claudius Galenus v. Pergamon (129-199 n. Chr.). Galen war der produktivste und wirkungsvollste Arzt der Antike, der die Medizin dieser Zeit nachhaltig prägte. Von ihm stammt die klassische Gliederung der Diätetik in sechs Bereiche, die für den Umgang mit Gesundheit und Krankheit fundamental sind: Licht und Luft, Essen und Trinken, Bewegung und Ruhe, Schlafen und Wachen, Ausscheidungen, Affekte. Alle Bereiche hängen miteinander zusammen, wirken aufeinander ein, können sich stören oder auch sinnvoll ergänzen.

„Seine ärztlich-gymnastischen Verordnungen waren individuell auf die Konstitution zugeschnitten. Als Arzt und Kenner der gymnastischen Kunst vereinigte er das Wissen und Können beider Disziplinen und könnte als einer der ersten `Sportärzte` bezeichnet werden“(LUKAS, S. 148).

Eine für diesen Zusammenhang wichtige Schrift „De sanitate tuenda“ macht aufmerksam:

Die Lebensweise - Speisen, Beruf, körperliche und geistige Bewegung - ist entscheidend, durch die man „das Alter pflegen“ könne (vgl. De sanitate tuenda IV, 5).

„Auch Bewegung, Gymnastik und Massage empfiehlt Galenus dem Greise. Vollständige körperliche Ruhe tut ihm nicht gut, andererseits aber muß er sich bei seinen Übungen vor der geringsten Überanstrengung hüten, (De sanitate tuenda V, 3,6). Man lasse ihn aber nur Bewegungen ausführen, die ihm vertraut sind. Aktive Übungen beschränke man auf die gesunden Teile des Körpers, etwa geschädigte werden dabei unbemerkt vom Patienten mitbewegt und erhalten so wieder ihre volle Funktion“ (ebd. V, 10,10).

Er unterscheidet natürliche Anstrengungen und gewaltsame. Zu den ersteren gehören die Tätigkeiten des Gesichts- und Gehörsinnes, das Sprechen und Denken. Zu den natürlichen und ebenso gewaltsamen Anstrengungen rechnet er die Spaziergänge: „Ein Gang nach dem Essen wirkt anders als ein solcher am Morgen oder nach körperlichen Übungen und ist ungesund, weil er die Verdauung stört. Die anderen schwächen zwar, aber sie machen den Kopf klar, die Sinne scharf, den Körper rein. Gewaltsame Anstrengungen sind die Läufe, das Reiten in der Rennbahn und in freier Luft, das Laufen mit dem Reifen, das Schütteln des Körpers, die Bewegungen und das Heben der Arme, der Ringkampf, das Ringen auf dem Boden und mit den Händen, der Faustkampf, die Bewegungen der Finger, das Anhalten des Atems (vgl. Galenus, Hygieina VI; hierzu auch FREDRICH, S. 190-192).

Die Übung mit dem kleinen Ball

Die wirkungsvollste Bewegungsweise ist seiner Auffassung nach diejenige mit dem Ball. In dem kleinen Fragment „De parvae pilae exercitio“ schrieb er der „Übung mit dem kleinen Ball“ (in: KÜHN, S. 899-910) bedeutende Vorzüge zu. Sie seien die besten Übungen für die Stählung des Körpers und Aufheiterung des Gemüts; auch könnten sich die ärmsten Schichten solche Bälle wegen des niedrigen Preises beschaffen; zudem bleibt auch Zeit für die Ausübung dem Starkbeschäftigten. Er schreibt:

„1. Kap. Wie wichtig Leibesübungen für die Gesundheit sind, mein lieber Epigenes, und wie wichtig es ist, dass die Leibesübungen die Ernährung bestimmen, das haben die Menschen schon früher, und zwar gerade die besten unter den Philosophen und Mediziner, zur Genüge erörtert. Wie wichtig aber vor allem die Übung mit dem kleinen Ball ist, darüber hat bisher überhaupt noch niemand ausführlich gesprochen. Es ist also recht und billig, wenn wir unsere Kenntnisse darüber einmal mitteilen. ...

Ich bin nämlich der Meinung, dass von allen Übungen diejenigen die besten sind, die nicht nur den Körper durcharbeiten imstande sind, sondern auch den Geist zu ergötzen vermögen. ... So viel vermag ja in der menschlichen Natur eine Bewegung der Seele, dass viele Menschen von Krankheiten schon befreit wurden, wenn sie sich nur freuten, während andere wiederum krank wurden, weil sie Ärger hatten. Keines aber von den körperlichen Leiden ist so stark, dass es über Seele und Geist Macht hätte. Also darf man deren Regungen in keinem Falle unbeachtet lassen, mögen sie sein, wie sie wollen. Ja, man muss sie viel mehr als die körperlichen Zustände aufs genaueste beobachten, besonders eben deshalb, weil der Geist mehr Macht hat als der Körper.

Das haben nun alle Leibesübungen, die mit Freude verbunden sind, gemeinsam. Was aber bei der Übung mit dem kleinen Ball darüber hinaus noch ganz besonders ins Gewicht fällt, davon will ich jetzt sprechen.

2. Kap. ... Die Übung mit dem kleinen Ball ist als einzige für alle Menschen gleichsam geschaffen, so dass auch der Ärmste sich das Spielgerät erwerben kann. Man braucht dazu weder Netze, Waffen, Pferde oder Jagdhunde, sondern nur einen Ball, und zwar auch nur einen kleinen. Und die Beschäftigung damit ist gegenüber den anderen beruflichen Tätigkeiten so geartet, dass man ihretwegen nicht gezwungen ist, auch nur eine von ihnen deshalb zu vernachlässigen. Was könnte also vorteilhafter sein als diese Übung, die jeden menschlichen Stand und jedes menschliche Tun zulässt?

... Die Beschaffung aber für die Übung mit dem kleinen Ball ist ... leicht möglich, und Zeit für die Ausübung bleibt auch den Starkbeschäftigten. Das wäre also zunächst der Vorteil der Zeit- und Kostenfrage bei der Übung mit dem kleinen Ball.

Dass sie aber vor den anderen Leibesübungen die vielseitigste ist, wird man am ehesten dann erkennen, wenn man einmal jede einzelne von ihnen ihrer Wirkung und ihrer Natur nach betrachtet. Man wird dann finden, dass sie entweder heftig oder schwach auf die unteren Körperteile mehr als auf die oberen einwirken oder nur auf irgendeinen Körperteil mehr als auf die anderen, also etwa auf die Hüfte, den Kopf, die Arme oder die Brust. Auf alle Körperteile aber gleichmäßig einzuwirken, d.h. also sie aufs heftigste anzuspannen und sie aufs lockerste zu entspannen, das kann von den übrigen Leibesübungen überhaupt keine, das kann nur die Übung mit dem kleinen Ball. Denn sie geht nacheinander bald sehr schnell, bald sehr langsam vor sich, einmal sehr heftig, dann wieder sehr gelinde, so wie man selbst es will und wie es der Körper gerade zu brauchen scheint. So ist es denn ihre Eigenart, dass sie nicht nur imstande ist, alle teile des Körpers gleichmäßig zu bewegen, wenn das gerade zuträglich erscheint, sondern auch die einen Körperteile mehr als die anderen, falls auch das einmal nötig sein sollte. Wenn die beiden Parteien, die einander gegenüber aufgestellt sind und sich gegenseitig daran hindern, einem in der Mitte zwischen ihnen den Ball zu entreißen, sich recht anstrengen, so ist gerade diese Anstrengung sehr groß und sehr heftig durch viele Wendungen des Halses. (Dazu kommen außerdem noch zahlreiche Griffe, wie sie die Ringer anwenden, so dass Kopf und Nacken durch das Drehen des Halses angestrengt werden, die Flanken aber, die Brust und der Leib durch die Umklammerung der Arme, durch Rückstoß und Abwehr sowie durch die anderen, ringkampfähnlichen Griffe). Dabei werden auch Hüften und Schenkel ordentlich angespannt, da man ohne festes Einstemmen in den Boden bei dieser Tätigkeit nicht auskommt. Dadurch, dass man auch vorwärtslaufen und zur Seite springen

muss, übt man die Schenkel nicht wenig, ja, diese Übung ist tatsächlich allein geeignet, alle Teile der Schenkel aufs gleichmäßigste anzuspannen. Denn beim Vorwärtslaufen werden andere Sehnen und Muskeln angestrengt, als wenn man rückwärts läuft oder nach der Seite springt. Wer also die Schenkel nur in einer Bewegungsform bewegt, wie z.B. die Läufer, der übt ihre Teile ganz ungleichmäßig und ungleichartig.

3. Kap. Wie für die Schenkel, so ist diese Übung mit dem kleinen Ball auch für die Arme am zweckmäßigsten, wenn man sich daran gewöhnt, den Ball in jeder Körperhaltung zu fangen. Die dauernde Veränderung der Körperhaltung muss hierbei nämlich bald diesen, bald jenen Muskel mehr anspannen, so dass alle nacheinander arbeitenden Muskeln die gleiche Ruhe und Erholung haben. Auf diese Weise werden die Muskeln, wenn sie abwechselnd arbeiten und ausruhen, weder ganz untätig bleiben, noch, wenn sie als einzige arbeiten, von Ermüdungserscheinungen befallen werden.

Dass unsere Übung auch das Auge schärft, kann man erkennen, wenn man daran denkt, dass man den Ball nicht fangen kann, wenn man nicht genau seine Flugbahn zuvor erkannt hat. Außerdem schärft die Übung mit dem kleinen Ball den Verstand, weil man sich jederzeit überlegen muss, ob man nicht den Ball abgeben und den Gegner behindern soll. Geistige Arbeit allein entzieht dem Körper Kräfte, wenn man sie aber mit irgendeiner Leibesübung und sportlichem Ehrgeiz verbindet, dann läuft sie in Freude aus, bringt dem Körper die größte gesundheitliche Förderung und schärft den Verstand. Auch das ist also ein recht wichtiger Vorzug dieser Übung, dass sie beiden, dem Körper und dem Geist, zu der ihnen eigenen Tauglichkeit verhelfen kann.

Man kann unschwer einsehen, dass unsere Übung beide, Körper und Geist, in den größten Übungen üben kann Die Mehrzahl der Leibesübungen erreicht nämlich genau das Gegenteil und macht die Menschen, was den Geist angeht, faul, schläfrig und schwerfällig. So bringen die Leibesübungen denn auch die, die sich in der Ringkampfschule abmühen, mehr zur Wohlbeleibtheit als zur Übung ihrer Tauglichkeit. Nun könnte vielleicht einer meinen, ich lobte den Lauf oder solche Übungen, die den Körper schlank machen. Keineswegs! Ich lehne das Übermaß überall ab und behaupte, man müsse jede Kunst im rechten Maß üben: Was des rechten Maßes verlustig geht, ist nicht schön.

4. Kap. Am meisten empfehle ich daher eine Übung, die imstande ist, körperliche Gesundheit, harmonische Bildung der einzelnen Körperteile und seelische Tauglichkeit zu vermitteln. Das alles wird erreicht durch die Übung mit dem kleinen Ball. Denn sie ist fähig, die Seele nach allen Richtungen zu fördern, sie übt alle Teile des Körpers ganz gleichmäßig, und was für die Gesundheit besonders wichtig ist, sie schafft einen ebenmäßigen Körperbau. Sie hat weder

unmäßige Körperfülle noch übermäßige Schlantheit zur Folge, sondern ist gleicher Weise für Tätigkeiten, die Kraft, und für solche, die Schnelligkeit erfordern, geeignet. Daher stehen also die heftigsten Anstrengungen, die mit ihr verbunden sind, in keiner Weise hinter denen aller anderen Übungen zurück. Sehen wir uns andererseits ihre gelindesten Spielarten an! Auch diese brauchen wir zuweilen, weil wir infolge unseres Alters große Anstrengungen noch nicht oder nicht mehr ertragen können, weil wir uns von einer schweren Arbeit ausruhen oder uns von einer Krankheit wieder erholen wollen. Da scheint mir unsere Übung auch darin vorteilhafter zu sein als jede andere. Keine andere Übung ist so schonend, wenn man beim Üben die Mitte halten und nicht vom rechten Mittelmaß abweichen will, bald langsam damit fortschreiten, bald an Ort und Stelle bleiben, man darf nicht zu viel Leibesübungen treiben und muss außerdem weiche Massagen mit Öl und warme Bäder benutzen. Unsere Übung ist nun von allen die schonendste, so dass sie auch dem, der Ruhe braucht, sehr zuträglich ist. Sie ist außerdem imstande, die geschwächte Körperkraft wiederherzustellen und ist gleicher Weise dem Greis wie dem Kind zuträglich.

Mit dem kleinen Ball kann man auch die Bewegungen ausführen, die heftiger sind als die eben erwähnte gelindeste und gelinder als die ganz heftige. Auch diese muss man kennen, wenn man die Übung immer richtig ausführen will. Nehmen wir einmal an, wir hätten infolge irgendeiner gar nicht zu umgehenden Tätigkeit, wie sie uns oft begegnen, unmäßig mit allen oberen oder mit allen unteren Körperteilen arbeiten müssen, z.B. nur mit den oder nur mit den Füßen, so können wir mit Hilfe unserer Übung die vorher ermüdeten Körperteile sich erholen lassen, die anderen aber, die vorher ganz unbeschäftigt geblieben waren, in dieselbe Bewegung wie jene bringen. Wenn wir nämlich aus genügender Entfernung kräftig werfen, wobei wir die Schenkel gar nicht oder nur wenig benutzen, dann lassen wir die unteren Körperteile ausruhen, während wir die oberen anstrengen. Andererseits strengt man die unteren Körperteile mehr an, wenn man aus großer Entfernung über eine lange Strecke und schnell läuft und dabei vom Wurf nur selten Gebrauch macht. Beschleunigung bei dieser Übung und Schnelligkeit ohne große Anstrengung wirkt mehr auf die Atmung. Anstrengung ohne Schnelligkeit, beim Fangen, Werfen und Greifen, spannt und kräftigt den Körper. Wenn aber die Übung zugleich angestrengt und beschleunigt vor sich geht, dann wird sie den Körper und die Atmung gar sehr anstrengen und wird von allen Leibesübungen die anstrengendste sein.

Wie weit man je nach dem einzelnen Bedürfnis anspannen oder entspannen soll, kann man nicht beschreiben, da man nicht bei jedem das Maß angeben kann. Vielmehr wird man das bei den Übungen selbst finden und lehren, und das ist ja hierbei auch die Hauptsache. Denn auch

die Art einer Übung ist nichts nütze, wenn sie durch das Maß verdorben wird. Die Sorge dafür muß dem Gymnasten obliegen, der bei den Übungen die Führung haben soll.

5. Kap. Nun soll noch der Rest meiner Untersuchung erledigt werden. Ich will außer den schon genannten Vorteilen, die mit dieser Übung verbunden sind, nicht unerwähnt lassen, dass sie frei von Gefahr ist, in die die meisten anderen geraten.

Die Schnellläufe haben schon viele zugrunde gerichtet, indem sie ein wichtiges Gefäß zerrissen. Ebenso ist das laute und heftige Geschrei, das zur selben Zeit auf einmal ausgestoßen wird, nicht wenigen der Anlass zum größten Unglück geworden. Ebenso hat das Springen, das Diskuswerfen und die Übung des Wendens um die Kehrsäule vielen geschadet. Wenn nun bei der Übung mit dem kleinen Ball zu den schon erwähnten Vorteilen auch noch der hinzukommt, dass sie mit gar keiner Gefahr verbunden ist, dann dürfte sie wohl am besten von allen Übungen zu unserem Nutzen geschaffen sein“.

Flavius Philostratos (ca. 165-245 n. Chr.)

Flavius Philostratos schrieb eine Abhandlung „Über Gymnastik“, die die Geschichte der verschiedenen Sportarten, Vorschriften zur Diätetik und zum richtigen Training und Ausführungen über die Physiognomik des Athleten enthält.

„.... so wollen wir auch festhalten, daß die Gymnastik dem Menschen urangeboren und mit ihm verwachsen ist“ (Über Gymnastik, Kap. 16, 270.) „Und man badete in Flüssen und Quellen und war gewohnt auf der Erde zu schlafen, teils auf Häuten hingestreckt, teils auf Lagerstätten aus Heu von den Wiesen. Als Speise diente ihnen Gerstenbrot und aus Kleienmehl hergestelltes ungesäuertes Weizenbrot, und das Fleisch, das sie genossen, war vom Ochsen, Stier, Bock und Reh, und sie salbten sich mit Öl vom wilden Ölbaum und vom Oleaster. Daher blieben sie bei den Übungen gesund und pflegten spät zu altern“ (Kap. 43, 285).

Christoph Wilhelm Hufeland (1762-1836)

Christoph Wilhelm Hufeland wurde 1762 in Bad Langensalza geboren und starb 1836 in Berlin. Er wurde 1801 nach Berlin als Leibarzt Friedrich Wilhelm III. und dessen Familie berufen. Er zählt zu den Gründern der Humboldt-Universität in Berlin, an der er der erste Dekan der medizinischen Fakultät und Inhaber des Lehrstuhls für spezielle Pathologie und Therapie wurde.

In seinem Buch „Die Kunst, das menschliche Leben zu verlängern. Hufeland's Makrobiotik“ aus dem Jahre 1706 heißt es: „ Die menschliche Maschine ist aus so zarten und feinen

Organen zusammengesetzt, dass sie äußerst leicht durch Untätigkeit und Stillstand unbrauchbar werden könnte. Nur Übung und Tätigkeit ist's, was sie brauchbar und dauerhaft erhält. Ruhe und Nichtgebrauch ist ihr tödlichstes Gift. (S. 102f.) ... Die gleichförmige Verteilung der Kraft wird bewirkt, vorzüglich durch gleichförmige Übung und Gebrauch jenes Teils, jedes Organs unsres Körpers, durch körperliche Bewegung, schickliche gymnastische Übungen, laue Bäder und reiben des Körpers. (S. 107) Harmonie der Bewegung ist die Hauptgrundlage, worauf Gesundheit, gleichförmige Restauration und Dauer des Körpers beruht, und diese kann schlechterdings nicht stattfinden, wenn wir bloß denken und sitzen. Der Trieb zur körperlichen Bewegung ist dem Menschen ebenso natürlich, wie der Trieb zum Essen und Trinken. ... Tagelang zu sitzen und nicht mehr den geringsten Trieb zur Bewegung zu fühlen, ist schon ein wahrhaft unnatürlicher und kranker Zustand. Die Erfahrung lehrt, daß diejenigen Menschen am ältesten wurden, welche anhaltende und starke Bewegung, und zwar in freier Luft hatten. Ich halte es daher für eine unumgänglich nötige Bedingung zum langen Leben, sich täglich wenigstens eine Stunde Bewegung im freien zu machen. Die gesündeste Zeit ist vor dem Essen oder 3-4 Stunden nachher. Bewegung mit vollem Magen ist schädlich, ja sie kann, wenn sie sehr stark und der Magen sehr angefüllt ist, gefährlich werden“ (S. 178f.).

Im August 1836 dichtete er auf seinem Sterbelager:“ Die Luft Mensch ist Dein Element, Du lebst nicht von ihr getrennt, Drum täglich in das Freie geh, Und besser noch auf Berges Höh'. Bewege täglich Deinen Leib, Sei's Arbeit oder Zeitvertreib, Zu viele Ruh macht Dich zum Sumpf, Sowohl an Leib als Seele stumpf“ (aus: Hufeland, 2002, S. 41).

Richard Asher (1912-1969)

Dr. Richard Asher war ein bekannter Hämatologe und ein führender Experte auf dem Gebiet der mentalen Krankheiten am Central Middlesex Hospital, Acton, London. Er wurde weltweit bekannt mit einem Artikel ‚The dangers of going to bed‘, erschienen im British Medical Journal im Jahr 1947. Dort wies er mit aller Deutlichkeit auf die schwerwiegenden Folgen hin, die das nahezu zwanghafte ‚Zu-Bett-Legen‘ eines Patienten zur damaligen Zeit verursachte:

Entstehung einer hypostatischen Pneumonie, Lungenkollaps, Thrombose und Thrombo-Embolie, Phlebothrombose, Dekubitusentstehung vor allem bei schweren, inkontinenten Patienten, rasanter Muskelabbau und Gelenksteifigkeiten, Entstehung einer Osteoporose durch Nichtgebrauch der Calciumdrainagen in den Knochen, Knochenbrüche, Nierenerkrankungen, Verstopfungen und Erschlaffen des gesamten Verdauungstraktes,

Demoralisation, Benommenheit, Verwirrtheit, Schlaflosigkeit und nächtliche Unruhe. Es ging ihm nicht um die Aufhebung der positiven Wirkungen eines möglichst kurzen Aufenthaltes im Krankenbett, sondern um die „ Übel einer Überdosis an Bettaufenthalt“ (ASHER 1947, S. 967).

Als Lösungen schlug er vor: Die Bettruhe sollte vom Arzt verschrieben werden; keinesfalls sollte der Patient von der diensthabenden Krankenschwester automatisch ins Bett geschickt werden. Er führt das Beispiel eines Angina-Patienten mit schwerem Herzinfarkt an, der lediglich wenige Tage im Bett blieb, um anschließend wieder Golf zu spielen. So überlebte er diese Herzattacke weitere 17 Jahre (vgl. ebd., S. 968).

Außerdem plädierte ASHER dafür, das Equipment auf den Stationen und sowie die Stationseinrichtungen in den Krankenhäusern zu ändern: Einrichtung eines geheizten Tagesraumes mit Stühlen, Sesseln und Büchern, in dem sich die Patienten in ihrer Tageskleidung aufhalten müssen. Oft genug liegen viele Patienten mit ihrer Kleidung im Bett und wundern sich, dass ihnen irgendwann kalt und unkomfortabel wird. Am Tag sollte nicht oder nur wenig geschlafen werden, um die erholsame Ruhe der Nacht zur Gesundung nutzen zu können. Auch sollte es möglich sein, dass Patienten in Armsesseln schlafen können, wenn sie sich auf diese Weise wohler fühlen als im Bett. Nach Möglichkeit sollte auch der Einsatz einer Bettpfanne unterbleiben, da dies nur zur Immobilität führe; besser sei es in jedem Fall, wenn auch mühsamer, dass die Patienten sich selbst bemühen müssen, um außerhalb des Bettes aktiv ihre Toilette zu erledigen (ebd.).

1.5.2 Kraft als eine Grundeigenschaft der körperlichen Leistungsfähigkeit

Diese menschlichen Bewegungsleistungen, so wie sie schon seit einigen tausend Jahren zur Gesunderhaltung gefordert wurden, werden durch die sog. motorischen Grundeigenschaften – Schnelligkeit, Ausdauer, Gleichgewicht, Gelenkigkeit und Kraft – ermöglicht. Diese beruhen auf der Morphologie und Funktion von Organsystemen und können durch Training verändert werden (vgl. FETZ 1972). Der Muskel kann in einem Zyklus Brems- und dann Beschleunigungsarbeit verrichten. Er unterliegt einem Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus. Verglichen mit rein konzentrischer Arbeitsweise ist die Leistungsfähigkeit im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus größer. Im allgemeinen Krafttraining werden viele Muskelgruppen umfassend gekräftigt; deshalb wird diese Trainingsart zur ganzkörperlichen Kräftigung im Breitensport, Leistungssport und in der Prävention und Rehabilitation eingesetzt (vgl. SCMIDTBLEICHER 1992, S. 260-263).

Alterungsvorgänge und Bewegungsmangelerscheinungen weisen zahlreiche Gemeinsamkeiten auf: Rückgang der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit und der Muskelmasse, Reduktion der Skelettmuskelkapillarisation, Verschlechterung der Blutflusseigenschaften, Mineralverlust im Knochensystem, Abnahme von Synapsengröße und Dendritenzahl. Dennoch besteht zwischen den Auswirkungen des Alterns und denen von Bewegungsmangel ein tiefgreifender Unterschied: Die durch Bewegungsmangel ausgelöste Unterfunktion lässt die Adaptationsreserve unbeeinflusst und ist daher zumindest bei einem jungen Menschen völlig reversibel. Der altersbedingte Leistungsabbau erfolgt hingegen zu Lasten der Adaptationsreserve und ist nur insofern reversibel, als Training eine noch vorhandene, wenn auch verringerte Anpassungsreserve mobilisiert. Diese Differenzierung erscheint notwendig, um zum Beispiel unsinnigerweise übertriebene Trainingsbelastungen zum Ausgleich von altersbedingten Leistungsverminderungen zu vermeiden, wie dies häufig im 6. und 7. Lebensjahrzehnt zu beobachten ist (vgl. HOLLMANN & HETTINGER 2000, S. 512f.). Dennoch kommen der Kraft und dem Krafttraining auch und vielleicht gerade im höheren Alter eine besondere Bedeutung zu.

1.5.3 Bedeutung der Kraft im Altersverlauf

Den Griechen war einmal bekannt und bewusst, dass Krafttraining einen positiven Einfluss auf die Lebensgewohnheiten im Alter hat. Berühmtestes Beispiel ist der legendäre Ringer Milo von Kroton, der im 6. Jahrhundert v. Chr. in der griechischen Kolonie Kroton in Süditalien geboren wurde und deshalb einen ewigen Platz in der Geschichte der Olympischen Spiele bekommen hat, weil er bereits als Junge 540 v. Chr. bei den 60. Olympischen Spielen der Vorzeit in der Kategorie Jungringer Olympiasieger und bis zu den 66. Olympischen Spielen jeweils Ringerolympiasieger wurde. Es existiert eine große Anzahl von Legenden und Geschichten über seine legendäre Muskelkraft, die er angeblich durch das tägliche Tragen eines neugeborenen Kälbchens, bis es ausgewachsen war, ständig trainierte (vgl. Brainindex – free online encyclopedia, im Internet unter www.brainindex.com/encyclopedia/index.php/Milo_of_Croton).

Die Muskelmasse nimmt im Alternsverlauf vom zwanzigsten bis zum siebzigsten Lebensjahr um ca. 30-40% ab (vgl. HOLLMANN 1986; HOLLMANN & HETTINGER 2000, S. 176.513; MAREES 2001, S. 526f.). Damit verbunden ist ein deutlicher Verlust an Kraft und Muskelgeschwindigkeit, die erhebliche Auswirkungen auf die Gesundheit und die Lebensqualität haben können. Diese Verluste sind aber in erster Linie zu einem größeren Teil

auf den Mangel an Training bzw. Bewegung in jeglicher Form zurückzuführen, zu einem geringeren Teil Folge des Alterungsprozesses (vgl. ISRAEL 1995, S. 318).

Kraft- und Muskelgeschwindigkeitsverluste im Alter bedeuten einen Verlust an Alltagskompetenz, z.B. beim Treppensteigen, beim Transportieren von Gegenständen oder auch bei Urlaubsaktivitäten.

Der Bonner Alterssportstudie (BAS) zufolge schätzen Menschen aus der Altersgruppe der 61-70-Jährigen ihren Kraftverlust innerhalb der letzten fünf Jahre in Abhängigkeit ihrer Sportaktivität (kein Sport, bis 2 Std./Woche, 2 u. mehr/Woche) subjektiv wie folgt ein (in %):

Geringe Verschlechterung 51, 43, 41

Starke Verschlechterung 17, 17, 8

Unverändert 29, 37, 44

Gering verbessert 32, 41, 50

Stark verbessert 1, 4, 4

(vgl. PACHE 2001, S. 151).

Auffällig ist zum einen, dass mehr als doppelt so viele Ältere (17 %), die keinen oder nur bis zu zwei Std./Woche Sport ausüben, angaben, eine starke Verschlechterung ihrer Kräfte zu verspüren, während bei den sportlich Aktiveren lediglich 8% diese Meinung vertraten. Zum anderen zeigen die Zahlen, dass von denjenigen, die keinen Sport ausüben, mehr als Zweidrittel ihre Kräfte als verschlechtert einschätzten (im Gegensatz zu 32 %, die eher eine Verbesserung beobachteten; dieses Zahlenverhältnis ändert sich aber deutlich zu Gunsten der Sporttreibenden 50%/50%).

Die BAS hat in diesem Zusammenhang auch herausgefunden, dass sich die positiven Effekte regelmäßiger sportlicher Aktivitäten in den Altersgruppen über 60 Jahre deutlicher niederschlagen als in den Altersgruppen bis 60 Jahre; das bedeutet, je älter die Gruppe und damit je deutlicher ein Rückgang der motorischen Fähigkeiten zu erwarten ist, umso deutlicher macht sich die positive Wirkung regelmäßiger sportlicher Aktivität bemerkbar (vgl. ebd. S. 150f.).

Vergleicht man für die Kraft die Aussagen der Nichtsportler und der Sportler, dann fällt auf, dass die Nichtsportler mit 72 % deutlich häufiger eine Verschlechterung der Körperkraft angeben als die Sportler (54%), die umgekehrt entsprechend häufiger feststellen, dass sich die Kraft nicht verändert oder gar verbessert hat. Keine Unterschiede zeigen sich zwischen Nichtsportlern und Sportlern bei den Ursachenerklärungen für die Veränderungen. Verbesserungen werden durchweg mit regelmäßiger Übung begründet, starke

Verschlechterungen etwa zur Hälfte mit Krankheit/Verletzung und mit dem Alterungsprozess erklärt. Auch für geringe Verschlechterungen wird von beiden Gruppen in erster Linie der Alterungsprozess verantwortlich gemacht. Nur mit etwa 1% bis 2 % wird mangelnde Übung als Grund für die Verschlechterung angegeben. Wurden keine Veränderungen der motorischen Fähigkeiten festgestellt, so wurden in der Regel auch keine Angaben zu den Gründen gemacht, obwohl regelmäßiges Üben sicher einen bedeutenden Beitrag zum Erhalt motorischer Fähigkeiten leisten kann (vgl. ebd., S. 153f.).

JETTE & BRANCH (1981) konnten nachweisen, dass bei über 75-Jährigen nur noch 72% der Männer und 44 % der Frauen in der Lage sind, ein Gewicht von 4,5 kg zu heben. (S. 1211-1216). Unter Kraftleistung ist nicht nur die Bewegungskraft, sondern auch die Haltekraft zu verstehen. Deshalb besteht die größte Bedeutung des Krafttrainings in der positiven Wirkung auf den passiven und aktiven Bewegungsapparat. Verbesserte Kraftleistungen erweisen sich sowohl für die sportliche Betätigung als auch für das Alltagsleben des älteren Menschen als nützlich (vgl. BRINGMANN 1984, S. 97-100).

Eine weitere Notwendigkeit für ein Krafttraining und Aktivurlaube im Alter ist in der Tatsache zu sehen, dass die Muskulatur eine Art Pumpe darstellt, die das Blut aus der Körperperipherie wieder zum Herzen transportiert. Hieraus resultiert eine bessere Blutversorgung durch eine ansteigende Kapillarisation und damit eine verbesserte Sauerstoffversorgung der Muskulatur und Knochen, deren Bälkchenstruktur sich somit nachweislich verbessert (vgl. HOLLMANN & HETTINGER 2000, S. 225f.514-516; BECKER 2003; OSCHÜTZ & BELINOVA 2003, S. 147-198).

Vom gesundheitlichen Standpunkt gesehen ist eine gut erhaltene Skelettmuskulatur aus orthopädischer Sicht nicht nur bedeutsam für das Funktionieren des Bewegungs- und Halteapparates, sondern sie stellt auch die „Voraussetzung dar zur physiologisch notwendigen Beanspruchung des kardiopulmonalen Systems aus der Betrachtungsweise der Inneren Medizin sowie der des zentralen Nervensystems, insbesondere des Gehirns, aus neurologischer und aus psychiatrischer Sicht“ (HOLLMANN & HETTINGER 2000, S. 515). Die Bedeutung gerade des letzteren Aspektes ist erst in den letzten Jahren deutlich geworden. Es konnte ein intensiv funktionierendes Biofeedback-System zwischen dem Muskelstoffwechsel und bestimmten Gehirnarealen, wie dem limbischen System, verbunden mit psychischen Auswirkungen, nachgewiesen werden. „Es ist durchaus denkbar, dass manche im Alter auftretenden depressiven Zustände mit der Auswirkung von ungenügenden Stimulationen seitens des Muskelstoffwechsels auf bestimmte Gehirnbereiche zurückzuführen sind“ (ebd.).

1.6 Altersprozesse

Fasst man alle diese Gedanken und Theorien zusammen, so haben alle Alters- oder Alterungsprozesse zum Erklärungsgegenstand. Dabei wird im Folgenden unterschieden in allgemeine Altersprozesse und einem ausgesuchten speziellen Alterungsprozess, der Sarkopenie, da diese im Hinblick auf die Kräfte der Hand besonders relevant ist.

1.6.1 Allgemeine Altersprozesse

Jeder Organismus wird im Laufe seines Lebens in unterschiedlichem Maße durch Infektionskrankheiten, Tumore, Arteriosklerose, mechanische, chemische und thermische Traumen soweit geschädigt, das schließlich im Alter die pathologischen Mechanismen im Vordergrund stehen, so dass der Altersprozess immer schwieriger davon zu trennen ist (vgl. HAZZARD 1989).

Der Alterungsprozess und die Entwicklung von (chronischen und akuten) Krankheiten unterliegen großen individuellen Schwankungen. Altern ist keine Krankheit. Trotzdem leiden ältere Menschen häufiger an Beschwerden und sind öfter krank als jüngere. In erster Linie sind davon das Herz-Kreislauf-System (arterielle Hypertonie, koronare Herzkrankheit, Herzinsuffizienz) und der Bewegungsapparat (Wirbelsäulensyndrome, Arthrosen, rheumatische Erkrankungen) betroffen. Der Altersprozess und die Entwicklung von Krankheiten sind von vielen verschiedenen Faktoren (Erbanlagen, Umweltfaktoren, persönliche Lebensweise) abhängig (vgl. NIKOLAUS & ZAHN 1997). Ein Charakteristikum des typischen geriatrischen Patienten ist das Auftreten von mehreren Krankheiten gleichzeitig (Multimorbidität), die sich wechselseitig beeinflussen und zu Funktionsverlusten führen. Sie wirken sich im physischen, psychischen und sozialen Bereich aus und bedrohen die Selbständigkeit der Patienten. Sowohl die Anzahl von Erkrankungen als auch die Schwere der Krankheit sind nur lose mit der Funktion verknüpft. Es gibt Patienten mit einer Vielzahl auch schwerer Krankheiten ohne Funktionsverlust.

Andererseits kann bereits eine Einzelerkrankung (z.B. Schlaganfall) zu erheblichen Funktionseinbußen führen. Die Funktion entscheidet über die Behandlungsbedürftigkeit, die Krankheit über die therapeutischen Möglichkeiten (vgl. NIKOLAUS & ZAHN 1997). Die altersbedingten physiologischen Funktionseinbußen sind jedoch geringer als jene, die mit Körperbehinderungen oder mit Krankheiten verbunden sind. Deshalb ist es nicht das Altern an sich, sondern es sind die begleitenden Erkrankungen, welche eine Bedrohung für die Homöostase in jedem Alter darstellen. Von den Funktionseinschränkungen sind nicht gleichförmig alle Gewebe und Organe betroffen (individuelle Variabilität). Es kommt ferner

zu einer mit fortschreitendem Alter zunehmenden interindividuellen Streubreite der Befunde. Eine Unterscheidung zwischen physiologischen Altersveränderungen und krankhaften Prozessen ist nicht immer leicht; die Grenzen sind häufig fließend (vgl. VOLKERT 2002).

Mit zunehmender Lebenserwartung und zunehmendem Lebensalter nimmt die Schwierigkeit, zwischen primären und sekundären Alterungseffekten zu unterscheiden, deutlich zu (vgl. HAZZARD 1989).

Ein Verlust der Selbständigkeit ist häufig das gemeinsame Endresultat vieler chronischer Erkrankungen, an denen der alte Mensch leidet (vgl. HAZZARD 1989). Gelingt es, die funktionellen Ressourcen gut zu nutzen, können auch ältere Patienten erfolgreich rehabilitiert werden. Das Training von funktionellen Fähigkeiten, damit auch und gerade das Muskeltraining, hat die größtmögliche Selbständigkeit des Betroffenen zum Ziel. So könnte auch im Alter trotz evtl. bleibender Behinderung ein selbstbestimmtes Leben mit einem hohen Maß an Zufriedenheit und Lebensqualität ermöglicht werden (vgl. NIKOLAUS & ZAHN 1997).

1.6.2 Altersbedingte Veränderungen der Muskulatur (Sarkopenie)

1.6.2.1 Definition und Ursache der Sarkopenie

Die hauptsächliche Funktion der Muskulatur ist die Erzeugung von Kraft und das Erbringen von Leistung bzw. Arbeit durch die Umformung von chemischer in mechanische Energie. Die Muskelkraft und -arbeit ist erforderlich, um eine strukturelle Unversehrtheit und eine aufrechte Körperhaltung zu erhalten für Bewegung, für die Atmung, für die Verdauung und für letztendlich fast alle Funktionen des Körpers (vgl. TIMIRAS 2003). Die Muskelkraft des Menschen erreicht ihren Höhepunkt zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr.

Bis zum 70. Lebensjahr hat der Mensch allerdings wieder ca. 30 % seiner Muskelkraft und ca. 40 % seiner Muskelmasse verloren. Diese Verluste schreiten bei zunehmendem Alter noch schneller voran, ungeachtet, welche Muskelgruppe auch betrachtet wird (vgl. LEXELL et al. 1988). Es gibt allerdings große Unterschiede unter den Muskelgruppen im Ausmaß des Kraftverlusts. Während der Fokus in der vorliegenden Arbeit besonders auf der Skelettmuskulatur liegt, sind viele der altersassoziierten Veränderungen ähnlich auch beim Herzmuskel und der glatten Muskulatur zu beobachten.

ROSENBERG (1989) nutzte den aus dem griechischen stammenden Ausdruck ‚Sarkopenie‘ (Armut an Muskelfleisch) als erster, um damit den altersassoziierten Muskelmassenschwund zu beschreiben. Heute versteht man unter Sarkopenie alle altersassoziierten Veränderungen an der Skelettmuskelmasse, ebenso die Effekte der veränderten Innervation des Zentral- und

peripheren Nervensystems, sowie den veränderten Hormonstatus, entzündliche Prozesse und die veränderte Energie- und Proteinaufnahme (vgl. DOHERTY 2003).

Es existieren in der Literatur viele Definitionen von Sarkopenie, die sich im Wesentlichen sehr ähnlich sind. Die Sarkopenie wird als ein progressiver unwillkürlicher Verlust der Muskelkraft, Muskelmasse und Muskelqualität mit fortschreitendem Alter definiert. YARASHESKI (2003) bezeichnet sie als eine Imbalance zwischen Muskelproteinsynthese und -proteolyse, in welcher die Netto-Muskelprotein-Balance negativ ausfällt. Außerdem beschreibt er die Sarkopenie als altersassoziierte Veränderung der Muskelproteinquantität und -qualität, welche sich nachteilig auf die Muskelstruktur, die Körperzusammensetzung und die Funktion auswirkt.

ROUBENHOFF et al. (2003) definieren die Sarkopenie ebenfalls als altersassoziierte Veränderung der Muskelqualität und -quantität, als eine Konsequenz des normalen Alterns, die keine Erkrankung zum Auftreten benötigt, obwohl der Verlust der Muskelmasse durch eine chronische Erkrankung beschleunigt werden kann. ROUBENHOFF sieht die Sarkopenie außerdem als einen komplexen, multifaktoriellen Prozess, welcher im mittleren Lebensalter beginnt und sich nach dem 75. Lebensjahr beschleunigt. Die Sarkopenie betrifft alle älteren Individuen. Welchen relativen Beitrag jeder einzelne dieser Faktoren leistet, ist bisher noch nicht geklärt. Die Gründe für den Qualitäts- und Massenverlust der Muskulatur können sowohl im neuronalen als auch im muskulären oder im hormonellen Bereich liegen.

Skelettmuskeln sind aus strukturell, funktionell, molekular und metabolisch verschiedenen Fasertypen zusammengesetzt und darum ein extrem heterogenes Gewebe (vgl. PETTE 1999). Als wesentliche altersbedingte Veränderungen der Muskelfasern werden in der Literatur der Rückgang des Muskelfaserquerschnitts, die sinkende Anzahl der Muskelfasern und die damit einhergehende Abnahme des gesamten Muskelquerschnitts diskutiert. Die Ergebnisse aus mehreren Studien und Untersuchungen deuten darauf hin, dass bei praktisch unverändertem Verhältnis zwischen Typ-I- und Typ-II-Fasern der Verlust der Muskelmasse im Alter vorwiegend durch eine Größenreduktion der Typ-II-Fasern zustande kommt (vgl. LEXELL et al. 1988). Es ist jedoch noch nicht endgültig geklärt, ob dieser durch Nichtgebrauch oder Erkrankung bedingt ist oder einfach dem Alterungsprozess innewohnt. Die Reduzierung beider Muskelfasertypen und vor allem die Abnahme des Muskelfaserquerschnitts der Typ-II-Fasern führen zu einem erhöhten relativen Anteil an Typ-I-Fasern in der Muskulatur des älteren Menschen. Dennoch stellten LEXELL et al. (1988) eine erhebliche Variation in Anzahl und Größe der Fasern in allen Altersgruppen fest.

In vielen morphologischen Studien konnte für unterschiedliche Muskelgruppen der Extremitäten mit Hilfe von Ultraschall, Computertomographie, Kernspintomographie und direkter Messung durch Muskelbiopsien an Verstorbenen insgesamt eine Abnahme des gesamten Muskelquerschnitts - ohne eine genaue Ursache dafür zu benennen (siehe oben) - nachgewiesen werden (vgl. DOHERTY 2003). LEXELL et al. (1988) führten die Muskelquerschnittsmessungen in Form einer Muskelbiopsie an Verstorbenen durch und stießen auf eine Reduktion der Muskulatur von 40 % zwischen dem 20. und 80. Lebensjahr. Der durchschnittliche Muskelverlust bis zum 50. Lebensjahr betrug ca. 10 % und nahm dann deutlich zu. In einer neueren Studie bestimmten JANSSEN et al. (2000) die Skelettmuskelmasse von 268 Männern und 200 Frauen im Alter zwischen 18 und 88 Jahren mit Hilfe einer Kernspintomographie. Sie stellten fest, dass Männer relativ zur Körpermasse (38,4 vs. 30,6 %) und auch absolut (33 vs. 21 kg) mehr Muskelmasse haben als Frauen, aber dass sie diese mit zunehmendem Alter auch signifikant schneller verlieren. Der Mechanismus, der zu einem größeren Muskelmasseverlust der Männer führt, ist bisher noch nicht vollständig geklärt; es wird aber davon ausgegangen, dass er vor allem durch hormonelle Faktoren verursacht wird.

Ältere Männer und Frauen, die unter einem chronischen Bewegungsmangel leiden und körperlich weniger aktiv sind, haben weniger Skelettmuskelmasse und darüber hinaus eine größere Verbreitung von körperlicher Beeinträchtigung (vgl. ROUBENHOFF 2003). DOHERTY (2003) räumt ein, dass es zwar schwer ist, anhand von Querschnittsuntersuchungen Rückschlüsse auf die Ursache zu ziehen, aber er stellt fest, dass die Ergebnisse einer Vielzahl von Studien gezeigt haben, dass Krafttraining Sarkopenie umkehren kann. DOHERTY (2003) sieht darin den einwandfreien Beweis für die Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und Skelettmuskelmasse und -kraft.

Wie oben ausführlich dargestellt, ist die Pathogenese der Sarkopenie ein multifaktorieller Prozess. Die primäre Ursache ist bisher allerdings unklar. Die Folge aller Mechanismen und Einflussfaktoren ist eine Reduktion der Muskelquantität und -qualität. Sie ist der Hauptgrund für die körperliche Beeinträchtigung und Schwäche älterer Menschen.

1.6.2.2 Auswirkungen der Sarkopenie auf den allgemeinen Gesundheitszustand und die Lebensqualität

Die mit fortschreitendem Alter immer stärker auftretende Sarkopenie hat Risiken zur Folge. So kann es durch die physiologischen Veränderungen zu einer Demineralisierung der Knochen und damit zu einem erhöhten Osteoporose-Risiko kommen. Eine wesentliche

Voraussetzung der Mobilität ist die Muskelkraft. Diese ist als Folge der Sarkopenie reduziert. Das wurde in einer Vielzahl an Studien, in denen die Extremitäten unter isometrischen und isotonischen Bedingungen getestet wurden, belegt.

Meistens wurden dabei Gruppen von gesunden jungen, mittelalten und alten Männern und Frauen miteinander verglichen. Die Knieextensoren wurden aufgrund ihrer funktionellen Wichtigkeit, der Verfügbarkeit vergleichbarer histologischer Daten, und weil sie sich relativ leicht messen lassen, am häufigsten getestet (vgl. DOHERTY 2003).

Querschnittsuntersuchungen von HOLLMANN & HETTINGER (2000) haben ergeben, dass die Kraft zwischen dem 30. und 55. Lebensjahr relativ wenig abnimmt oder fast unverändert bleibt, aber danach in beschleunigtem Maße abnimmt (bis zu 30 % in der 8. Dekade), wenn man die Maximalkraft am Ende der Pubertät als Basiskriterium nimmt. METTER et al. (1997) berichten ebenfalls von einem zunächst nur geringen Kraftverlust, der nach dem 50. Lebensjahr deutlich bis auf ca. 12-14 % pro Lebensdekade zunimmt.

Wie oben bereits erwähnt, gibt es einige Unterschiede zwischen den Muskelgruppen im Bezug auf das Ausmaß des Kraftverlusts. So ist bei Männern die Abnahme der Muskelkraft der unteren Extremitäten größer als bei den oberen (vgl. RATANEN 1997). FRONTERA et al. (2000) konnten in ihren Untersuchungen einen deutlichen Zusammenhang von Muskelkraft und Muskelmasse zeigen. Junge Männer waren zwar grundsätzlich kräftiger als ältere, nach Adjustierung der Kraftwerte auf die Muskelmasse waren die Unterschiede allerdings kaum noch erkennbar (vgl. FRONTERA et al. 2000). ROUBENHOFF (2003) bestätigt, dass zwar die Beziehung zwischen Muskelmasse und Muskelkraft linear verläuft - die Beziehung zwischen Muskelkraft und körperlicher Funktionalität jedoch nicht.

1.7 Handkraft – Indikator des Zustandes der Körpermuskelkraft im Alter: Bisherige Veröffentlichungen und Stand der Wissenschaft

Die wichtigen Vitalitätsparameter des Menschen werden in körperliche und geistige unterteilt. Zu den körperlichen zählen: Die Handkraft, Muskelgeschwindigkeit (hier: durch Messung der visuellen und akustischen Reaktionsgeschwindigkeit); Lungenfunktionsparameter wie Ein-Sekunde-Volumen, Vitalkapazität und Residualvolumen; zu den geistigen: Visuelle Reaktion; Akustische Reaktion; Hörtest; Konzentration, topologisches, assoziatives Gedächtnis; Zahlengedächtnis.

In einer amerikanischen, epidemiologischen Studie mit 2.462 Personen im Alter von 35-70 Jahren hat Richard HOCHSCHILD (1990, S. 187-214) versucht, einen Index des Alterns zu entwickeln. Es ging in dieser Studie darum, die Messung des Alterns zu ermöglichen, um eine

Therapie zu beurteilen, die den Alterungsprozess verlangsamen kann. Mit dem Ageon-Vitalitätsdiagnostikgerät ist es möglich, die Alterungsrate zu bestimmen, bei der auch so genannte Biomarker einbezogen werden. Hierbei handelt es sich gewöhnlich um physiologische Funktionen, die wie vorauszusehen, mit zunehmendem Alter nachlassen.

Für jeden einzelnen der insgesamt 12 Biomarker wurden Normalwerte für die 977 Männer und 1485 Frauen im Alter von 35 bis 70 Jahren festgelegt, die an der Studie teilnahmen. Es wurde eine statistische Methode festgelegt, wobei es möglich ist – trotz ihrer voneinander unabhängigen Einheiten – die Ergebnisse zu einer einzelnen Zahl zusammenzufassen, die als standardisiertes biologisches Alter bezeichnet wird. Daraus wird das Testalter eines Individuums kalkuliert.

Demnach definiert HOCHSCHILD Altern „als Nachlassen der mentalen und physischen Funktionen, besonders die Funktionen, die die Aktivitäten des täglichen Lebens bestimmen. Es ist offensichtlich, dass Reaktionszeit, Entscheidungsgeschwindigkeit, Gedächtnis, Gehör, Visus, Lungenfunktion und Muskelkraft ... entscheidend für das tägliche Leben sind, vom Fahren eines Autos bis zu persönlichen und berufsbedingten Anforderungen. Funktionen wie diese, die von diesem Gerät gemessen werden, haben einen starken Einfluss auf die Lebensqualität und das ist es, was sie als Biomarker des Alterns qualifiziert“ (HOCHSCHILD S. 213f.).

Zu dieser Argumentation bezog LUDWIG (1989) Stellung: „In der Wissenschaft regiert nicht nur reine Vernunft, sondern auch der gesunde Menschenverstand (Max Planck), und der gesunde Menschenverstand sagt uns, dass, wenn die Geschwindigkeit des Fortschreitens des Alterungsprozesses durch eine Anzahl von nicht miteinander verknüpften Markern, die mit dem chronologischen Alter korrelieren, darstellbar ist durch eine vorgegebene experimentelle Variable (z.B. Kalorienrestriktion), hat sich auch der Alterungsverlauf des Gesamtorganismus verändert“ (ebd.). Somit kann eine geringe Anzahl von Biomarkern repräsentativ sein für viele andere, so dass es nicht notwendig ist, das gesamte Spektrum der Veränderungen im Alter zu betrachten, um zu wissen, was mit dem Individuum passiert“ (ebd.). Hochschilds Forschungsergebnisse weisen in die gleiche Richtung.

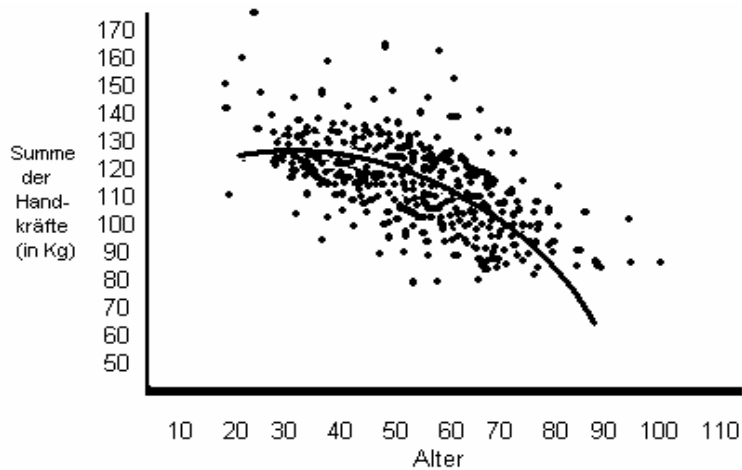


Abb. 11: Abnahme der individuellen Handkraft im Altersverlauf, nach: KALLMAN et al. 1990, S. M83.

KALLMANN et al. (1990) wiesen in einer Studie über die Rolle des Muskelverlustes in dem altersbedingten Nachlassen der Handkraft nach, dass die Handkraft tatsächlich im Altersverlauf nachlässt (Abb. 11), aber nicht, wie man bislang glaubte, linear, sondern parabelförmig (S. M83; vgl. ebenso schon in früheren Forschungen bei BURKLE et al. (1953), S. 628-630). Den höchsten Handkraftwert erreicht der Mann in der 4. Lebensdekade (vom 30.-39. Lebensjahr). Danach nimmt sie parabelförmig ab: in der 5. Lebensdekade um etwa 5%, in der 6. um ca. 12%, in der 7. um etwa 25 % und in der Zeit vom 80. bis zum 89. Lebensjahr um ca. 34%, immer bezogen auf etwa 100 KG Handkraftstärke vom 40.- 49. Lebensjahr (S. M83). Außerdem nimmt die Handkraft, je länger eine Krankheit andauert, immer weiter ab; die täglichen Verrichtungen werden dadurch nach und nach gestört (vgl. SHIPHAM & PITOUT 2003, S. 98-106).

Die Bestimmung der Handkraft gibt eine relativ gesicherte Auskunft über den allgemeinen Zustand der Muskelkraft; sie stellt einen Indikator für das physische Leistungsvermögen des alternden Menschen dar (vgl. UENO et al. 2006, S. 92-101). Sie lässt zudem Rückschlüsse auf die Gesamtmuskelkraft des älteren Menschen zu, korreliert mit dem Ernährungszustand und kann für die Verlaufsbeurteilung Verwendung finden. Eine ausreichende Handgriffstärke ist Voraussetzung für manuelle Fähigkeiten bei allen Verrichtungen des täglichen Lebens. Eine verminderte Handgriffstärke ist ein Anzeichen für generell verminderte Muskelkraft alter Menschen und korreliert daher stark mit deutlich erhöhtem Sturz- und Frakturrisiko, mit verminderter Selbsthilfefähigkeit und erhöhter Mortalität (vgl. HYATT et al. 1990, S. 330-336; PHILLIPPS 1986, S. 53-56; RANTANEN 2003, S. 3-8; UENO et al. 2006, S. 92-101). Sie lässt im Alternsverlauf kontinuierlich nach (vgl. KALLMAN et al. 1990, S. 82-88; HOCHSCHILD 1990, S. 187-214;). Auf Grund des einfachen Messverfahrens, das früher mit einem mechanischen Dynamometer (auch heute noch von einigen Wissenschaftlern

favorisiert, vgl. ASHTON & MYERS 2004, S. 1-12) durchgeführt wurde, ist der Test in der klinischen Diagnostik und bei sportphysiologischen Untersuchungen eingeführt, z.B. durch den Groningen-Fitnesstest für Ältere über 55 Jahre. (vgl. hierzu: LEMMINK et al. (1994). Die benutzten bzw. dem PC-Programm unterlegten Normwerte sowie die Untersuchungsmethoden sind ebenfalls ausreichend abgesichert worden (vgl. ASHFORD et al. 1996, S. 402-405; BASSEY & HARRIES 1993, S. 187-214; BASSEY 1998, S. 12-16; BALOGUN et al. 1991, S. 155-160; BALOGUN & ONIGBINDE 1992, S. 89-96; BOHANNON, R.W. 2005; CROSBY et al. 1994, S. 665-670; FIRRELL & CRAIN 1996, S. 397-401; HAMILTON et al. 1994, S. 163-170; HAMILTON-FAIRFAX 1995, S. 1819-1830; JANDA et al. 1987, S. 569-571; MATHIOWETZ et al. 1984, S. 222-226; McMURDO & RENNIE 1993, S. 11-15; NIEBUHR et al. 1994, S. 3-18; RATANEN et al. 1993, S. 514-517; RANTANEN et al. 1999, S. 558-560; RICHARDS & PALMITER-THOMAS 1996, S. 87-109; ROBINSON et al. 1993, S. 45-50). Allerdings gilt für das in dieser Studie benutzte Gerät anzumerken, dass den hier unterlegten Normwerten keinerlei eigene Untersuchungen und Studienmesswerte des Herstellers dieses Gerätes hinzugefügt wurden. Ein derartiges Vorgehen ist eigentlich nicht üblich.

Belegt sind aber auch Verbesserungen der Handkraft nach einem festgelegten Training, auch wenn bestimmte Krankheitsbilder vorliegen (vgl. MEYER et al. 1995, S. 1-8; WOLF et al. 1996, S. 494; ALDEHAG et al. 2005, S. 14-27; VREEDE et al. 2005, S. 2-10; RUS et al. 2005, S. 241-244).

BECKER konnte aufgrund seiner Untersuchungen mit Herz-Kreislauf-Erkrankten im Hochgebirge (bis 3000 m über NN) im Jahr 2003 folgende Feststellungen treffen:

In den Körperzellen werden insbesondere die Mechanismen der anaeroben Energiegewinnung aktiviert. Nach erfolgreicher Adaptation an die Höhe setzt eine Kapillarisation und damit einhergehend eine Ökonomisierung der Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems und des Stoffwechsels ein: Der Blutdruck, die Puls- und Atemfrequenz sinken, die Aufnahme und Ausnutzung des vorhandenen Sauerstoffs werden verbessert und die Energiegewinnung optimiert. In gemäßigten Höhen und mit dosierter Belastung lassen sich bei Patienten mit Herz-Kreislauferkrankungen dauerhafte Verbesserungen der kardialen Situation erzielen, die auch noch viele Monate später nachweisbar sind. Nach Aufenthalt in mäßigen Höhen um etwa 2000 m NN lassen sich persistierende Reduzierungen der kardialen Belastungen erreichen, verbunden mit der Steigerung von Leistungsfähigkeit, Lebenserwartung und –qualität (vgl. 2003, S. 73f.).

RANTANEN et al. (1999) führten eine Handkraftmessung mit 6089 gesunden Männern im Alter von 45-68 Jahren durch und wiederholten diese 25 Jahre später. Sie stellten fest, dass die Menschen der Gruppe mit der niedrigsten Handkraft bei der ersten Messung, egal ob dünn, von mittlerem Körpergewicht oder schwer, die höchste Sterberate in den folgenden 25 Jahren aufwiesen (S. 558-560).

Funktionelle Beeinträchtigung tritt bei älteren Menschen häufig in Form von reduzierter Mobilität und Gangunsicherheit auf. Der Verlust der Mobilität und Gangsicherheit stellt neben kognitiven und sensorischen Einschränkungen die größte Bedrohung dar, ein selbstbestimmtes und unabhängiges Leben führen zu können. Das Sturzrisiko steigt dramatisch an, die Sturzhäufigkeit nimmt pro Lebensdekade um ca. 10 % zu (vgl. ebd.). Sturzangst führt zu einem Verlust des Selbstvertrauens und zur weiteren Einschränkung der Aktivitäten. Ein Teufelskreis aus nachlassender Kraft und erhöhter Sturzgefahr!

1.8 Bewegungsunsicherheit im Alter und Stürze

Im Jahre 1943 wurde von BÜRGER & HAUSS zum ersten Mal in einer wissenschaftlichen Zeitschrift festgestellt, dass „unter den dynamischen Altersveränderungen ... die mit den Jahren abnehmende körperliche Leistungsfähigkeit an erster Stelle“ steht (1943, S. 229). Heute kann diese eher unspezifische Äußerung mit einem umfangreichen Zahlenmaterial exakt bewiesen werden.

Etwa ein Drittel der über 65-jährigen Menschen stürzt mindestens einmal im Jahr. Die Rate steigt mit zunehmendem Alter weiter an, so dass sie bei den 80-89-jährigen bei 40-50% liegt. Möglicherweise stellt aber das Alter an sich keinen unabhängigen Risikofaktor für das Auftreten von Stürzen dar, sondern lediglich einen Indikator für die Zunahme anderer Risikofaktoren mit dem Alter. Einer unter fünf bis zehn Stürzen älterer Menschen hat Verletzungen zur Folge, einer von 20-30 Stürzen führt zu einer Fraktur, etwa jeder hundertste Sturz führt zu einer hüftgelenksnahen Fraktur. In prospektiven Studien konnten vor der sturzbedingten Fraktur 75% der Patienten ohne Hilfsmittel selbstständig gehen, nach der Fraktur nur noch 15 %. Hüftgelenksnahe Frakturen haben in der Bundesrepublik Deutschland eine postoperative Letalität von über 10 %. Neben den somatischen Folgen eines Sturzes berichten bis zu 70 % der älteren Gestürzten über Angst vor weiteren Stürzen mit einem dadurch bedingten Abbau von Selbstvertrauen, einer zunehmenden Einschränkung der Alltagsaktivitäten und einem daraus folgenden Circulus vitiosus mit weiterem Abbau lokomotorischer Fähigkeiten (vgl. CLOSE et al. 1999, S. 93-97; Deutsche Gesellschaft für

Allgemeinmedizin und Familienmedizin (Hg.) 2004; SPIRDUSO 1995; SPIRDUSO et al. 2005; PROVINCE et al. 1995, S. 1341-1347).

Ziel der meisten älteren Menschen ist es, gesund, zufrieden, erfüllt und geglückt zu altern. (vgl. PACHE 1998, S. 135-141; DENK & PACHE 2003, S. 23-96). Körperlich aktiv sein und den Alltag bewältigen zu können, hängt in hohem Maß von der körperlichen Funktionsfähigkeit und dem Leistungsvermögen ab. Von der hier in Rede stehenden Alterskohorte der 65-69-jährigen Männer sind nach einem telefonischen Gesundheitssurvey aus dem Jahr 2003 wöchentlich etwa 40 % zwei und mehr Stunden sportlich aktiv (vgl. RÜTTEN et al. 2005, S. 9). Damit der alternde Mensch weitestgehend unabhängig leben kann, muss er in der Lage sein, sich selbst versorgen und am sozialen Leben teilhaben zu können. Dazu müssen die alltäglichen Besorgungen und Aktivitäten gemeistert werden, von den so genannten persönlichen Aktivitäten (sich waschen, anziehen und essen) zu den instrumentellen Aktivitäten (Putzen, Einkaufen) bis hin zur Teilnahme am gesellschaftlichen Leben (vgl. SONN et al. 1995, S. 119-128). Die Fähigkeit, sich im Zusammenhang ständig verändernder Umweltaforderungen unabhängig zu bewegen, vermindert sich mit zunehmendem Alter stärker. Viele ältere Personen können sich zwar noch in ihrer häuslichen Umgebung bewegen, haben aber außerhalb zunehmend Probleme, auf äußere Haltungseinflüsse - Stehen im fahrenden Bus, Sich-festhalten-Können, kurzzeitiges Halten des Körpergleichgewichtes auf einem Bein etc. - angemessen zu reagieren, da die notwendigen Kräfte in der Bein-, Arm- und Handmuskulatur nicht zur Verfügung stehen, (vgl. EHRSAM & ZAHNER 1996, S. 191-211) um sich zum Beispiel bei Stürzen besser abfangen zu können. BECKER et al. (2003) konnten nachweisen, dass Personen über 60 Jahre nach einem Gleichgewichts- und Krafttraining über ein Jahr hinweg signifikant weniger Stürze aufweisen als gleichaltrige Personen ohne Interventionsmaßnahmen (S. 306-313).

Im Zusammenhang mit der hier vorgelegten Studie bedeutet Prävention einerseits zu verhindern, „dass ‚Nicht-Faller‘ zu ‚Fallern‘ werden, andererseits weitere Stürze von ‚Fallern‘ zu verhindern“ (WERLE 2006, S. 226). Interventionen können einerseits darauf ausgerichtet sein, das Sturzrisiko zu minimieren, andererseits schützende Kontrollmechanismen sowie körperliche Parameter zu verbessern und somit das Risiko von Verletzungen zu reduzieren. Dagegen erscheint die totale Einschränkung der Bewegungsfreiheit zur Sturzprävention älterer Menschen in manchen Pflegeeinrichtungen kontraproduktiv und im Übrigen der Menschenwürde nicht angemessen (vgl. ebd.).

Denn alle Organsysteme einschließlich der Muskelsysteme bleiben langfristig nur funktionsfähig, wenn sie im Rahmen von Bewegungshandlungen kontinuierlich und ständig aktiviert werden. Eine ausreichende Bewegungsaktivität ist für die Erhaltung der Gesundheits- und Lebensqualität unverzichtbar, vor allem dann, wenn sich Bewegungsmangel allmählich einschränkend auf die körperliche Leistungsfähigkeit im Alltag bei immer mehr gerade auch älteren Menschen auswirkt. Gesund alt zu werden und alle wichtigen körperlichen und geistigen Vitalparameter auf einem akzeptablen Niveau zur Führung eines möglichst selbständigen Lebens zu halten, gelingt deshalb vornehmlich mit Hilfe körperlicher Aktivitäten und einem adäquaten Lebenswandel, wie dies u.a. MEUSEL 1999, PAFFENBARGER 1996, PAFFENBARGER & LEE 2001, ROWE & KAHN 1998, SPIRDUSO 1995 und SPIRDUSO et al. 2005 nachgewiesen haben.

Wie es ASHER schon feststellte, führt eine längere Phase der Immobilität unter anderem auch zu einer schnellen Abnahme der Körpermuskelkräfte.

Ein einfacher Händedruck verrät viel über die Vitalität des Probanden. Die Messung der Handkraft gibt nicht nur Aufschluss über die eigentliche Muskelkraft der Hände, sondern auch über die neuromuskuläre Koordination der vielen am Faustschluss beteiligten Muskeln sowie über deren Funktions-, Trainings- und Versorgungszustand.

Die in Newton (N) umgerechneten Normwertangaben für die in Rede stehende Altersgruppe der 65-69-Jährigen schwanken in den bislang durchgeführten Studien zum Teil erheblich:

NIKOLAUS/PIENTKA (1999) gehen für Männer über 65 Jahren von einem Normwert von 331 N der maximalen Handkraft aus, deren Unterschreiten um mehr als 50 % zu einer erheblichen Zunahme des Sturzrisikos führt (S. A-3.2.5, S. 12). MONTOYE & LAMPHEAR (1977) geben für 50-69 Jahre alte Männer einen Durchschnittswert von 321 N an (S. 110), während HYATT et al. (1990) für 76-jährige Männer von einem Wert von 320,9 N ausgehen (S. 333). AGNEW & MAAS (1982) weisen für die Altersgruppe der 56-65-Jährigen einen Wert von umgerechnet 403,3 N und für die Altersgruppe der 66-90-Jährigen! einen Wert von 229,2 N aus. Warum MONTOYE & LAMPHEAR allerdings eine Alterskohorte von 50-69! Jahren und AGNEW/MAAS eine Altersgruppe der 66-90-Jährigen bilden, bleibt fraglich: Es kann nicht die Maximalkraft eines 50-Jährigen mit der eines 69-Jährigen bzw. der eines 66-Jährigen mit der eines 90-Jährigen, wohlgerneht in einer Alterskohorte, verglichen werden. Hier hätte zumindest eine Unterteilung in 50-59-Jährige und 60-69-Jährige bzw. 60-70, 70-80, 80-90 erfolgen müssen. Sehr realistisch erscheinen die ermittelten Werte bei GILBERTSON & BARBER-LOMAX (1994): Ihre Untersuchungen mit einem Jamar

Dynamometer ergaben für 65-69jährige Männer rechts einen umgerechneten Minimalwert von 278,30 N, maximal wurden 513,35 N festgestellt; für die linke Hand ergaben sich eine Minimalhandkraft von 238,67 N und eine Maximalkraft 415,25 N (S. 486).

EWALD & KOHLER (1991) weisen für 60-69jährige Männer mit umgerechnet 424,5 N wesentlich höhere Richtwerte aus (S. 8). Besonders zu bemerken bleibt, dass bei den meisten genannten Untersuchungen ein Jamar Dynamometer benutzt wurde, welches die Handkraft ausschließlich in kg misst.

1.8.1 Definition: Was ist ein Sturz?

Als Sturz ist zu verstehen ein „unfreiwilliges, plötzliches, unkontrolliertes Herunterfallen oder -gleiten des Körpers ... aus dem Stehen, Sitzen oder Liegen. Als Sturz bzw. Beinahe-Sturz ist auch zu verstehen, wenn ein solches Ereignis nur durch ungewöhnliche Umstände, die nicht im Patienten selbst begründet sind, verhindert wird, z.B. durch das Auffangen durch eine andere Person (DEUTSCHE Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin 2004, S. 7).

1.8.2 Epidemiologie von Stürzen

Stürze sind die häufigste nicht-natürliche, und die siebthäufigste Todesursache insgesamt bei Personen über 65 Jahren. Etwa 30 % der zuhause lebenden über 65-jährigen Menschen (vgl. TINETTI et al. 1988, S. 1701-1707; TINETTI & SPEECHLEY 1989, S. 1055-1059) und mehr als 50 % der über 90-Jährigen (vgl. CAMPBELL et al. 1989, S. M112-117) stürzen mindestens einmal jährlich, von diesen etwa 25 % mehr als dreimal im Jahr. Pflegeheimbewohner stürzen zwei- bis dreimal häufiger (vgl. LUUKINEN et al. 1995, S. 871-876). Bis zu 50 % der alten Menschen, die nach einem Sturz hospitalisiert werden, sterben innerhalb der nächsten 12 Monate (vgl. RUBENSTEIN et al. 1988, S. 266-278).

Sturzfolgen nehmen altersabhängig zu, weil Faktoren wie Osteoporose und verlangsamte Reaktionszeiten auch zunächst harmlose Stürze gefährlich machen (vgl. RUBENSTEIN 1988 S. 266-278). Beim langsamen Zu-Boden-Gleiten kann der osteoporotische Femur brechen. Der nicht-osteoporotische Femur bricht bei einem Sturz aus Standhöhe, wenn keine Schutzreaktion den Aufprall bremst und kein Fettgewebe über dem Trochanter die Sturzenergie absorbiert und unter die kritische Bruchschwelle senkt. Für Sturzfolgen sind also neben der Härte des Knochens Variablen der Sturzmotorik entscheidend: Sturzrichtung, Schutzreaktion, Aufprall, Absorption von Sturzenergie, etwa durch Fettpolster und/oder Handabstützung (vgl. NEVITT 1993, S. 1226-1234).

Etwa 5 % der Stürze führen zu Frakturen, etwa 1-2 % zu einer proximalen Femurfraktur, 90 % dieser Frakturen sind sturzbedingt (vgl. KING & TINETTI 1995, S. 1146-1154). Das Statistische Jahrbuch des Jahres 2003 stellte fest, dass 71,1 % der aus dem Krankenhaus entlassenen vollstationären Patientinnen und Patienten in der Altersgruppe der über 75-Jährigen wegen eines Oberschenkelhalsbruches aufgrund eines Sturzes behandelt worden waren; andere Erkrankungen liegen teilweise deutlich unter diesem Prozentsatz (vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, Statistisches Jahrbuch 2003). 14-36 % der Patienten sterben in den ersten 12 Monaten nach der Fraktur, viele der Überlebenden verlieren an Alltagskompetenz (vgl. ZUCKERMANN 1996, S. 1519). Nur 14-21 % erreichen nach dem Ereignis ihre vorherige Selbstständigkeit wieder (vgl. JETTE et al. 1987, S. 735).

Die durchschnittlichen Kosten einer Frakturbehandlung ohne Rehabilitation, Pflege- und sonstige Folgekosten betragen in Westeuropa, hier am Beispiel von Österreich, ca. 6.700,- €. Bei der derzeitigen demographischen Entwicklung wird sich bis zum Jahr 2040 die Zahl der Frakturen verdoppeln (vgl. www.meduni-graz.at/unfallchirurgie/forschung/osteoporose.html).

10-20 % aller Stürze führen zu Verletzungen. Prellungen sind funktionell genauso gravierend wie Frakturen. Alte Menschen sind nach einem Sturz oft hilflos und nicht mehr in der Lage, allein wieder aufzustehen. Dies hat prognostische Relevanz und weist auf zunehmende Hilfsbedürftigkeit hin (vgl. KING & TINETTI 1995, S. 1146-1154). Auch Stürze ohne Verletzungen haben Folgen, etwa 30 % der Sturzpatienten haben Angst vor weiteren Stürzen. Viele vermeiden aus Fallangst körperliche Aktivität, ein circulus vitiosus von Inaktivität, Isolation, Depression und Hilfsbedürftigkeit (vgl. VELLAS et al. 1997, S. 189-193).

1.8.3 Ätiologie

Alltagsaktivitäten sind komplexe Bewegungsmuster in aufrechter Körperhaltung. Diese erfordern Haltungskontrolle und Balance, d.h. die Fähigkeit, in jeder Phase der Bewegung auch bei externen Störungen den Körperschwerpunkt stabil halten zu können. Voraussetzung für diese Stabilität sind eine intakte Sensorik (visuell, vestibulär) Informationsverarbeitung im Zentralnervensystem (ZNS) und für die Motorik außerdem ein Mindestmaß an Muskelkraft. (vgl. HU & WOOLLACOTT 1996, S. 85-99). Alle genannten Faktoren sind im Alter durch krankheitsbedingte oder altersphysiologische Veränderungen beeinträchtigt, und die Anpassungsfähigkeit an die Umwelt ist deshalb eingeschränkt. Der gebrechliche, alte Mensch stürzt in Alltagssituationen, die ein Jüngerer mühelos bewältigt, weil jener die

Balance verliert. Das Problem beginnt nicht mit dem ersten Sturz, dieser ist vielmehr die erste sichtbare Dekompensation der Haltungskontrolle, der Schritt vom Stolpern zum Sturz (vgl. ALEXANDER 1994, S. 93-108; BALOH 1996, S. 41-48).

Faktoren, die sich negativ auf die Haltungskontrolle auswirken, sind Risikofaktoren für Stürze. Viele sind zweifelsfrei identifiziert: Alter (vgl. u.a. POTVIN et al. (1980, S. 1-9), Muskelschwäche, schlechte Balance, Gangstörung, kognitives Defizit, Visuseinschränkung, Multimedikation, Benzodiazepine, schlechte bzw. ungeeignete Wohn- und Gebäudebedingungen bzw. häusliche Gefahrenquellen sowie die Angst (vgl. MAKI et al. 1994, S. M72-84) u.a. entstanden durch frühere Stürze (vgl. CUMMINGS et al. 1991, S. 455-461; LORD & CLARK 1996, S. 199-203; NEVITT et al. 1989, S. 2663-2668; PIERRON et al. 1990, S. 1339-1352; RUBENSTEIN et al. 1988, S. 266-278; TINETTI et al. 1988, S. 1701-1707; WOLFSON et al. 1995, S. 64-67). Das Sturzrisiko steigt mit der Zahl der Risikofaktoren (vgl. TINETTI et al. 1988, S. 1701-1707). Stürze sind immer multifaktoriell verursacht. Es werden intrinsische, extrinsische, altersphysiologische oder krankheitsbedingte sowie situative Risikofaktoren unterschieden.

Kraft- und Balanceparameter wie eine geringe Handkraft (vgl. PHILLIPS 1986, S. 53-56) oder ein unsicherer Einbeinstand sind neben einigen anderen zuverlässige Sturzprädiktoren (vgl. VALLAS et al. 1997, S. 735).

1.8.4 Sturzprävention (Training) im Sinne einer Primärprävention

Gestürzte Patienten benötigen häufig eine Rehabilitation von Sturzfolgen und auch Sturzprävention. Rehabilitation ist auch Sturzprävention, sie wäre sonst vollkommen sinnlos. Praktisch ist es wenig hilfreich, ex- und intrinsische Ursachen voneinander zu trennen. Aus klinischer Sicht ist entscheidend, dass eigentlich alle Risikofaktoren veränderbar sind. Sturzprävention hat folglich zwei Ansatzpunkte (vgl. u.a. LÜSCHEN et al. 2001, S. 318-328):

1. Ausschalten möglichst vieler Risikofaktoren und
2. Positive Beeinflussung von Risikofaktoren durch Kraft-, Balance- und Gangtraining (vgl. LORD et al. 1999, S. 232-236; ROBERTSON et al. 2001, S. 701-704; ROBERTSON et al. 2002, S. 905-911).

Eine Intervention sollte nicht einer monokausalen Sichtweise entsprechen, sondern eine multifaktorielle Intervention ist immer erfolgversprechender, da sich jede Intervention mehrfach auszahlt. Motorische Intervention wirkt demnach nicht nur motorisch, sondern die verbesserte Motorik – hier am Beispiel der Handkraftverbesserung – bringt mehr Selbstvertrauen, wirkt angstabbauend, was wiederum Gang und Balance verbessert (vgl.

TINETTI & SPEECHLEY 1989, S. 1055-1059; MÖLLENHOFF 2005). MARBURGER et al. (1997). LaPIER et al. (1996) haben festgestellt, dass das Werfen und damit das Greifen, vor allem in der Bewegung, durch die ständige Verlagerung des Schwerpunktes vorwärts, rückwärts und seitwärts die Unterstützungsfläche gegenüber dem Stand vergrößert. Dabei ist in der Sturzprävention die Kräftigung der Muskulatur (vgl. WOLFSON et al. 1995, S. 64-67) mit am besten untersucht (vgl. auch US Department of Health and Human Services (1996); SALLIS & OWEN (1998); MISZKO et al. 2003, S. 171-175; WALLSTRÖM & NORDENSKIÖLD 2001, S. 279-285; RUBENSTEIN et al. 2000, S. M317-321; CAMPBELL et al. 1999, S. 513-518, hier allerdings mit über 80jährigen Frauen; SYGUSCH et al. 2005; S. 322f., hier auch weitere wichtige Literaturhinweise auf S. 323-325). SCOTT et al. (2001) geben einen ausführlichen Überblick mit entsprechenden Bewertungen zur Effektivität der bis zum Jahr 2000 in englischer bzw. französischer Sprache verfassten Untersuchungen zu den bestmöglichen praktischen Übungen und Trainingsprogrammen zur Sturzprophylaxe. Eine ähnliche Übersicht zu den bis zum Jahr 2000 vorliegenden randomisierten kontrollierten Studien zur Sturzprophylaxe geben GARDNER et al. 2000, S. 7-17).

2. Geroprofylaxe: Prävention oder Gesundheitsförderung ?

Ein solcher Weg sinnvoller Reformen liegt unter anderem darin, verstärkt auf die Gesundheitsprophylaxe, auf Prävention und Gesundheitsförderung zu setzen als durch vermeidbares Fehlverhalten entstandene Krankheiten kurieren zu müssen.

Der Begriff ‚Geroprofylaxe‘ trägt die Bedeutung der von LEHR für diesen Sachverhalt benutzten Wortschöpfung der Gerointervention (vgl. LEHR 1979a).

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die demographischen Entwicklungen hin zu einer immer älter werdenden Gesellschaft dargestellt wurden, soll im Folgenden eine Einordnung in die Begrifflichkeit von Prävention bzw. Gesundheitsförderung erfolgen.

2.1 Prävention oder Gesundheitsförderung?

HURRELMANN & LAASER (2003, S. 397) unterscheiden in Bezug auf **Prävention**:

Interventionen, die sich auf die noch gesunde Bevölkerung und auf deren Alltagsleben – d.h. außerhalb des engeren medizinischen Bereichs – richten (prämordiale Prävention bzw. Gesundheitsförderung). Hier liegt der Interventionszeitpunkt noch im Zustand des Gesunden,

die Zielgruppe ist die Gesamtbevölkerung, Ziel ist die Beeinflussung von Verhältnissen und Lebensweisen.

1. Interventionen, die sich spezifisch auf Vorbeugung und Früherkennung bestimmter Risikofaktoren etwa des erhöhten Blutdrucks beziehen, die so genannte Primärprävention, die erkennbare Risikofaktoren sowie eine bestimmte Risikogruppe voraussetzt und vornehmlich daraus besteht, Verhalten und Risikofaktoren (vorbeugender Ansatz) zu beeinflussen.

HURRELMANN & LAASER verstehen die Primärprävention als „Senkung von Erkrankungswahrscheinlichkeiten“ (S. 720).

2. Interventionen, die sich auf Entdeckung und Behandlung von Patienten mit Krankheitsfrühstadien etwa des Krebses oder der Koronarkrankheit (z.B. Angina pectoris) beziehen (Sekundärprävention)

3. Interventionen, die die möglichst weitgehende Wiederherstellung von Funktionsfähigkeit und Lebensqualität nach einem Krankheitsereignis bzw. seiner Akutbehandlung zum Ziel haben (Tertiärprävention) (vgl. HURRELMANN & LAASER 2003, S. 397f.)

2.2 Gesundheitsförderung/Primärprävention

Nach WHO-Auffassung setzt die Gesundheitsförderung auf Analyse und Stärkung der Gesundheitsressourcen und -potentiale der Menschen auf allen gesellschaftlichen Ebenen (salutogenetischer Ansatz). Sie umfasst Maßnahmen, die auf Veränderung und Förderung sowohl des individuellen und kollektiven Gesundheitsverhaltens als auch der Lebensverhältnisse abzielen – also der Rahmenbedingungen, die Gesundheit und Gesundheitsverhalten jedes einzelnen und ganzer Bevölkerungen beeinflussen.

Ein wesentliches Charakteristikum der Gesundheitsförderung ist die Abkehr von der alleinigen Suche nach Risikofaktoren für spezifische Krankheiten und die Hinwendung zur krankheitsunspezifischen Frage: Wie und wo wird Gesundheit hergestellt? (S. 141).

Die auf der 1. Internationalen Conference on Health Promotion im Jahre 1986 verabschiedete und inzwischen als richtungsweisend auch in Deutschland akzeptierte Resolution sagt folgendes: „Gesundheitsförderung zielt auf einen Prozess, allen Menschen ein höheres Maß an Selbstbestimmung über ihre Gesundheit zu ermöglichen und sie damit zur Stärkung ihrer Gesundheit zu befähigen“, so dass Gesundheit als „ein wesentlicher Bestandteil des alltäglichen Lebens zu verstehen“ ist (RENTELN-KRUSE 2004, S. 24).

Krankheitsverhütung (**Prävention**) sucht - anders als Gesundheitsförderung - gesundheitliche Schädigung durch gezielte Aktivitäten zu verhindern, weniger wahrscheinlich zu machen oder

zu verzögern, oder ein personengebundenes Risiko zu verhindern oder zumindest zu verringern (Disposition, Risikofaktoren). Diese Sicht definieren SCHWARTZ & WALTER (2000) als Primärprävention.

Sie umfasst alle spezifischen Aktivitäten vor Eintritt einer fassbaren biologischen Schädigung. Ziel ist es, die Neuerkrankungsrate (Inzidenzrate) einer Erkrankung in einer Population oder die Eintrittswahrscheinlichkeit bei einem Individuum zu senken (S. 151), d.h. Inzidenzabsenkung manifester oder fortgeschrittener Erkrankungen, Behinderungen oder vorzeitigem Tod (S. 152f.).

Präventionsmaßnahmen können sich sowohl auf das Verhalten von Individuen und Gruppen (Verhaltensprävention) als auch auf Veränderungen der biologischen, sozialen oder technischen Umwelt (Verhältnisprävention) beziehen.

Unter Nutzensgesichtspunkten gilt heute als wichtiges Nebenziel eine verbesserte Lebensqualität oder im Rahmen ärztlicher Versorgung eine erhöhte Patientenzufriedenheit (S: 153).

Ein weiteres wichtiges Nebenziel in einem Gesundheitswesen unter Knappheitsbedingungen ist die Vermeidung unnötiger Behandlungs- und/oder Folgekosten. Begrifflich können erwartete gesundheitliche Erträge als Expected Health Outcomes, sonstige Erträge als Outcomes of Interest bezeichnet werden (S. 153f.).

Eine Bevorzugung bei der Auswahl von präventiven Maßnahmen orientiert sich:

an der Höhe der kollektiven Krankheitslast in der möglichen Zielpopulation, am wahrscheinlichen Erfolg (Nutzen), am Aufwand (direkte und indirekte Kosten), an unbeabsichtigten Folgewirkungen (Nebenwirkungen) (S. 154).

Dem Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen zufolge heißen Ziele, Nutzen und Aufwand von Prävention:

Mehr Gesundheit durch Verhütung vorzeitiger Erkrankungen, Verminderung des Krankheitsrisikos, Vermeidung von Krankheit, Verhinderung von Krankheitsfolgen, höhere Lebenserwartung, Verbesserung der Lebensqualität bei Krankheit, Schmerzfreiheit, psychische Entlastung; ökonomischer Nutzen: Einsparungen durch nicht notwendige Behandlungskosten bei den Ausgabeträgern bzw. bei den Betroffenen (S. 155).

Aus der Sicht des Sachverständigenrates ergeben sich Handlungsfelder für Prävention u.a. im Erwachsenenalter in der Erwerbsphase (25-64 Jahre) mit körperlicher Bewegung;

bei Erwachsenen im Ruhestand (älter als 64 Jahre) steht der Erhalt der körperlichen und geistigen Beweglichkeit im Mittelpunkt (S. 156) (vgl. BRÖSSKAMP-STONE 2000, S. 141-150; SCHWARTZ & WALTER 2000, S. 151-170).

Die Einordnung der hier vorliegenden Arbeit könnte unter der Überschrift der Gesundheitsförderung nach WHO-Definition erfolgen. Allerdings erscheint der Begriff der **Primärprävention** hier noch treffender zu sein, da es um die ‚Senkung der Erkrankungswahrscheinlichkeiten‘ der Bevölkerung im Alter geht, nach Möglichkeit vor Eintritt einer fassbaren biologischen Schädigung, versehen mit dem Facettenreichtum der oben erwähnten Darstellung von SCHWARTZ & WALTER (2000). Sie zielt auf eine bestimmte ‚Risiko‘-gruppe, hier der Älteren, und auf die gezielte Vorbeugung bei gesundheitlichen Fehlentwicklungen.

Als oberste Handlungsmaxime der Primärprävention kann die Formulierung ‚Gesund alt werden‘ herangezogen werden: Ziel einer Intervention ist zunächst ein Vorgehen gegen altersbedingte, hier im speziellen Veränderungen wichtiger Vitalitätsparameter, im besonderen der Handkraft, sowie die Hinführung zu einem erfolgreichen, zufriedenen und erfüllten Altern. Entsprechend definiert LEHR Interventionen als „Maßnahme[n] zur Herbeiführung eines größeren psychophysischen Wohlbefindens des alternden Menschen“ (1979b, S. 2f.).

Am 30.08.2005 wurde der Fünfte Altenbericht der Bundesregierung „Potenziale des Alters in Wirtschaft und Gesellschaft“ übergeben, in dem die Kommission ihren Handlungsempfehlungen fünf Leitbilder zugrunde gelegt hat. Eines davon trägt die Überschrift ‚Prävention‘, in der es heißt: „Die Möglichkeiten der gezielten Nutzung von Potenzialen des Alters beruhen sowohl darauf, dass die Menschen immer älter werden als auch darauf, dass sie bei guter Gesundheit ein hohes Alter erreichen. In der Prävention liegt somit eine große Chance für ein langes Leben in guter Gesundheit, Selbstständigkeit und Mitverantwortung. Durch eine stärker präventive Ausrichtung des Gesundheitssystems, eine Kultur des präventiven Handelns ... lässt sich die Kostenentwicklung im Gesundheitswesen positiv beeinflussen und die Voraussetzungen für nachberufliche Produktivität werden verbessert. Für die Nacherwerbsphase ist festzustellen, dass sich die Entwicklung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit durch geeignete Trainings- und Bildungsangebote erheblich beeinflussen lässt“ (Zusammenfassung wesentlicher Thesen des Fünften Altenberichts vom 30.08.2005, unter www.bundesregierung.de/dokumente).

3. Die Studie

Aus den bisherigen Darstellungen der individuellen Alterungsvorgänge sowie der immer älter werdenden Gesellschaft lassen sich für eine Primärprävention folgende Schlussfolgerungen

ziehen: Auch die vorliegende Studie kann in den Bereich ‚Sturzprophylaxe‘ eingeordnet werden. In der Folge werden zunächst die Ziele formuliert.

3.1 Zielsetzung der vorgelegten Studie

Die Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin behauptet: „Interventionen, die zu einer Verbesserung von Balance und/oder Kraft (Geschwindigkeit) führen, können die Gefährdung durch Stürze bei zu Hause lebenden älteren Menschen reduzieren. Der Effekt ist schwach, so dass die Empfehlung zur Teilnahme an solchen Trainingsprogrammen nur unter Beachtung der Lebenssituation des Patienten ausgesprochen werden sollte. Trainingsprogramme zur Reduzierung der Sturzprävalenz durch Steigerung der Kraft (Geschwindigkeit) sind wirksam, wenn sie darauf zielen, in einzelnen funktionellen Muskelgruppen eine nachweisbare Steigerung der Kraft zu erzielen“ (DEUTSCHE Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin 2004). Hier wird innerhalb von zwei Abschnitten ein Widerspruch deutlich (der Effekt ist schwach / Trainingsprogramme sind wirksam...).

Die vorliegende Untersuchung will erstens diesem Widerspruch der Autoren der Deutschen Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin im Folgenden nachgehen. Zweitens soll gezeigt werden, dass es aufgrund der Altersentwicklung der Bevölkerung sowie der leeren Kassen im öffentlichen Gesundheitswesen notwendig ist, gegenzusteuern, soll ein Kollaps der öffentlichen Haushalte vermieden werden. Gerade im höheren Alter nehmen wegen der abnehmenden Muskelkräfte der Menschen die Stürze und damit die besonders schweren Krankheitsfälle mit ihren damit zusammenhängenden Kosten zu.

Unbestritten ist, dass der Kräfte- und Muskelabbau in erster Linie und vorrangig nicht dem Alter zuzuschreiben ist, sondern der körperlichen Inaktivität – es ist also nicht etwas, was sich auf jeden Fall ereignet, weil der Mensch älter wird (vgl. ISRAEL & WEIDNER 1988; ISRAEL 1995).

Die Arbeit soll zeigen,

dass es außerordentlich wichtig ist, dem Kräfteabbau im Alter vorzubeugen. Die Handkraft ist **ein** bedeutender Parameter in der Vitalitätsanalyse älterer Menschen und ein wichtiger Indikator für die Fähigkeit, sich vor Stürzen entsprechend den Körperkräften zu schützen bzw. deren mögliche gravierende Folgen abzumildern oder im Idealfall ganz zu vermeiden;

dass es sich auch für ältere, bislang nicht (sportlich) aktive Menschen lohnt, sich zu einer (sportlichen) Bewegungsform bzw. körperlichen Aktivität motivieren zu lassen und

Bewegungsaktivitäten in ihren Alltag als festen, unverzichtbaren Anteil zu integrieren, um durch Gesunderhaltung ihre Alltagskompetenzen zu bewahren.

Es soll die Hypothese überprüft werden, der zufolge es möglich ist, die Handmuskelkraft messbar so zu verbessern, damit für ältere Menschen bessere Möglichkeiten bestehen, sich vor Stürzen und deren teilweise sehr kostenintensiven Folgen schützen zu können.

Es gilt, diesen Parameter Muskelkraft der Hand daraufhin zu überprüfen, ob und ggf. in welcher Weise sich der zu diesem Parameter gemessene Wert nach einem durchgeführten Aufenthalt in der Höhenluft verbessert, gleich bleibt oder gar verschlechtert.

3.2 Methodik der Studie

Wie weiter oben schon ausführlich dargestellt, lässt die Handkraft nach dem 40. Lebensjahr parabelförmig sowie die Muskelkraft nach. Nach Durchsicht der Vorüberlegungen wurde entschieden, dass zunächst die Alterskohorte der 65-69-Jährigen – diese altersmäßige Kohorteneinteilung ist heute in der Wissenschaft gängige Praxis (vgl. FLICK et al. 2000) - in das Gebirgsaufenthaltsprogramm eingebunden wurde, da diese Personengruppe die größte in den jede Woche zur Verfügung stehenden Herzsportgruppen war.

Da es sich ausschließlich um KHK-erkrankte Probanden handelte, war auch eine gewisse Homogenität der Leistungsfähigkeit bei einer Fahrradergometrie (100-120 W, bei einem Maximalpuls von 110-120 Schlägen/min.) der Gruppe gegeben.

Eine genauso wichtige, wenn auch auf einer ganz anderen Ebene liegende Frage musste vorab geklärt werden: Woher sollte ein entsprechendes Messgerät besorgt werden? Diese Frage ließ sich relativ kurzfristig beantworten, da der betreuende Notfallarzt es ermöglichte, einen Kontakt zu einer geeigneten Firma ausfindig zu machen, die bereit war, dieses Projekt für einen begrenzten Zeitraum mit ihrer Hard- und Software zu unterstützen. Es war die Firma Systems of Medical Technology (SMT) aus Würzburg, die bereit war, für diese Untersuchung ihr Ageon-Vitaldiagnostikgerät leihweise zur Verfügung zu stellen.

3.2.1 Probandensuche, -screening und -auswahl

Die Probandensuche war möglichst einfach und schnell zu gestalten. Deshalb wurde auf 12 männliche Probanden im Alter von 65-69 Jahren (Durchschnittsalter von 67,4 Jahren) – alle Rechtshänder - aus Herzsportgruppen zurückgegriffen. Weitere Homogenitätskriterien waren, wie oben schon erwähnt, eine kardiovaskuläre Einschränkung mit/ohne By-pass- oder Stent-OP sowie regelmäßige, tägliche Medikamenteneinnahme (z.B. Macumar zur Blutverdünnung und teilweise individuell abgestimmte Betablocker.

Die Screening- und Auswahlkriterien schlossen neuromuskuläre oder orthopädische Dysfunktionen, die die Handbewegungen hätten beeinträchtigen können, aus.

Die Teilnehmer mussten bereit sein, für 14 Tage einen Aufenthalt im Gebirge selbst zu finanzieren.

3.2.2 Studiendesign

Bevor die Messreihen begannen, wurden alle Instrumente gecheckt und die Kalibrierung vorgenommen. Alle 19 Probanden wurden nochmals mit einem festen Händedruck auf Druckschmerzempfindlichkeit getestet. Immer war ein Beobachter bei jeder Messung präsent. Dieses galt für die Anfangsmessung sowie die Messungen nach vier, acht, zwölf, 26 und 52 Wochen.

Untersuchungsgang

Eingangsuntersuchung

Vorausgehende ausführliche Erläuterung des Untersuchungsablaufs anhand des Vitalitätsdiagnostikgerätes

Ca. 5 min.

Nach Einnahme der standardisierten Sitzposition 3 Handkraftmessungen rechts. 2 min.

Pause ca. 2 min.

Danach 3 Messungen links. Die 2. Messung der rechten als auch der linken Hand wurde bei allen Probanden gewertet. Ca. 2 min.

Merkblattvergabe zur Trainingsempfehlung: Aufwärmen der Hände, dreimal täglich (morgens, mittags, abends) je 3 Sätze à 15 Schließungen (jede Schließung ca. 5 sec.) und langsame Öffnungen (jede Öffnung ca. 5 sec.) des Energetics- Handkrafttrainingsgerätes mit beiden Händen gleichzeitig. Dabei war unbedingt darauf zu achten, bei Beginn der Anstrengung aus- und beim langsamen Öffnen des Trainingsgerätes einzuatmen. (Ansonsten bestand die Gefahr der Pressatmung!)

Beratung und stichprobenartige Kontrollen der Probanden; Einsichtnahme in die Trainingsprotokolle.

Zwischenuntersuchung (nach 4 Wochen)

Nach Einnahme der standardisierten Sitzposition 3 Handkraftmessungen rechts. 2 min.

Pause 2 min.

Danach 3 Messungen links. Die 2. Messung der rechten und linken Hand wurde bei allen Probanden gewertet. 2 min.

Ergebnismitteilung und kurze Diskussion. Ca. 2 min.

Einsichtnahme in die Trainingsprotokolle.

Zwischenuntersuchung (nach 8 Wochen)

Nach Einnahme der standardisierten Sitzposition 3 Handkraftmessungen rechts. 2 min.

Pause 2 min.

Danach 3 Messungen links. Die 2. Messung der rechten und linken Hand wurde bei allen Probanden gewertet. 2 min.

Ergebnismitteilung und kurze Diskussion. Ca. 2 min.

Einsichtnahme in die Trainingsprotokolle.

Zwischenuntersuchung (nach 12 Wochen)

Nach Einnahme der standardisierten Sitzposition 3 Handkraftmessungen rechts. 2 min.

Pause 2 min.

Danach 3 Messungen links. Die 2. Messung der rechten und linken Hand wurde bei allen Probanden gewertet. 2 min.

Ergebnismitteilung und kurze Diskussion. Ca. 2 min.

Einsichtnahme in die Trainingsprotokolle.

Zwischenuntersuchung (nach 26 Wochen)

Nach Einnahme der standardisierten Sitzposition 3 Handkraftmessungen rechts. 2 min.

Pause 2 min.

Danach 3 Messungen links. Die 2. Messung der rechten und linken Hand wurde bei allen Probanden gewertet. 2 min.

Ergebnismitteilung und kurze Diskussion. Ca. 2 min.

Einsichtnahme in die Trainingsprotokolle.

Vorläufige Abschlussuntersuchung (nach einem Jahr)

Nach Einnahme der standardisierten Sitzposition 3 Handkraftmessungen rechts. 2 min.

Pause 2 min.

Danach 3 Messungen links. Die 2. Messung der rechten und linken Hand wurde bei allen Probanden gewertet. 2 min.

Einsichtnahme in die Trainingsprotokolle.

Ergebnismitteilung und kurze Ergebnisbesprechung. Ca. 3 min.

Die Probanden wurden an zwei Eingangsuntersuchungsterminen an zwei aufeinander folgenden Tagen mit dem Handkraftsensor des Ageon-Vitalitätsdiagnostikgerätes auf ihre maximale Handkraft der rechten und linken Hand untersucht. Zuvor bekamen sie über das Testgerät eine Einführung zur Handkraftmessung, zunächst im Übungs- und dann zweimal im Wertungsmodus, wobei der zweite der insgesamt drei Versuche gewertet wurde. Das erreichte Ergebnis wurde unmittelbar im Anschluss auf dem Monitor in seinem Kurvenverlauf mit dem Maximalkraftwert sowohl für die rechte als auch für die linke Hand dargestellt.

Im Anschluss daran bekam jeder Teilnehmer ein Merkblatt zur Trainingsdurchführung. Darüber hinaus war jeder verpflichtet, ein detailliertes Trainingstagebuch zu führen, in das Tag, Datum, Uhrzeit, Dauer des Trainings, ggf. Zwischenfälle, Besonderheiten und Auffälligkeiten körperlicher und geistiger Art aufzunehmen waren.

3.2.3 Studienprotokoll

Im Protokollablauf der Studie wird als erstes das Trainingsprogramm vorgestellt.

Trainingsvorgaben und Trainingsgerät

Obwohl die AMERICAN Geriatrics society et al. (2001) in ihren Richtlinien für die Sturzprävention für ältere Menschen schreibt, dass „obwohl die Prävention viele bewiesene Vorteile aufzuweisen hat, bleibt der optimale Präventionstyp, was Dauer und Intensität der Übungen zur Sturzprophylaxe angeht, unklar“ (S. 668), so wurde mit den Probanden ein klares, eindeutiges und unmissverständliches Trainingsprogramm vereinbart, über das ein Protokoll geführt werden musste.

Alle Teilnehmer trainierten mit einem Handkrafttrainingsgerät der Marke Energetics, dessen runde Griffe mit einem ca. 5mm starken Schaumstoffröhrchen gepolstert waren und somit bequem von den Händen, gleich welcher Größe, aufgenommen werden konnten.

Die Zwischenuntersuchungen fanden exakt nach vier, acht, zwölf und 26 Wochen sowie nach einem Jahr die vorläufige Abschlussuntersuchung statt. Es gab keinerlei Aus-, noch sonstige Zwischenfälle.

3.2.4 Equipment und Messungen

Equipment

Es wurde ein Vitalitätsdiagnostikgerät der Fa. Ageon Bj. 2003, Seriennummer 01004, mit einer Spannung von 100-240 Vac/50-60 Hz und einer Leistungsaufnahme von 100 VA verwendet.

Um Ergebnisverfälschungen zu vermeiden, wurde darauf geachtet, dass das komplette Gerät bei einer Umgebungstemperatur von etwa 20 Grad Celsius und einem Luftdruck von 700-1060 hPa und einer Feuchtigkeit von 10-100% gelagert und transportiert wurde.

Das Gerät war ausgestattet mit einem integrierten 15'' TFT Display mit Touch Screen Panel, Ladestationen, Funkdatenübertragung, ISDN Modem und lüfterlosem System.

PC-Spezifikationen:

VIA Eden 667 MHz mit extrem niedriger Leistungsaufnahme, Arbeitsspeicher 128 MB RAM, Festplatte HDD 40 GB und IDE CD-ROM-Laufwerk.

Dokumentation:

Eine grafische und numerische Datenausgabe war auf einem Farbdrucker möglich. Alle Testergebnisse wurden in der Patientendatenbank gespeichert.

Software:

Betriebssystem Microsoft Windows XP Professional, ageon Anwendungs- und Auswertungssoftware, automatische interaktive audiovisuelle Benutzerführung, automatisches Lademanagement, Patientendatenbank, PC Anywhere Host Edition.

Sensor:

Kombinationssensor mit Wechselhandgriffen (klein/groß), Messbereich für die Handkraft 0-50 N.

Die gesetzlichen Schutzbestimmungen und Standards zur Emission, zur elektrischen Sicherheit für elektrische medizinische Geräte, zur Störaussendung und Störfestigkeit wurden nach CE-Kennzeichnung eingehalten.

Die Testperson umfasst mit der jeweiligen Hand den Sensor und drückt mit den Fingern den Griff herunter. Die Handkraft wirkt auf zwei elektronische Aufnehmer, die die Kraft exakt in Newton ($1\text{ N}=1\text{ kg m/s}^2$) messen. Für die Auswertung wurde nur der höchste gemessene Wert festgehalten. Zusätzlich wurde eine Kraftkurve dargestellt. Die Sollwerte wurden aus der bereits dargestellten Literatur adaptiert. Der Sensor wurde nach Abschluss des Tests wieder in die Lademulde zurückgesteckt.

Skalierung: N ($1\text{ N} = 1\text{ kg m/s}^2$)

Validität:

In der Vergangenheit wurden Kraftmessgeräte mit pneumatischem, mit Feder- und hydraulischem Prinzip getestet. Es wurde festgestellt, dass allein das hydraulische System, wie im Ageon verbaut, die Kraft misst (vgl. MATHIOWETZ et al. 1984, 1985, 1990), während die anderen lediglich den Druck des Griffes messen, aber nicht dessen Kraft (vgl.

die Übersicht der Versuchsbedingungen bei RICHARDS & PALMITER-THOMAS 1996, S. 87-109).

Eine **Standardmessposition** für die Probanden, wie diese von der American Society of Hand Therapists und der American Society for Surgery of the Hand gefordert wird, wurde eingehalten:

In aufrechter Körperhaltung gegen die Rückenlehne eines Stuhles gelehnt sitzen,
die Füße flach und vollständig aufstehend auf dem Fußboden, die Knie hüftbreit geöffnet
die Schulter in neutraler lockerer Position,
die Arme nicht aufgestützt,
die Ellbogen 90 Grad angewinkelt,
der Unterarm in neutraler Rotation,
das Handgelenk 0-30 Grad in Dorsalflexion und 0-15 Grad ulnarabweichend (vgl. hierzu u.a. MATHIOWETZ et al. 1984).

Der Patient führte drei Messversuche durch mit der dominanten (hier bei allen Probanden zuerst mit der rechten Hand) und dann mit der nichtdominanten Hand; der jeweils zweite Versuch wurde gewertet (vgl. zur Reliabilität: MATHIOWETZ et al. 1984, 1985, 1990 sowie HAMILTON et al. 1994 und ROBERTSON et al. 1993 fanden in ihren Untersuchungen übereinstimmend, dass bei drei vorgenommenen Versuchen der jeweils zweite Versuch zu werten ist).

Durchführung der Messungen

Nachdem alle notwendigen Vorbereitungen getroffen waren, wurde das Gerät mit einem Kippschalter an der Geräterückseite geräuscharm eingeschaltet. Das System startet selbständig in das Testprogramm. Danach wurde der Handkraft-Sensor hochgeklappt, der sich in der Ablagemulde befand, bis er eingerastet war. Nun wurde das Gerät für den Untersuchungstag kalibriert. Die Kalibrierung musste immer vor jeder Untersuchung durchgeführt werden, damit sich keine Ergebnisverfälschungen ergeben konnten.

Die persönlichen Daten des Probanden wie Name, Vorname (aus Datenschutzgründen wurden nur die jeweiligen Anfangsbuchstaben eingegeben), Geschlecht, Geburtsdatum, Größe in cm und Gewicht in kg sowie Links-/Rechtshändereigenschaft durch Betätigen der eingeblendeten Tastatur auf dem Touchscreen-Bildschirm eingegeben.

Ausgewählt wurde statt des automatischen Testablaufs direkt der Handkrafttest, da nur das Einzelergebnis angestrebt wurde. Der Sensor wurde zum Messen der Handkraft senkrecht ohne Gewalt aus der Sensorhalterung gezogen.

Der Proband nahm den aktiv blinkenden Sensor in die rechte Hand, so dass er optimalen Druck auf die Fingergrifffläche ausüben konnte. Gegebenenfalls wurde der Kunststoffhandgriff entsprechend der Handgröße des Probanden ausgetauscht. Hierzu wurde der Griffbügel durch kräftigen Zug vom metallenen Sensor entfernt und der für den Probanden geeignete Handgriff mit festem Druck aufgesteckt.

Über die Schaltfläche ‚Einführung‘ wurde der Proband in den Übungsablauf eingeführt. Im anschließenden Modus konnte der Test einmal eingeübt werden, bevor dann jeweils mit der dominanten – hier bei allen Probanden die rechte Hand – und dann nach einer kleinen Pause mit der linken Hand insgesamt jeweils drei Versuche durchgeführt wurden, von denen der zweite gewertet und als Maximalkraftwert vom PC-Programm ausgeworfen wurde.

Da der Kunststoffhandgriff beweglich gelagert ist, kam es darauf an, diesen so fest wie möglich mit dem Handgriff zusammenzudrücken. Entscheidend bei diesem Test war nicht die Dauer des Drucks, sondern ausschließlich die Maximalkraft, die auf den Sensorbügel ausgeübt wurde. Entsprechend fand nur dieser Maximalwert der dargestellten Kurve Berücksichtigung in der Berechnung dieses Vitalparameters Handkraft.

Die Probanden wurden aufgefordert, den Sensor kurz und so kräftig wie möglich zusammenzudrücken. Ein langer, aber nicht kräftiger Druck hätte das Ergebnis verschlechtert. Im Schaubild ‚Handkraft‘ konnte das Ergebnis anhand eines Druck-Zeit-Diagramms veranschaulicht werden. Dieses wurde für die rechte und die linke Hand jeweils gesondert dargestellt.

3.2.5 Statistische Verfahren

Training und Leistungsveränderungen gehören zu den zentralen Phänomenen im Sport. Aufgabe der empirischen Forschung ist es zu überprüfen, ob sich die behaupteten Veränderungen nachweisen lassen. Die schließende Statistik hat zudem das Ziel, zu entscheiden, ob in Stichproben beobachtete Veränderungen verallgemeinert werden können oder nicht. Allgemein lautet die Fragestellung für Veränderungsmessungen, ob Veränderungen eines Merkmals, die bei einer Stichprobe zu unterschiedlichen Zeitpunkten gemessen worden sind, signifikant und damit übertragbar auf die Allgemeinheit sind oder nicht. Da es sich bei den hier erhobenen Daten um intervallskalierte, normal verteilte Variablen handelt, ist der T-Test für gepaarte, abhängige (korrelierende) Stichproben der geeignete Test für die dargestellten Problemstellungen. Statistisch geht es um die Untersuchung einer Variablen (Handkraft) an einer Gruppe von Probanden unter zwei

verschiedenen Bedingungen, d.h. es geht um den Vergleich der Variablen, die vor und nach den Trainingsphasen gemessen wurden.

Anhand der Prüfgröße t lässt sich berechnen, ob die Mittelwertdifferenz signifikant von null abweicht.

Es wurden die Probanden zunächst vor Aufnahme des Ausdauertrainings gemessen, dann nach acht Wochen und nach einem halben Jahr. Verglichen werden nun im T-Test die Anfangsmessergebnisse mit denen der ersten und mit denen der zweiten Untersuchung.

Die Grundlage für die Prüfung von Unterschieden bei abhängigen Stichproben bildet die Verteilung der Differenzen zwischen den beiden Messreihen. Zu entscheiden ist, ob die durchschnittliche Differenz zwischen den Messreihen groß genug ist, um von einer signifikanten Verbesserung der Handkraft und in der Folge von einem signifikanten Unterschied der Ausgangsverteilungen sprechen zu können.

Da es nicht um die Untersuchung von mehr als zwei Variablen in mindestens zwei Gruppen geht, wird auf den Bonferonikorrekturfaktor verzichtet. Das statistische Signifikanzniveau wird für alle Analysen auf $p < 0.05$ festgelegt, wobei $p > 0,05$ nicht signifikant, $p < 0,05$ schwach signifikant, $p < 0,01$ signifikant und $p < 0,001$ hoch signifikant ist (vgl. hierzu: BORTZ 1999, S. 114; WILLIMCZIK 1993, S. 93ff).

Zur Überprüfung einer signifikanten Unterscheidung von null wird der T-Test verwendet. Der gesamten statistischen Auswertung liegt das SPSS-Programm der Version 14.0 zugrunde.

Das Prüfverfahren

Die Verteilung der Differenzen (d) zwischen den Messreihen, über die die Verbesserung definiert ist, bildet die Grundlage für die Prüfung von Unterschieden bei abhängigen Stichproben. Zu entscheiden ist, ob die durchschnittliche Differenz (d) zwischen den Messreihen var0001/var0002, var0001/var0003, var0001/0004, var0005/var0006, var0005/var0007, var0005/var0008, var0001/var0009, var0001/var0011, var0005/var0010 und var0005/var0012 groß genug ist, um von einer signifikanten Verbesserung und in der Folge von einem signifikanten Unterschied der Ausgangsverteilungen sprechen zu können. Zu prüfen ist, ob eine Stichprobe (von Differenzen) mit dem Mittelwert (d) zu einer Grundgesamtheit zu zählen ist oder nicht.

3.3 Ergebnisse

Alle 19 Männer beendeten die einjährige Trainingsphase ohne Zwischenfälle und trainieren auch weiterhin.

3.3.1 Deskriptive Ergebnisse und Statistik bei gepaarten Stichproben

Bevor die Untersuchungsergebnisse im Einzelnen dargelegt werden, sei kurz auf die Altersstruktur und die beruflichen Tätigkeiten der Probanden eingegangen.

Wie bereits oben erwähnt, handelt es sich um 19 ($n = 19$) 65-69-jährige Männer, von denen jeweils drei 65, 66 und 67 Jahre alt waren, vier waren 68 und sechs 69 Jahre alt (Abb. 12).

Das Durchschnittsalter betrug 67,4 Jahre.

Alle Teilnehmer waren verrentet bzw. pensioniert. Dreizehn Personen waren ehemalige Beamte aus verschiedenen Ministerien, jeweils einer war Arzt, Bäcker, Maurer, Kaufmann, Bankangestellter und Versicherungsmakler.

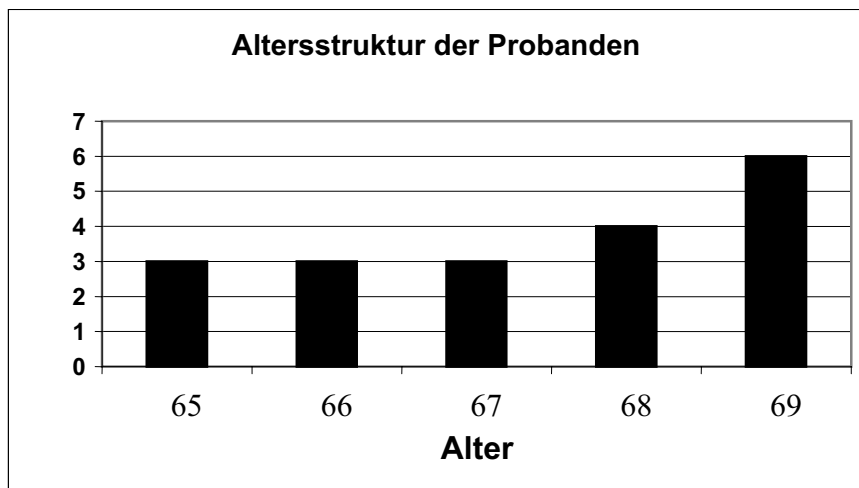


Abb. 12: Altersstruktur der Probanden

3.3.2 Messergebnisse

- Var0001 - Handkraft (in N) links zu Beginn
- Var0002 - Handkraft (in N) links nach 4 Wochen
- Var0003 - Handkraft (in N) links nach 8 Wochen
- Var0004 - Handkraft (in N) links nach 12 Wochen
- Var0005 - Handkraft (in N) rechts zu Beginn
- Var0006 - Handkraft (in N) rechts nach 4 Wochen
- Var0007 - Handkraft (in N) rechts nach 8 Wochen
- Var0008 - Handkraft (in N) rechts nach 12 Wochen
- Var0009 - Handkraft (in N) links nach 26 Wochen
- Var0010 - Handkraft (in N) rechts nach 26 Wochen
- Var0011 - Handkraft (in N) links nach einem Jahr
- Var0012 - Handkraft (in N) rechts nach einem Jahr

Die einzelnen Werte sind im Anhang in Tabellen 2 und 3 zu finden.

3.3.2.1 Deskriptive Statistik

a) Werte Handkraft links nach 4 Wochen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Handkraft links Anfang	19	210,10	304,80	266,5947	27,80932
Handkraft links nach 4 Wochen	19	220,60	313,90	276,9789	25,34041

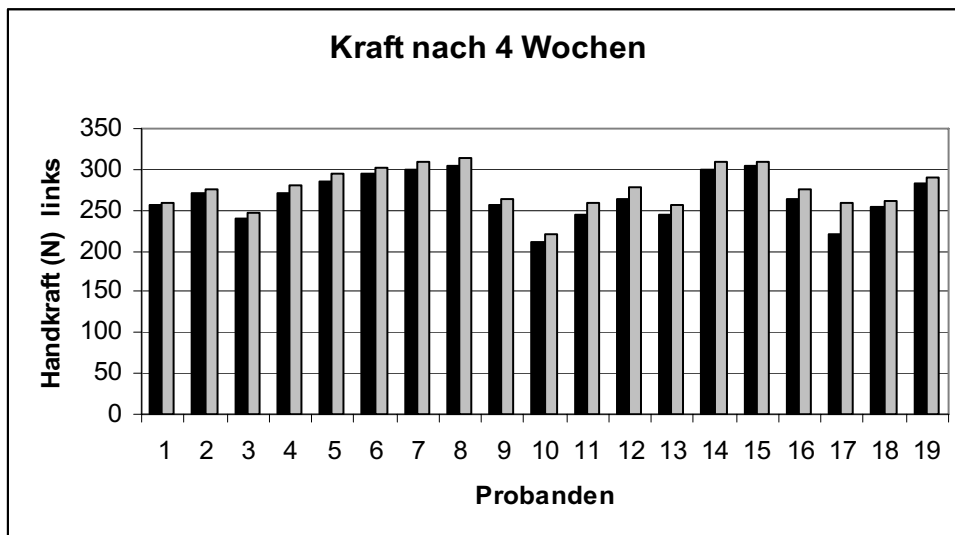


Abb. 13: Kraft der linken Hand am Anfang (schwarz) und nach 4 Wochen (grau)

b) Werte Handkraft rechts nach 4 Wochen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Handkraft rechts Anfang	19	245,90	325,90	295,5158	21,98543
Handkraft rechts nach 4 Wochen	19	263,70	338,90	312,1158	19,88602

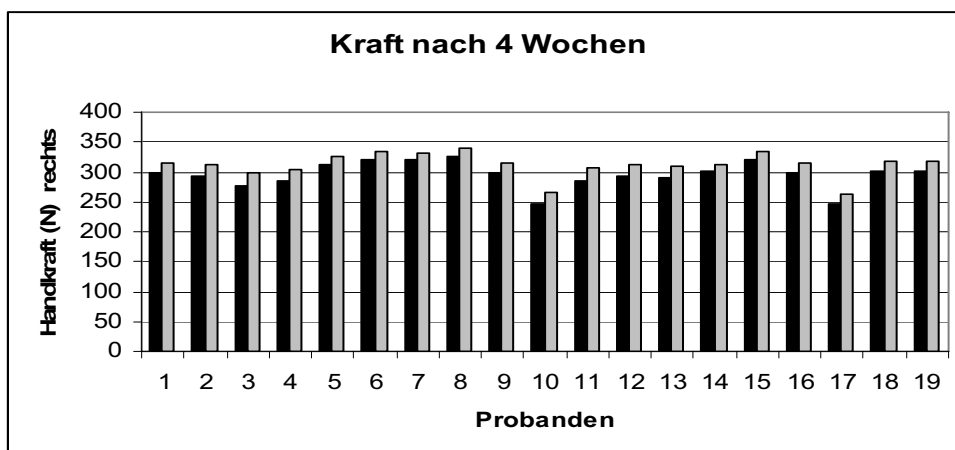


Abb. 14: Kraft der rechten Hand am Anfang (schwarz) und nach 4 Wochen (grau)

c) Werte Handkraft links nach 8 Wochen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Handkraft links Anfang	19	210,10	304,80	266,5947	27,80932
Handkraft links nach 8 Wochen	19	229,40	326,00	285,9053	25,54174

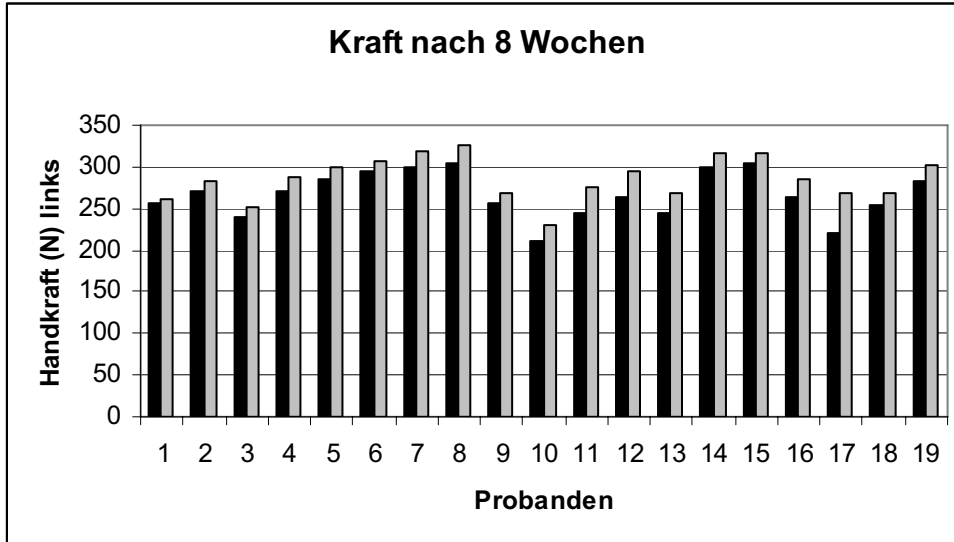


Abb. 15: Kraft der linken Hand am Anfang (schwarz) und nach 8 Wochen (grau)

d) Werte Handkraft rechts nach 8 Wochen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Handkraft rechts Anfang	19	245,90	325,90	295,5158	21,98543
Handkraft rechts nach 8 Wochen	19	276,80	352,50	327,6158	19,05615

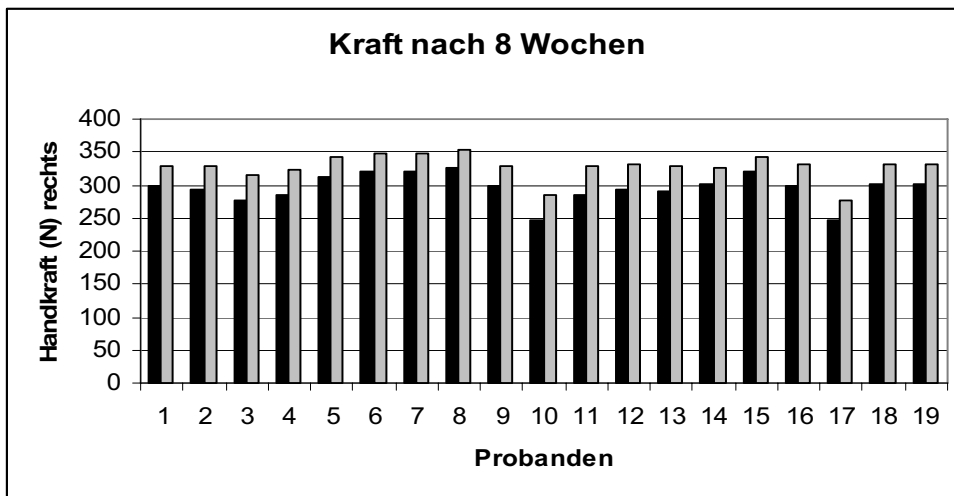


Abb. 16: Kraft der rechten Hand am Anfang (schwarz) und nach 8 Wochen (grau)

e) Werte Handkraft links nach 12 Wochen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Handkraft links Anfang	19	210,10	304,80	266,5947	27,80932
Handkraft links nach 12 Wochen	19	237,40	334,10	293,5379	26,48264

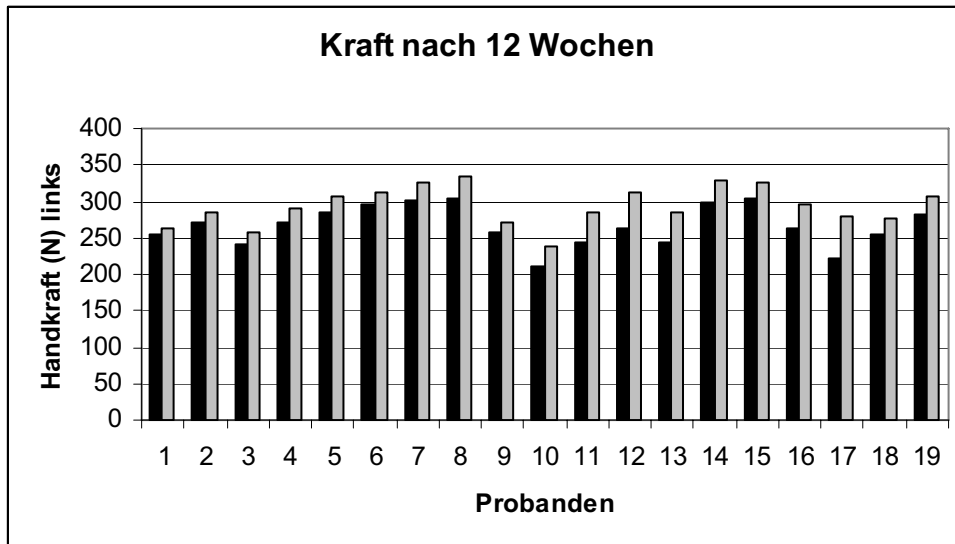


Abb. 17: Kraft der linken Hand am Anfang (schwarz) und nach 12 Wochen (grau)

f) Werte Handkraft rechts nach 12 Wochen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Handkraft rechts Anfang	19	245,90	325,90	295,5158	21,98543
Handkraft rechts nach 12 Wochen	19	293,30	359,50	340,2237	17,78184

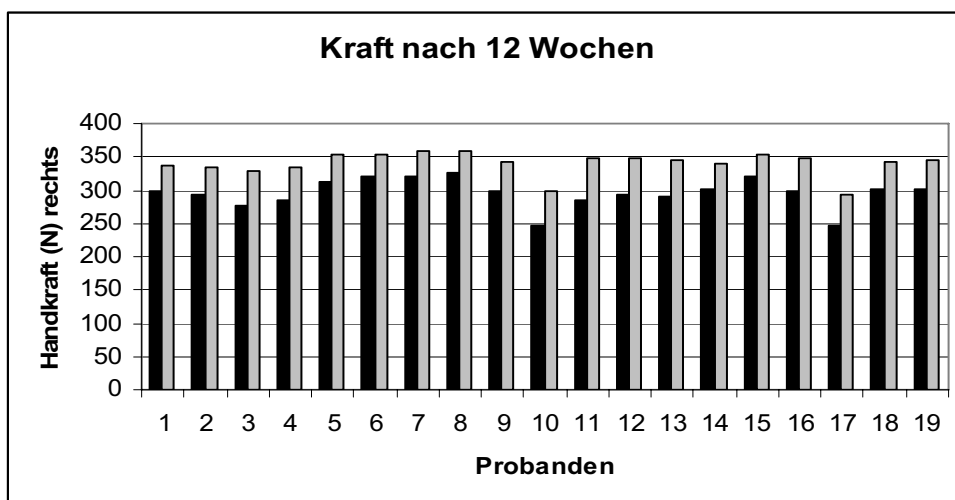


Abb. 18: Kraft der rechten Hand am Anfang (schwarz) und nach 12 Wochen (grau)

g) Werte Handkraft links nach einem halben Jahr

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Handkraft links Anfang	19	210,10	304,80	266,5947	27,80932
Handkraft links nach ½ Jahr	19	244,50	347,80	301,6526	28,47824

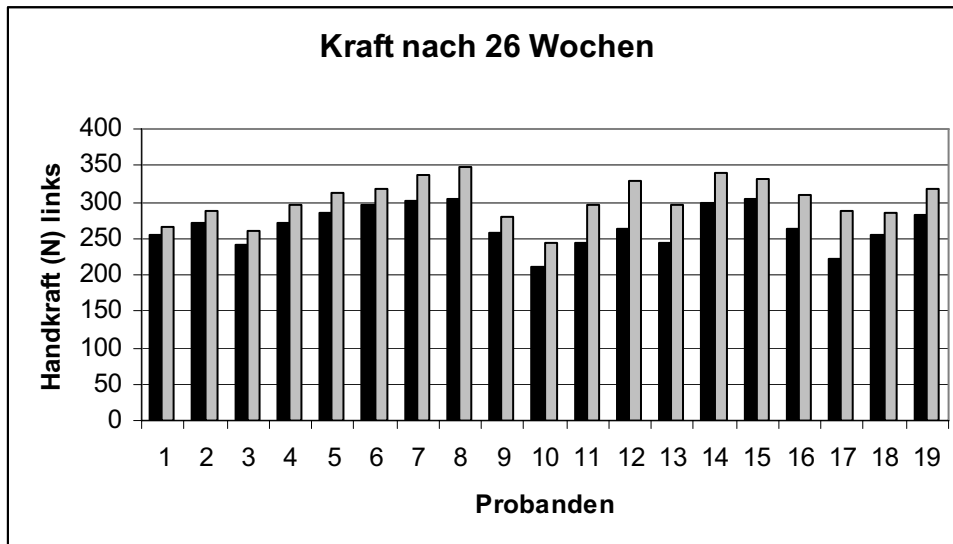


Abb. 19: Kraft der linken Hand am Anfang (schwarz) und nach 26 Wochen (grau)

h) Werte Handkraft rechts nach einem halben Jahr

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Handkraft rechts Anfang	19	245,90	325,90	295,5158	21,98543
Handkraft rechts nach ½ Jahr	19	306,10	368,50	348,2842	17,25879

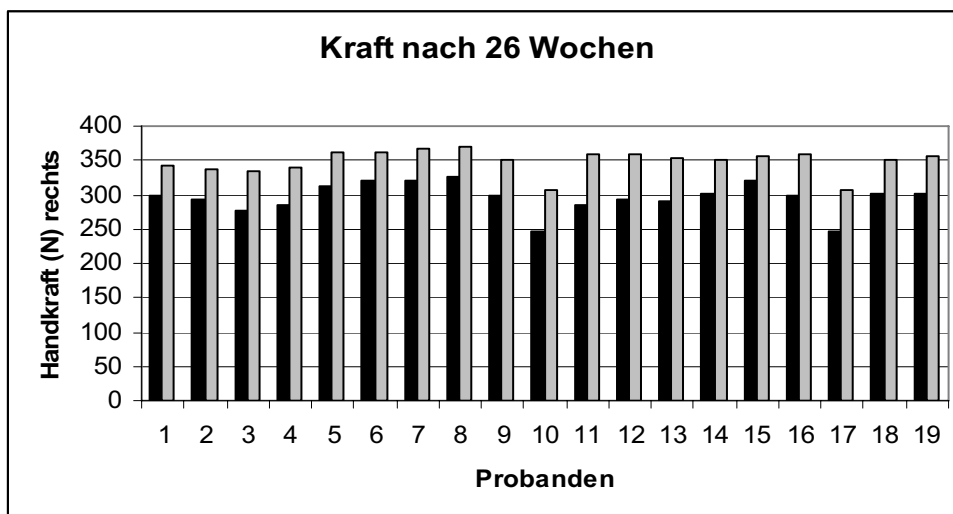


Abb. 20: Kraft der rechten Hand am Anfang (schwarz) und nach 26 Wochen (grau)

i) Werte Handkraft links nach einem Jahr

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Handkraft links Anfang	19	210,10	304,80	266,5947	27,80932
Handkraft links nach 1 Jahr	19	249,10	354,80	306,3368	29,39679

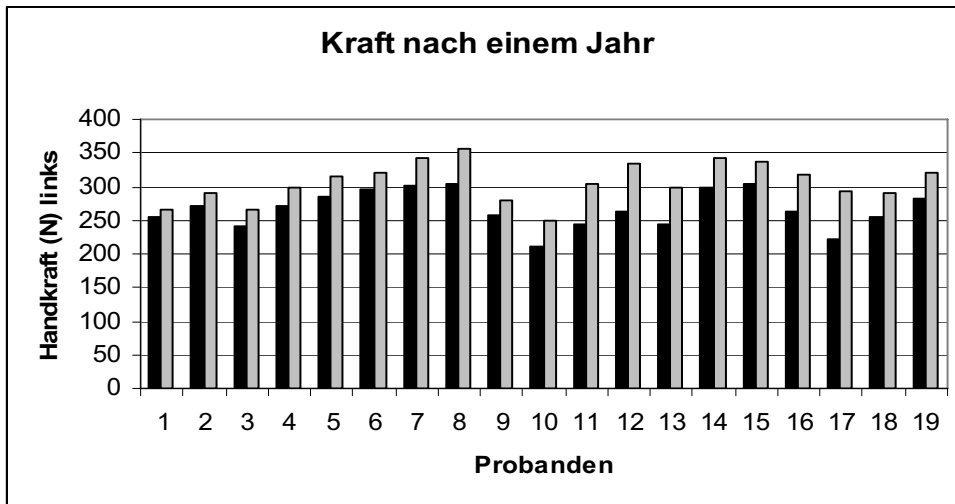


Abb. 21: Kraft der linken Hand am Anfang (schwarz) und nach einem Jahr (grau)

k) Werte Handkraft rechts nach einem Jahr

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Handkraft rechts Anfang	19	245,90	325,90	295,5158	21,98543
Handkraft rechts nach 1 Jahr	19	308,50	369,00	349,0842	16,75723

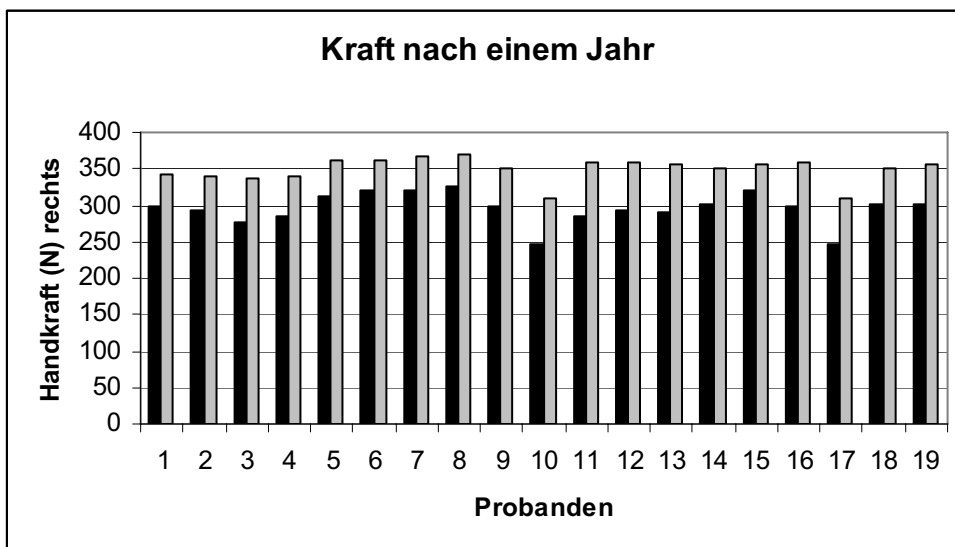


Abb. 22: Kraft der rechten Hand am Anfang (schwarz) und nach einem Jahr (grau)

3.3.2.2 Korrelationen

a) Handkraft links nach 4 Wochen

		VAR00001	VAR00002
Handkraft links Anfang	Korrelation nach Pearson	1	,969(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft links nach 4 Wochen	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

b) Handkraft rechts nach 4 Wochen

		VAR00005	VAR00006
Handkraft rechts Anfang	Korrelation nach Pearson	1	,993(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft rechts nach 4 Wochen	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

c) Handkraft links nach 8 Wochen

		VAR00001	VAR00003
Handkraft links Anfang	Korrelation nach Pearson	1	,940(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft links nach 8 Wochen	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

d) Handkraft rechts nach 8 Wochen

		VAR00005	VAR00007
Handkraft rechts Anfang	Korrelation nach Pearson	1	,969(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft rechts nach 8 Wochen	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

e) Handkraft links nach 12 Wochen

		VAR00001	VAR00004
Handkraft links Anfang	Korrelation nach Pearson	1	,895(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft links nach 12 Wochen	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

f) Handkraft rechts nach 12 Wochen

		VAR00005	VAR00008
Handkraft rechts Anfang	Korrelation nach Pearson	1	,932(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft rechts nach 12 Wochen	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

g) Handkraft links nach 26 Wochen

		VAR00001	VAR00009
Handkraft links Anfang	Korrelation nach Pearson	1	,845(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft links nach 26 Wochen	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

h) Handkraft rechts nach 26 Wochen

		VAR00005	VAR00010
Handkraft rechts Anfang	Korrelation nach Pearson	1	,895(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft rechts nach 26 Wochen	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

i) Handkraft links nach einem Jahr

		VAR00001	VAR00011
Handkraft links Anfang	Korrelation nach Pearson	1	,819(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft links nach 1 Jahr	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

k) Handkraft rechts nach einem Jahr

		VAR00005	VAR00012
Handkraft rechts Anfang	Korrelation nach Pearson	1	,892(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft rechts nach 1 Jahr	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

**Verbesserungen der Handkraft links und rechts im Vergleich von 12 Wochen und einem Jahr
Und von 26 Wochen und einem Jahr**

Handkraft links 12 Wochen und 1 Jahr

		VAR00004	VAR00011
Handkraft links nach 12 Wochen	Korrelation nach Pearson	1	,984(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft links nach 1 Jahr	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Handkraft rechts 12 Wochen und 1 Jahr

		VAR00008	VAR00012
Handkraft rechts nach 12 Wochen	Korrelation nach Pearson	1	,987(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft rechts nach 1 Jahr	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

**Handkraft links 26 Wochen und einem Jahr
Korrelationen**

		VAR00009	VAR00011
Handkraft links nach 26 Wochen	Korrelation nach Pearson	1	,997(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft links nach 1 Jahr	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

**Handkraft rechts 26 Wochen und einem Jahr
Korrelationen**

		VAR00010	VAR00012
Handkraft rechts nach 26 Wochen	Korrelation nach Pearson	1	,999(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N		19
Handkraft rechts nach 1 Jahr	Korrelation nach Pearson		1
	Signifikanz (2-seitig)		
	N		19

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

3.3.2.3 Prüfgröße t

a) Test bei gepaarten Stichproben: Handkraft links nach 4 Wochen

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
	Handkraft links Anfang	266,5947	19	27,80932	6,37990
	Handkraft links nach 4 Wochen	276,9789	19	25,34041	5,81349

Test bei gepaarten Stichproben

Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)	
Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler Mittelwert	95% Konfidenzintervall der Differenz				
			Untere	Obere			
10,38421	7,01960	1,61041	13,76755	7,00087	6,448	18	,000

b) Test bei gepaarten Stichproben: Handkraft rechts nach 4 Wochen

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
	Handkraft rechts am Anfang	295,5158	19	21,98543	5,04380
	Handkraft rechts nach 4 Wochen	312,1158	19	19,88602	4,56216

Test bei gepaarten Stichproben

Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
			Untere	Obere			
16,60000	3,25372	,74645	18,16824	15,03176	22,238	18	,000

c) Test bei gepaarten Stichproben: Handkraft links nach 8 Wochen

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
	Handkraft links Anfang	266,5947	19	27,80932	6,37990
	Handkraft links nach 8 Wochen	285,9053	19	25,54174	5,85968

Test bei gepaarten Stichproben

Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
			Untere	Obere			
19,31053	9,49531	2,17837	23,88712	14,73393	8,865	18	,000

d) Test bei gepaarten Stichproben: Handkraft rechts nach 8 Wochen

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
	Handkraft rechts Anfang	295,5158	19	21,98543	5,04380
	Handkraft rechts nach 8 Wochen	327,6158	19	19,05615	4,37178

Test bei gepaarten Stichproben

Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
			Untere	Obere			
32,10000	5,86316	1,34510	34,92596	29,27406	23,864	18	,000

e) Test bei gepaarten Stichproben: Handkraft links nach 12 Wochen

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
	Handkraft links Anfang	266,5947	19	27,80932	6,37990
	Handkraft links nach 12 Wochen	293,5379	19	26,48264	6,07553

Test bei gepaarten Stichproben

Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
			Untere	Obere			
26,94000	12,51878	2,87200	32,97000	20,90000	9,381	18	,000

f) Test bei gepaarten Stichproben: Handkraft rechts nach 12 Wochen

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
	Handkraft rechts Anfang	295,5158	19	21,98543	5,04380
	Handkraft rechts nach 12 Wochen	340,2237	19	17,78184	4,07943

Test bei gepaarten Stichproben

Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
			Untere	Obere			
44,70000	8,43943	1,93614	48,77000	40,64000	23,090	18	,000

g) Test bei gepaarten Stichproben: Handkraft links nach 26 Wochen

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
	Handkraft links Anfang	266,5947	19	27,80932	6,37990
	Handkraft links nach 26 Wochen	301,6526	19	28,47824	6,53336

Test bei gepaarten Stichproben

Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
			Untere	Obere			
35,05000	15,66072	3,59282	42,60000	27,50000	9,750	18	,000

h) Test bei gepaarten Stichproben: Handkraft rechts nach 26 Wochen

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
	Handkraft rechts Anfang	295,5158	19	21,98543	5,04380
	Handkraft rechts nach 26 Wochen	348,2842	19	17,25879	3,95944

Test bei gepaarten Stichproben

Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
			Untere	Obere			
52,76000	10,11891	2,32144	57,64000	47,89000	22,730	18	,000

i) Test bei gepaarten Stichproben: Handkraft links nach einem Jahr

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
	Handkraft links Anfang	266,5947	19	27,80932	6,37990
	Handkraft links nach 1 Jahr	306,3368	19	29,39679	6,74409

Test bei gepaarten Stichproben

Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
			Untere	Obere			
39,71400	17,25628	3,95886	48,05.	31,42000	10,030	18	,000

k) Test bei gepaarten Stichproben: Handkraft rechts nach einem Jahr

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
	Handkraft rechts Anfang	295,5158	19	21,98543	5,04380
	Handkraft rechts nach 1 Jahr	349,0842	19	16,75723	3,84437

Test bei gepaarten Stichproben

Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)	
Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
			Untere	Obere			
53,56000	10,33253	2,37044	58,54000	48,58000	22,590	18	,000

Für die zu erfüllenden Anwendungsvoraussetzungen für abhängige Stichproben wird neben der Intervallskalierung der Variablen eine annähernde Normalverteilung der Differenzen (d) gefordert. Diese waren gegeben.

Die Verbesserung der Handkraft links von 5065,3 N (Summe der 19 Messwerte der Probanden am Anfang) auf 5262,6 N (Summe der 19 Messwerte nach 4 Wochen) führt zu einem t-Wert von 6,448. Zu entscheiden ist, ob diese Verbesserung groß genug ist, um verallgemeinernd sagen zu können, ein Handkrafttraining in der geschilderten Form ist effektiv genug, die Handkraft zu verbessern. Die Absicherung erfolgt auf dem 1%-Niveau. Da weiterhin davon ausgegangen wird, dass sich die Probanden in jedem Fall verbessert haben, wird die einseitige Fragestellung gewählt. Für $\alpha = 1\%$ und $f = 18$ für die einseitige Fragestellung ergibt sich ein kritischer Wert $t_{0,01;18} = 2,55$ (vgl. die Tabelle bei BORTZ, S. 768-772).

Da $6,448 > 2,55$ ist, fällt die statistische Entscheidung zugunsten der Alternativhypothese aus. Es kann mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1% angenommen werden, dass ein Handkrafttraining in der dargestellten Form bei 65-69-jährigen KHK-erkrankten Männern bereits nach vier Wochen zu einer signifikanten Verbesserung der Kraft der linken Hand führt (Abb. 13).

Da auch die anderen t-Werte mit $t = 8,865$ bzw. $t = 9,381$, $t = 9,758$, $t = 22,590$, $t = 10,030$, $t = 22,730$, $t = 9,750$, $t = 23,090$ und $t = 9,381$ ebenfalls zum großen Teil deutlich größer sind

als der kritische Wert von 2.55, kann behauptet werden, dass ein derartiges Handkrafttraining sowohl nach vier, acht, zwölf und 26 Wochen sowie nach einem Jahr zu signifikanten Verbesserungen der Handkräfte führt.

Die Korrelationsberechnungen ergeben mit $r = .969$, $r = .993$, $r = .940$, $r = .969$, $r = .895$, $r = .932$, $r = .845$, $r = .895$, $r = .819$, und $r = .892$ für die Kohorte der 65-69-jährigen Männer nach vier, acht, zwölf und 26 Wochen sowie einem Jahr einen hohen Zusammenhang.

3.4 Ergebnisdiskussion

In der Diskussion der Studienergebnisse werden zunächst die Stichproben analysiert.

3.4.1 Stichprobenanalyse

Die Verbesserungen der Handkräfte weisen darauf hin, dass die vorgegebenen Trainingsparameter ausreichen. Das beschriebene Handkrafttrainingsgerät wurde deshalb ausgewählt, weil sich die Probanden mit diesem sehr wohl fühlten und gern damit arbeiteten. Es musste auch darauf geachtet werden, dass nicht etwa die Trainingsgeräte ausgetauscht wurden, da nach HOLLMANN solche Untersuchungen immer mit sportartgleichen und –spezifischen Belastungsstrukturen und –geräten durchgeführt werden sollen (vgl. 1986, S. 313f.).

Die erhobenen Daten lassen zudem folgende Schlüsse zu:

1. Es können für alle Probanden bereits nach vier Wochen Verbesserungen festgestellt werden, die allerdings links (Abb. 13) weniger deutlich ausfallen als rechts (Abb. 14).
2. Alle Probanden waren Rechtshänder; die Handkräfte ihrer linken Hände waren bei allen teilweise deutlich niedriger als die Kräfte der rechten Hände. Weder der Bäcker noch der Maurerpolier hatten außergewöhnlich hohe Kraftwerte – was man hätte aufgrund ihrer Berufe vermuten können - zumal es sich bei den beruflichen Tätigkeiten der übrigen Probanden um wenig körperlich anstrengende Tätigkeiten handelte.
3. Die Verbesserungen der Handkraft links nach vier Wochen liegen im Durchschnitt etwa um 3,5 %, der Handkraft rechts bei 5,7 %; nach acht Wochen links (Abb. 15) bei ca. 3,2 % und rechts bei exakt 5% im Durchschnitt (Abb. 16). Hier ist festzustellen, dass die Verbesserungen der linken Handkraft weniger deutlich ausfallen als bei der rechten Hand, und sich die Verbesserungen nach acht Wochen etwas geringfügiger darstellen als nach vier Wochen. Der höchste Kraftzuwachs lag bei 8% für die rechte Hand nach vier Wochen, der geringste bei 1,5% im gleichen Zeitraum für die linke Hand. Nach acht Wochen lagen der höchste Zuwachs bei 7% für die rechte Hand und der geringste bei 1% für die linke Hand.

Die Messungen nach zwölf (Abb. 17 u. 18), 26 (Abb. 19 u. 20) und 52 Wochen (Abb. 21 u. 22) ergaben folgendes Bild: Bis auf Proband Nr. 16 (ca. 4 % Kraftzunahme) nahmen bei allen Probanden die Kraftzuwächse im Laufe des Jahres tendenziell ab, wobei der geringste Kraftzuwachs bei 0,5 % (jeweils nach 12, 26 und 52 Wochen) und der höchste bei ca. 5 % (nach 26 Wochen) bzw. 4% (nach einem Jahr) lagen.

Mit $r = .984$ (links) bzw. $r = .987$ (rechts) besteht beim Vergleich der Werte nach 12 Wochen und einem Jahr ein hoher Zusammenhang, der mit $r = .997$ (links) bzw. $r = .999$ (rechts) beim Vergleich der Werte nach 26 Wochen und einem Jahr nochmals geringfügig übertroffen wird. Die Nachmessungen erfolgten am gleichen Wochentag, zur gleichen Uhrzeit, allerdings nicht zur gleichen Jahreszeit. Insofern liegen nicht exakt die gleichen Bedingungen in den Nachmessungen wie zur Eingangsuntersuchung vor. Allerdings wurde darauf geachtet, dass das Gerät am gleichen Ort mit den gleichen Raumtemperaturen aufgestellt wurde wie bei der Eingangsuntersuchung.

Um eine größtmögliche Sicherheit der gewonnenen Daten zu gewährleisten, wurden die Probanden zu Anfang der ersten Untersuchung sehr gründlich und ausführlich in den Ablauf eingewiesen. Es wurden drei Messungen vorgenommen. Waren die Ergebnisse nicht zufrieden stellend, wurde eine weitere Dreifachmessung durchgeführt, von der jeweils die zweite in die Wertung aufgenommen wurde, um nahezu auszuschließen, dass der Proband zu lange, zu kurz oder zu wenig intensiv mitarbeitete.

3.4.2 Einzelfallanalyse

Wie schon weiter oben erwähnt, fielen die insgesamt niedrigeren Handkraftmesswerte, die bislang in den besprochenen Handkraftstudien gemessen wurden, für die hier untersuchte Alterskohorte auf, auch wenn in der vorliegenden Studie mit einem relativ neuen Messgerät gearbeitet wurde.

Die deutlichsten Verbesserungen erzielten die Probanden Nr. 10 und Nr. 11 mit jeweils 8% für die Kraft der rechten Hand nach vier Wochen (Abb. 14), nach acht Wochen lag der Wert bei 7% (Abb. 16);

der Proband Nr. 12 mit 6% für die der linken Hand mit 6% (Abb. 15). Die geringsten Verbesserungen waren bei Proband Nr. 6 mit knapp 4% für die rechte (nach acht Wochen ebenfalls knapp 4%) und Proband Nr. 1 mit 1,5% für die linke Hand zu verzeichnen. Für diesen Probanden gab es auch nach acht Wochen „nur“ eine Verbesserung der Handkraft links

von 1% (Abb. 15). Proband Nr. 15 konnte seine Handkraft rechts lediglich um 3 % verbessern (Abb. 16).

Proband Nr. 8 hatte die höchsten Anfangswerte mit 304,8 N (links) und 325,9 N (rechts).

Dagegen fiel Proband Nr. 10 mit sehr geringen Anfangswerten von 210,1 N bzw. 246,1 N auf, obwohl dieser nur ein Jahr älter war als Proband Nr.8. Beide Teilnehmer übten übrigens beruflich vorwiegend Bürotätigkeiten aus.

Der Proband Nr. 1 erreichte mit ca. 4% Kraftzuwachs den geringsten Wert für die linke Hand nach einem Jahr (Abb. 21), den höchsten Wert mit ca. 27% der Proband Nr. 12.

Der geringste Kraftzuwachs für die rechte Hand betrug bei Proband Nr. 15 ca. 11% (Abb. 22), der höchste dagegen 26% bei Proband Nr. 11.

Im Vergleich der gemessenen Kräfte nach 26 und 52 Wochen Training fällt auf, dass sich die Kräfte der linken Hand bei allen Probanden nochmals spür- und messbar verbesserten; dagegen zeigten sich keinerlei Verbesserungen der rechten Handkräfte bei Proband Nr. 16, lediglich 0,2 N bei den Probanden Nr. 4, 6, 7, 11, 15 sowie 0,3 N bei Proband Nr. 9 (Abb. 19,20,21,22).

Zum Problem der Mitarbeit der Probanden:

Der British Association of Hand Therapists und der American Society of Hand Therapists zufolge ist darauf zu achten, dass die Probanden eine ausreichende Flexion der Hände durchführen können, also z.B. nicht an Rheumatischer Arthritis leiden.

Außerdem sollen die Probanden nicht unter einer Kälteintoleranz leiden, da ansonsten der kalte Aluminium-Handgriff deren Schmerzen möglicherweise noch verstärken könnte.

Dieses Problem war aber nahezu ausgeschlossen, da die Messungen ausschließlich in auf Zimmertemperatur beheizten Räumlichkeiten durchgeführt wurden und das komplette Gerät immer unter nahezu konstanten Zimmertemperaturen zwischen 22-24 Grad Celsius aufbewahrt wurde (vgl. hierzu : MATHIOWETZ et al. 1984, 1985, 1990 sowie HAMILTON et al. 1994 und ROBERTSON et al. 1993).

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Bestimmung der Handkraft gibt eine relativ gesicherte Auskunft über den allgemeinen Zustand der Muskelkraft; sie stellt einen Indikator für das physische Leistungsvermögen des alternden Menschen dar (vgl. UENO et al. 2006, S. 92-101). Sie lässt zudem Rückschlüsse auf die Gesamtmuskelkraft des älteren Menschen zu, korreliert mit dem Ernährungszustand und kann für die Verlaufsbeurteilung Verwendung finden. Manuelle Fähigkeiten setzen eine ausreichende Handgriffstärke bei allen Verrichtungen des täglichen Lebens voraus. Eine

verminderte Handgriffstärke gilt als ein Anzeichen für generell verminderte Muskelkraft alter Menschen und korreliert daher stark mit deutlich erhöhtem Sturz- und Frakturrisiko, mit verminderter Selbsthilfefähigkeit und erhöhter Mortalität (vgl. HYATT et al. 1990, S. 330-336; PHILLIPPS 1986, S. 53-56; RANTANEN 2003, S. 3-8; UENO et al. 2006, S. 92-101). Sie lässt im Alternsverlauf kontinuierlich parabelförmig nach (vgl. KALLMAN et al. 1990, S. 82-88; HOCHSCHILD 1990, S. 187-214;). Auf Grund des einfachen Messverfahrens, das früher mit einem mechanischen Dynamometer (auch heute noch von einigen Wissenschaftlern favorisiert, vgl. ASHTON & MYERS 2004, S. 1-12) durchgeführt wurde, ist der Test in der klinischen Diagnostik und bei sportphysiologischen Untersuchungen eingeführt, z.B. durch den Groningen-Fitnesstest für Ältere über 55 Jahre (vgl. hierzu: LEMMINK et al. (1994). Die benutzten bzw. dem PC-Programm unterlegten Normwerte sowie die Untersuchungsmethoden sind ebenfalls ausreichend abgesichert worden (vgl. ASHFORD et al. 1996, S. 402-405; BASSEY & HARRIES 1993, S. 187-214; BASSEY 1998, S. 12-16; BALOGUN et al. 1991, S. 155-160; BALOGUN & ONIGBINDE 1992, S. 89-96; BOHANNON, R.W. 2005; CROSBY et al. 1994, S. 665-670; FIRRELL & CRAIN 1996, S. 397-401; HAMILTON et al. 1994, S. 163-170; HAMILTON-FAIRFAX 1995, S. 1819-1830; JANDA et al. 1987, S. 569-571; MATHIOWETZ et al. 1984, S. 222-226; McMURDO & RENNIE 1993, S. 11-15; NIEBUHR et al. 1994, S. 3-18; RATANEN et al. 1993, S. 514-517; RANTANEN et al. 1999, S. 558-560; RICHARDS & PALMITER-THOMAS 1996, S. 87-109; ROBINSON et al. 1993, S. 45-50).

Eine ausreichende Muskelkraft der Hände ist für die Vorbeugung und Vermeidung von Stürzen im Alter von eminenter Bedeutung, um wachsenden Einschränkungen, körperlicher Pflegebedürftigkeit, verminderter Selbsthilfefähigkeit und Bettlägerigkeit vorzubeugen und größtmögliche unabhängige Lebensqualität möglichst lange zu erhalten.

Die vorliegende Studie befasst sich unter den Aspekten einer Primärprävention mit der Verbesserung der Handkräfte durch ein gezieltes Handkrafttraining, welches ohne große zeitliche und/oder finanzielle Aufwendungen durchgeführt werden kann.

Die Probandengruppe bestand aus 19 65-69-jährigen herzerkrankten Männern mit einem Durchschnittsalter von 67,4 Jahren.

Die wesentlichen Ergebnisse lassen sich in sechs Punkten zusammenfassen:

1. Die vor allem zu Beginn des Handkrafttrainings gemessenen Werte in der ‚Bestandsaufnahme‘ der vorliegenden Muskelkräfte lagen in einem ähnlichen Wertebereich, wie dieser von GILBERTSON & BARBER-LOMAX (1994) festgestellt wurde: Ihre Untersuchungen mit einem Jamar Dynamometer ergaben für 65-69jährige Männer rechts

einen umgerechneten Minimalwert von 278,30 N, maximal wurden 513,35 N festgestellt; für die linke Hand ergaben sich eine Minimalhandkraft von 238,67 N und eine Maximalkraft 415,25 N (S. 486). In der vorliegenden Untersuchung wurden für die rechte Hand als Minimalkraft 245,1 N und für die linke Hand 210,1 N ermittelt. Der Maximalkraftwert lag rechts bei 325,9 N und links bei 304,8 N (Proband Nr. 8).

2. Die Widersprüche in den Behauptungen der DEUTSCHEN Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (2004, S. 23f.) „der Effekt eines Krafttrainings“ sei „schwach, so dass die Empfehlung zur Teilnahme an solchen Trainingsprogrammen nur unter Beachtung der Lebenssituation des Patienten ausgesprochen werden sollte (S.23) Und: Trainingsprogramme zur Reduzierung der Sturzprävalenz durch Steigerung der Kraft sind wirksam, wenn sie darauf zielen, in einzelnen funktionellen Muskelgruppen eine nachweisbare Steigerung der Kraft zu erzielen“ (S. 24) sind insofern aufgeklärt, als dass mit dieser Untersuchung feststeht, dass keinesfalls von schwachen Trainingseffekten in einzelnen funktionellen Muskelgruppen, hier der Hände, gesprochen werden kann, sondern dass bereits nach vier Wochen sich teilweise deutlich messbare Trainingseffekte zeigen.

3. Somit kann gesagt werden, dass das über 52 Wochen andauernde Training zur Handkräftesteigerung, welches von 65-69-jährigen herzerkrankten Männern absolviert wurde, in der Tat zu einer signifikanten Verbesserung der Handkräfte beiträgt. Dabei lässt sich der parabelförmig abnehmende Kraftverlust zumindest hinauszögern.

Somit kann ein derartiges Training einen nicht unerheblichen Beitrag zur Sturzprophylaxe älterer Menschen leisten. Damit gilt die Hypothese als belegt, der zufolge es möglich ist, mit relativ geringem (finanziellen) und trainingswissenschaftlichen Aufwand die Handkraft messbar so zu verbessern, damit für ältere Menschen unter Umständen bessere Möglichkeiten bestehen, sich vor Stürzen und deren teilweise sehr kostenintensiven Folgen schützen zu können.

4. Die Korrelation zwischen den Werten in der Eingangsuntersuchung, nach vier, acht, zwölf, 26 und 52 Wochen ist signifikant.

5. Die Prüfverfahren für alle einzelnen dargestellten statistischen Erhebungen lassen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1% die Behauptung zu, dass diese Verbesserungen für die Altersgruppe der 65-69-jährigen Männer signifikant und damit übertragbar auf die Allgemeinheit sind.

Die Vergleiche der ermittelten mit dem kritischen t-Wert lassen überdies eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1% zu.

6. Die positiven Eindrücke der Probanden zu ihrem Trainingserfolg lassen darauf schließen, dass sie sich noch ein Stück weit sicherer fühlen als vorher. Alle Probanden wollen über den Zeitraum eines Jahres hinaus weiter trainieren.

C Ausblick

Da manuelle Fähigkeiten eine ausreichende Handgriffstärke bei allen Verrichtungen des täglichen Lebens voraussetzen und eine verminderte Handgriffstärke als ein Anzeichen für generell verminderte Muskelkraft alter Menschen gilt und daher stark mit deutlich erhöhtem Sturz- und Frakturrisiko, mit verminderter Selbsthilfefähigkeit und erhöhter Mortalität korreliert, müsste näher untersucht werden, wie sich die Aufwendungen, Kosten und Nutzen eines derartigen Handkrafttrainings zu den eingesparten Kosten von Sturzfolgen verhalten, vor allem unter dem Aspekt der Kostenexplosion im Gesundheitswesen.

Im Hinblick auf weitere Erkenntnisse im Zusammenhang mit der Handkraft wäre es wichtig zu erforschen, was mit dem parabelförmigen Kurvenverlauf der Abnahme der Handkräfte bei Probanden geschieht, die das Training nach einem Jahr beenden:

Keht der infolge des Trainings im Abfall abgemilderte Kurvenverlauf wieder auf den ursprünglichen Verlauf (bei Nichttrainierenden) zurück? Gegebenenfalls in welchem Zeitraum?

Des Weiteren wäre zu klären, wie sich die Werte derjenigen Probanden weiterentwickeln, die ihr Training auch über ein Jahr hinaus fortführen?

Gibt es Geräte bzw. Trainingsmittel, mit deren Hilfe sich die Handkraftwerte schneller/langsamer verbessern lassen? Zu welchem Zeitpunkt beginnt dann die Verbesserung der Handkräfte? In welchem Umfang?

Schreitet die Verbesserung kontinuierlich gleichmäßig/ungleichmäßig fort? Ab welchem Zeitpunkt lässt sich keine Verbesserung mehr nachweisen?

Lassen sich – wie in der Altersgruppe der 65-69-jährigen Männer – auch Verbesserungen in den Altersgruppen der 50-65-Jährigen, der 70-80-Jährigen und der Hochaltrigen erzielen und messen? Gilt gleiches auch für Frauen in diesen Altersgruppen? In welchen Größenordnungen liegen diese?

Gibt es Unterschiede in den Verbesserungen im Vergleich Herzerkrankte–Gesunde? Es könnte sein, dass durch das Vermeiden der Pressatmung Herzpatienten spürbar niedrigere Verbesserungen aufzuweisen haben als gesunde Probanden. Zu klären wäre in diesem Zusammenhang, ob auch eine geringere Trainingsfrequenz bzw. -intensität eine signifikante Verbesserung der Handkräfte ergäbe. Da nach HOLLMANN die Zunahme der

Leistungsverbesserungen umso langsamer erfolgt, je höher sich das Niveau der Leistungsfähigkeit darstellt (vgl. 1993, S. 8ff.) – im Umkehrschluss: je niedriger das Ausgangsniveau, umso eher stellt sich eine Verbesserung, die zudem auch deutlicher ist, ein – wäre die Frage bei zukünftigen Forschungen zu klären, wie sich die Handkräfte verhalten, wenn die Trainingsintensität bzw. –frequenz erhöht wird oder deutlich höher liegt.

Literaturverzeichnis

AGNEW, P.J. & MAAS, F. (1982):

Hand function related to age and sex. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 63, S. 269-271.

ALDEHAG, A.S., JONSSON, H. & ANSVED, T. (2005):

Effects of hand training programme in five patients with myotonic dystrophy type 1. *Occupational therapy international* 12, S. 14-27.

ALEXANDER, N.B. (1994):

Postural control in older adults. *Journal of American Geriatrics Society* 42, S. 93-108.

AMERICAN Geriatrics Society, British Geriatrics Society & American Academy of orthopaedic surgeons panel on fall prevention (2001):

Guideline for preventions of falls in older persons. *Journal of American Geriatrics society* 49, S. 664-672.

ARISTOTELES (1950):

Die Werke des Aristoteles. Neu übersetzt mit einer Einleitung und erklärenden Anmerkungen versehen von Olof Gigon, Zürich.

ARKING, R. (1998):

Molecular basis of extended longevity in selected *Drosophila* strains. *Current Science* 74 (10), S. 859-864.

ASHER, R.A.J. (1947):

The Dangers of going to bed. *British Medical Journal* 2, S. 967f.

ASHFORD, R.F., NAGELBURG, S. & ADKINS, R. (1996):

Sensitivity of the Jamar dynamometer in detecting submaximal grip effort. *The Journal of hand surgery* 21 A, S. 402-405.

ASHTON, L.A. & MYERS, St. (2004):

Serial grip strength testing – Its role in assessment of wrist and hand disability. *The Internet Journal of surgery* 5, Heft 2, S. 1-12.

AUER, A. (1995):

Geglücktes Altern. Eine theologisch-ethische Ermutigung, Freiburg-Basel-Wien.

BALOGUN, J.A., ADENOLA, S.A. & AKINLOYE, A.A. (1991):

Grip strength normative data for the Harpenden dynamometer. *Journal of the orthopaedic and sports physical therapy* 14, S. 155-160.

BALOGUN, J.A. & ONIGBINDE, A.T (1992):

Hand and leg dominance: Do they really affect limb muscle strength. *Physiotherapy in theory and practice* 8, S. 89-96.

BALOH, R.W. (1996):

Disequilibrium and gait disorders in older people. *Revue of Clinical gerontology* 6, S. 41-48.

- BALTES, P.B., MITTELSTRASS, J. & STAUDINGER, U. (Hg.) (1994):
Alter und Altern. Ein interdisziplinärer Studententext zur Gerontologie, Berlin.
- BALTES, P.B. & BALTES, M. (1994):
Gerontologie: Begriff, Herausforderung und Brennpunkte. In: BALTES/MITTELSTRASS/STAUDINGER, S. 1-34.
- BALTES, P.B. & DANISH, S. J. (1979):
Gerontologische Intervention auf der Grundlage einer Entwicklungspsychologie des Lebenslaufs. Probleme und Konzepte. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und pädagogische Psychologie 11*. S. 112-140.
- BASSEY, E.J. & HARRIES, U.J. (1993):
Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years, and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors. *Clinical Science 84*, S. 187-214.
- BASSEY, E.J. (1998):
Longitudinal changes in selected physical capabilities. Muscle strength, flexibility and body size. *Age and aging 27*, S. 12-16.
- BAUMANN, H. (1990):
Älter werden - Fit bleiben II. Aktuelle theoretische und praktische Beiträge, Erlangen.
- BEATON, D.E., O'DRISCOLL, S.W. & RICHARD, R.R. (1995):
Grip strength testing using the BTE work simulator and the Jamar dynamometer: a comparative study. *The Journal of hand surgery 20*, S. 293-298.
- BECKER, C., KRON, M., LINDEMANN, U., STURM, E., EICHNER, B., WALTER-JUNG, B. & NIKOLAUS, T. (2003):
Effectiveness of a multifaceted intervention on falls in nursing home residents. *Journal of the American Geriatrics Society 51*, S. 306-313.)
- BECKER, T. (2003):
Nutzen und Gefahren von Aufhalten in mittleren Höhenlagen bei Herz-Kreislaufkrankungen, Diss. Med., Köln.
- BIRREN, J.E., SLOANE, B. & COHEN, G.R. (1992):
Handbook of mental health and aging, San Diego.
- BODNAR, A.G. (1998):
Extension of Life-span by introduction of telomerase into normal human cells. *Science 279*, S. 349.
- BÖHMER, F. (Hg.) (2000):
Was ist Altern? Eine Analyse aus interdisziplinärer Perspektive, Frankfurt a.M.
- BOHANNON, R.W. (2005):
Parallel comparison of grip strength measures obtained with a Micro FET 4 and a Jamar dynamometer. *Perceptual motor skills 100*, S. 795-798.

- BORTZ, J. (1999):
Statistik für Sozialwissenschaftler, Berlin-Heidelberg-New York.
- BRINGMANN, W. (1984):
Die Bedeutung der Kraftfähigkeiten für Gesundheit und Leistungsfähigkeit. *Medizin und Sport* 24, S. 97-100.
- BRÖSSKAMP-STONE, U., KICKBUSCH, I. & WALTER, U. (2000):
Gesundheitsförderung und Prävention, in: SCHWARTZ et al. 2000, S. 141-150.
- BÜRGER, M. & HAUSS, W.H. (1943):
Über die Ökonomie körperlicher Arbeit in den verschiedenen Altersstufen. *Zeitschrift für Altersforschung* 4, S. 229-236.
- BUNDESINSTITUT für Bevölkerungsforschung (Hrsg.) (2003):
Bevölkerung: Fakten - Trends - Ursachen - Erwartungen, Wiesbaden.
- BUNDESINSTITUT für Bevölkerungsforschung (2002):
Demographische Lage; im Internet unter www.bib-demographie.de/demolage.htm
- BUNDESREGIERUNG (Hg.) (1993):
Der erste Altenbericht der Bundesregierung, Bonn: Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend.
- BUNDESREGIERUNG (Hg.) (1998):
Zweiter Bericht zur Lage der älteren Generation in der Bundesrepublik Deutschland: Wohnen im Alter, Berlin: Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend.
- BUNDESREGIERUNG (Hg.) (2001):
Dritter Bericht zur Lage der älteren Generation in der Bundesrepublik Deutschland: Alter und Gesellschaft, Berlin: Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend.
- BUNDESREGIERUNG (Hg.) (2002):
Vierter Altenbericht der Bundesregierung. Dazu Vorabpresseinfo Januar 2002, Berlin.
Vorabinformation durch eine ausführliche Pressemitteilung des BMFSFJ vom 15.01.2002, S.1f.; veröffentlicht unter www.bmfsfj.de/Kategorien/Forschungsnetz/forschungsberichte).
- BUNDESREGIERUNG (Hg.) (2005):
Fünfter Altenbericht vom 30.08.2005, unter www.bundesregierung.de/dokumente/.
- BURKE, W.E., TUTTLE, W.W., THOMPSON, C.W., JANNEY, C.D. & WEBER, R.J. (1953):
The relation of grip strength and grip-strength endurance to age. *Journal of applied physiology* 5, S. 628-630.
- CAMPBELL, A.J., BORRIE, M.J. & SPEARS, G.F. (1989):
Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. *Journal of Gerontology. Medical Sciences* 44, M112-117.
- CAMPBELL, A.J., ROBERTSON, M.C., GARDNER, M.M., NORTON, R.N. & BUCHNER, D.M. (1999):

Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age and Ageing* 28, S. 513-518.

CAREY, J.R. (2003):

Theories of Life Span and Aging. In: TIMIRAS, P.S. (Hg.): *Physiological Basis of Aging and Geriatrics*, London-New York-Washington D.C., S. 85-95.

CICERO, M.T. (1827):

Cato der Aeltere oder vom Greisenalter und Lilius oder von der Freundschaft, Stuttgart.

CLOSE, J., ELLIS, M., HOOPER, R., GLUCKSMAN, E., JACKSON, St. & SWIFT, C. (1999):

Prevention of falls in the elderly trial (PROFET): a randomised controlled trial. *Lancet* 353, S. 93-97.

COLLATZ, J.-R. (1999):

Das Altern – Eine Krankheit?, Werne.

CUMMINGS, S.R., MILLER, J.P., KELSEY, J.L., DAVIS, P., ARFKEN, C.L., BIRGE, S.J. & PECK, W.A. (1991):

Medications and multiple falls in elderly people. The St. Louis OASIS study. *Age and Ageing* 20, S. 455-461.

CROSBY, C.A., WEHBE, M.A. & MAWR, B. (1994):

Hand strength: Normative values. *The Journal of hand surgery* 19A, S. 665-670.

CUMMINGS, S.R., KELSEY, J.L., NEVITT, M.C. & O'DOWD, K.J. (1985):

Epidemiology of osteoporosis and osteoporotic fractures. *Epidemiological Revue* 7, S. 178-208.

DAUGS, R., EMRICH, E., IGEL, C. & KINDERMANN, W. (Hg.) (2001):

Aktivität und Altern. Schriftenreihe des Bundesinstitutes für Sportwissenschaften 107, Schorndorf.

DENK, H. (Hg.) (1996):

Alterssport. Aktuelle Forschungsergebnisse, Schorndorf.

DENK, H., PACHE, D. & SCHALLER, H.-J. (Hg.) (2003):

Handbuch Alterssport. Grundlagen-Analysen-Perspektiven. Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, Bd. 139, Schorndorf.

DENK, H. & PACHE, D. (2003):

Gesellschaftliche und inhaltliche Rahmenbedingungen von Alterssport. In: DENK et al. S. 23-96.

DEUTSCHE Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (Hg.) (2004):

Ältere Sturzpatienten. DEGAM-Leitlinie Nr. 4, Düsseldorf.

DOHERTY, T.J. (2003):

Physiology of Aging; Invited Review: Aging and sarcopenia. *Journal of Applied. Physiology* 95, S. 1717-1727.

- DORNER, H. (2001):
Altern biologisch betrachtet. In: DAUGS et al., S. 235-249.
- DROSDOWSKI, G. (1989):
Etymologie. Herkunftswörterbuch der deutschen Sprache. Duden 7, 2. völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Mannheim-Wien-Zürich.
- EGGENBERGER, B., VELSTRA, J. & FRANSEN, J. (2001):
Messinstrumente zur Beurteilung der oberen Extremität. Eine Review. *Physiotherapie* 6, S. 14-25.
- EHRMANN, R. & ZAHNER, L. (1996):
Kraft und Krafttraining im Alter. In: DENK (Hg.), S. 191-211.
- EWALD, S. & KOLLER, U. (1991):
Handkraft: Richtwerte bei Erwachsenen *Ergotherapie* (Erg. Verband CH), Heft 9, S. 4-13.
- FETZ, F. (1972):
Bewegungslehre, Frankfurt a.M.
- FIRRELL, J.C. & CRAIN, G.M. (1996):
Which setting of the dynamometer provides maximal grip strength? *The Journal of hand surgery* 21 A, S. 397-401.
- FLICK, U., KARDORFF, E.v. & STEINKE, I. (2000):
Qualitative Forschung. Ein Handbuch, Reinbek.
- FRANZKOWIAK, P. & SABO, P. (Hg.) (1998):
Dokumente der Gesundheitsförderung. Internationale und nationale Dokumente und Grundlagentexte zur Entwicklung der Gesundheitsförderung im Wortlaut und mit Kommentierung, Mainz.
- FREDRICH, C. (1899):
Hippokratische Untersuchungen. Philologische Untersuchungen 15, Berlin.
- FROLKIS, V.V. (1982):
Aging and Life-Prolonging Processes, Wien-New York.
- FRONTERA, W.R., SUH, D., KRIVICKAS, L.S., HUGHES, V., GOLDSTEIN, R. & ROUBENHOFF, R. (2000):
Skeletal muscle fiber quality in older men and women. *American Journal of Physiology and Cellular Physiology* 27 (3), S. C611-618.
- FUCHS, R. (Hg.) (1895):
Hippokrates. Sämtliche Werke, Bd. 1, München.
- FUCHS, R. (Hg.) (1900):
Hippokrates, Sämtliche Werke, Bd. 3, München.
- GARDNER, M.M., ROBERTSON, M.C. & CAMPBELL, A.J. (2000):

Exercise in preventing falls and fall related injuries in older people: a review of randomised controlled trials. *British Journal of sports and medicine* 34, S. 7-17.

GERABEK, W.E., HAAGE, D.B., KEIL, G. & WEGNER, W. (Hg.) (2005):
Enzyklopädie Medizingeschichte, Berlin.

GEROK, B. & BRANDTSTÄTTER, J.W. (1992):
Normales, krankhaftes und optimales Altern, in: BALTES, P.B. & MITTEL-
STRASS, J. (1992): *Zukunft des Alterns und gesellschaftliche Entwicklung*. S. 356-386.

GLIBERTSON, L. & BARBER-LOMAX, S. (1994):
Power and pinch grip strength recorded using the hand-held Jamar Dynamometer and B+L hydraulic pinch gauge: British normative data for adults. *British Journal of Occupational therapy* 57 (12), S. 483-488.

GNILKA, C. (1983):
Greisenalter. Reallexikon für Antike und Christentum, Bd. 12, Stuttgart, S. 995-1094.

GRENSEMANN, H. (1975):
Knidische Medizin. Teil 1: Die Testimonien zur ältesten knidischen Lehre und Analysen knidischer Schriften im Corpus Hippocraticum. Ars medica, Bd. 4,1 Berlin-New York.

GUTSFELD, A. & SCHMITZ, W. (Hg.) (2003):
Am schlimmen Rand des Lebens? Altersbilder in der Antike, Köln-Weimar-Wien.

HAINBUCH, F. (2007):
Handkraft schützt vor Stürzen. Diss. Rer. Medic., Göttingen.

HAINBUCH, F. (2008):
Aufenthalte in mittleren Höhenlagen verbessern die Handmuskelsegeschwindigkeit. Zugleich ein Beitrag zur Sturzprävention älterer Menschen, Göttingen.

HAMILTON, A., BALNAVE, R. & ADAMS, R. (1994):
Grip strength testing reliability. *The Journal of hand therapy* 7, S. 163-170.

HAMILTON-FAIRFAX, A., BALNAVE, R. & ADAMS, R. (1995):
Variability of grip strength during isometric contraction. *Ergonomics* 38, S. 1819-1830.

HAZZARD, W.R. (1989):
Biologie des Alterns. In: STRAUB, P.W. (Hg.):
Harrison: Prinzipien der Inneren Medizin. Band 1, 11. Auflage, Basel.

HOCHSCHILD, R. (1990):
Can an index of aging be constructed for evaluating treatments to tetrad aging rates? A 2462-person study. *Journal of Gerontology Biological Sciences* 45, B 187-214.

HOLLMANN, W. (Hg.) (1986):
Zentrale Themen der Sportmedizin, Berlin-Heidelberg-New York-Tokio.

HOLLMANN, W. & HETTINGER, Th. (2000):
Sportmedizin. Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin, Stuttgart-New York.

- HOLLMANN, W. & LIESEN, H. (1985):
Altern und körperliches Training. *Medizinische Klinik* 80. S. 82-90
- HU, M.H. & WOOLLACOTT, M.H. (1996):
Balance evaluation, training and rehabilitation of frail fallers. *Revue of Clinical Gerontology* 6, S. 85-99.
- HUFELAND, C.W. (1995):
Die Kunst, das menschliche Leben zu verlängern. Hufeland's Makrobiotik“ aus dem Jahre 1796, Nachdruck Frankfurt.
- HUFELAND, G. (2002):
Christoph Wilhelm Hufeland, Bad Langensalza.
- HURRELMANN, K. & LAASER, U. (Hg.) (2003):
Handbuch Gesundheitswissenschaften, 3. Auflage, Weinheim-München.
- HYATT, R.H., WHITELAW, M.N., SCOTT, S. & MAXWELL, J. D. (1990):
Association of muscle strength with functional status of elderly people. *Age and Ageing* 19, S. 330-336.
- IMHOF, A.E. (1996):
Die Zunahme unserer Lebensspanne seit 300 Jahren und ihre Folgen, Stuttgart.
- ISRAEL, S. & WEIDNER, A. (1988):
Körperliche Aktivität und Altern, Leipzig.
- ISRAEL, S. (1995):
Sport mit Senioren, Heidelberg.
- JANDA, D.H., GEIRINGER, S.R., HANKIN, F.M. & BARRY, D.T. (1987):
Objective evaluation of grip strength. *Journal of occupational medicine* 29, S. 569-571.
- JANSSEN, I., HEYMSFIELD, S.B., BAUMGARTNER, R.N. & ROSS, R. (2000):
Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *Journal of Applied Physiology* 89(2), S. 465-71.
- JETTE, A.M., HARRIS, B.A., CLEARY, P.D. & CAMPION, E.W. (1987):
Functional recovery after hip fracture. *Archives of physical Medicine and rehabilitation* 68, S. 735.
- JETTE, A.M. & BRANCH, L.G. (1981):
The framingham disability study: physical disability among the aging. *American Journal of Public Health* 71, S. 1211-1216.
- JI, L., LEUWENBURGH, C., LEICHTWEIS, S., GORE, M., FIEBIG, R., HOLLANDER, J. & BEJMA, J. (1998):
Oxidative Stress and aging. Role of exercise and its influence on antioxidants systems. *Annales of the New York Academy of Sciences* 867, S. 102-117.

- JÜTHNER, J. (1969):
Philostratos über Gymnastik. Sammlung wissenschaftlicher Kommentare zu griechischen und römischen Schriftstellern, Berlin und Leipzig 1909, Nachdruck Amsterdam 1969.
- KALLMAN, D.A., PLATO, C.C. & TOBIN, J.D. (1990):
 The role of muscle loss in the age-related decline of grip strength. Cross-sectional and longitudinal perspectives. *Journal of Gerontology. Medical Sciences* 45, S. M 82-88.
- KING, M.B. & TINETTI, M.E. (1995):
 Falls in community-dwelling older persons. *Journal of the American geriatrics society* 43, S. 1146-1154.
- KIRCHNER, G. (1997):
Motorisches Lernen im Alter. Ergebnisse, Fragestellungen, Ziele, in: BAUMANN, H. & LEYE, M. (Hrsg.) (1997): *Bewegung und Sport mit älteren Menschen. Wie-Was-Warum? Sport im Dialog*, Bd. 2. S. 183-198. Aachen.
- KLATZ, R. & GOLDMAN, R. (1999):
Stopping the clock oder Wie man die Zeit anhält. Keats Publishing, Rheine.
- KRUSE, A. (1992):
Rehabilitation und Sport im Dialog, in: BAUMANN, H. & LEYE, M. (Hrsg.) (1992): *Älter werden. Kompetent bleiben. Eine Herausforderung für den Sport?* S. 146-160. Erlangen.
- KÜHN, C.G. (1965):
Claudii Galeni opera omnia, Bd. 5, Reproduktion Hildesheim.
- LANG, E. (1975):
 Sport und präklinische Geriatrie. *Sportarzt und Sportmedizin* 26. S. 76-80.
- LaPIER, T.L.K., BAIN, C., MOSES, S. & DUNKLE, S.E. (1996):
 Balance training through ball throwing activities. A research-based rationale. *Physical and occupational therapy in geriatrics* 14, S. 23-41.
- LEHR, U. (Hg.) (1979a):
Interventionsgerontologie, Darmstadt.
- LEHR, U. (1979b):
Gero-Intervention - das Insgesamt der Bemühungen, bei psycho-physischem Wohlbefinden ein hohes Lebensalter zu erreichen. In: LEHR, U. (Hg.) (1979a), S. 1-49.
- LEHR, U. (1979c):
Die Bedeutung des Sports im Rahmen der Interventionsgerontologie, in: MÜLLER et al. 1979, S. 99-118.
- LEHR, U. (1983):
Psychologische Aspekte des Alterns. In: REIMANN/REIMANN, S. 140-163.
- LEHR, U. (2000):
Altern aus psychologischer Sicht. In: BÖHMER, S. 33-50.

LEMMINK, K., BROUWER, W., BULT, P., De GREEF, M., van HEUVELEN, M., RISPENS, P., STEVENS, M. (Hg.) (1994):
The Groningen Fitness test for the elderly. Field based motor fitness assessment for adults over 55 years, Groningen: University of Groningen.

LEVEN, K.-H. (Hg.) (2005):
Antike Medizin. Ein Lexikon, München.

LEXELL, J., TAYLOR, C.C. & SJÖSTRÖM, M. (1988):
What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *Journal of Neurological Science*. 84, S. 275-294.

LÖFFLER, G. & Petrides, P.E. (2003):
Biochemie und Pathobiochemie. 6. Auflage, Berlin-Heidelberg-New York, bes. S. 521-579.

LORD, S.R. & CLARK, R.D. (1996):
Simple physiological and clinical tests for the accurate prediction of falling in older people. *Gerontology* 42, 199-203.

LORD, S.R., WARD, J.A. & WILLIAMS, P. (1996):
Exercise effect on dynamic stability in older women: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 77, S. 232-236.

LUDWIG, F.C. (1989):
Personal communication. Irvine: University of California.

LÜSCHEN, G., ABU-OMAR, K. & KNESEBECK, O. v.d. (2001):
Körperlich-sportliche Aktivität und ihr Einfluss auf Gesundheit und Wohlbefinden. In: DAUGS et al., S. 318-328.

LUKAS, Gerhard (1969):
Die Körperkultur in frühen Epochen der Menschheitsentwicklung, Berlin.

LUUKINEN, H., KOSKI, K., HONKANEN, R. & KIVELÄ, S.L. (1995):
Incidences of injurious falls among elderly by place of living. A population-based study. *Journal of the American geriatrics society* 43, S. 871-876.

MacDERMID, J.C., KRAMER, J.F., WOODBURY, M.G., Mc FARLANE, R.M. & ROTH, J.H. (1994):
Interrater reliability of pinch and grip strength measurements in patients with cumulative trauma disorders. *The Journal of hand surgery* 7, S. 10-14.

MAKI, B.E., HOLLIDAY, P.J. & TOPPER, A.K. (1994):
A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *Journal of Gerontology. Medical Sciences* 49, M72-M84.

MARBURGER, C., HAUER, K., SCHLIERF, G. & OSTER, P. (1997):
Körperliches Training in der Geriatrie. *Deutsche medizinische Wochenschrift* 122, S. 1560-1563.

- MAREES, H. de (2002):
Sportphysiologie. 9., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Köln.
- MATHIOWETZ, V., WEBER, K., VOLLAND, G. & KASHMAN, N. (1984):
Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *The Journal of hand surgery* 9A, S. 222-226.
- MATHIOWETZ, V., KASHMAN, N., VOLLAND, G., WEBER, K., DOWE, M. & ROGERS, S. (1985):
Grip and pinch strength. Normative data for adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 66, S. 69-74.
- MATHIOWETZ, V. (1990):
Effects of three trials on grip and pinch strength measurements. *The Journal of hand therapy* 3, S. 195-198.
- McMURDO, M.E. & RENNIE, L. (1993):
A controlled trial of exercise by residents of old people's home. *Age and aging* 22, S. 11-15.
- MECHLING, H. (Hg.) (1998):
Training im Alterssport. Sportliche Leistungsfähigkeit und Fitness im Alterssport. Symposiumsbericht Universität Bonn 22. bis 24. Mai 1997, Schorndorf.
- METTER, E.J., CONWIT, R., TOBIN, J.D. & FOZARD, J. L. (1997):
Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *Journal of Gerontology and Biological Science* 52A, S. B267-276.
- MEUSEL, H. (1999):
Sport für Ältere. Bewegung-Sportarten-Training. Handbuch für Ärzte, Therapeuten, Sportlehrer und Sportler, Stuttgart-New York.
- MEYER, R.D., GOGGIN, N.L. & JACKSON, A.W. (1995):
A Comparison of grip strength and selected psychomotor performance measures in healthy and frail elderly females. *Research quarterly for exercise and sports* 66 (1), S. 1-8.
- MISKO, T.A., CRESS, M.E., SLADE, J.M., COVEY, C.J., AGRAWAL, S.K. & DOERR, C.E. (2003):
Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 58A (2), S. 171-175.
- MÖLLENHOFF, H. (2005):
Entwicklung und Evaluation eines Muskeltrainingsprogramms für Hochbetagte. PATRAS, Paderborn Diss.Dr. rer. Medic.
- MONTOYE, H.J. & LAMPHEAR, D.E. (1977):
Grip and arm strength in males and females, age 10 to 69. *The Research Quarterly* 48, S 109-120.
- MÜLLER, N., RÖSCH, H.-E. & WISCHMANN, B. (Hrsg.) (1979):
Alter und Leistung, Hochheim a.M.

- NESSE, R.M. & WILLIAMS, G. C. (1997):
Warum wir krank werden. Die Antworten der Evolutionsmedizin, München.
- NEUMANN, O. (1976):
Art, Maß und Methode von Bewegung und Sport bei älteren Menschen, Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz.
- NEVITT, M.C. & CUMMINGS, S.R. (1993):
Type of fall and risk of hip and wrist fractures. *Journal of the American geriatrics society* 41, S. 1226-1234.
- NEVITT, M.C., CUMMINGS, S.R., KIDD, S. & BLACK, D. (1989):
Risk factors for recurrent nonsyncopal falls. A prospective study. *Journal of the American medical association* 261, S. 2663-2668.
- NIEBUHR, B.R., MARION, R. & FIKE, M.L. (1994):
Reliability of grip strength assessment with the computerised Jamar dynamometer. *Occupational therapy journal of research* 14, S. 3-18.
- NIESS, A.M., FEHRENBACH, E., NORTHOFF, H. & DICKHUTH, H. (2002):
Freie Radikale und oxidativer Stress bei körperlicher Belastung und Trainingsanpassung – Eine aktuelle Übersicht. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 53(12), S. 345-353.
- NIKOLAUS, T. & PIENKA, L. (1999):
Funktionelle Diagnostik. Assessment bei älteren Menschen, Wiebelsheim.
- NIKOLAUS, T. & ZAHN, R.K. (1997):
Alter und Altern. In: SCHMIDT, R.F., THEWS, G., LANG, F. (Hg.): *Physiologie des Menschen*, 28. Auflage, Berlin-New York-Heidelberg S. 708-716.
- OSCHÜTZ, H. & BELINOVA, K. (2003):
Biologische Entwicklung, Anpassung und biologisches Alter. In: DENK et al., S.147-198.
- OTTO, W.F., GRASSI, E. & PLAMBÖCK, G. (Hg.) (1989):
Politeia (Der Staat). Sämtliche Werke, Bd. 3. Nach der Übersetzung von Friedrich Schleiermacher, Reinbek.
- PACHE, D. (1998):
Zur gegenwärtigen Situation des Alterssports in Deutschland – Daten und Anregungen für eine Förderung, in: MECHLING, S. 135-141.
- PACHE, D. (2001):
Die Veränderung der motorischen Fähigkeiten in der subjektiven Einschätzung Älterer. In: DAUGS/EMRICH/IGEL/KINDERMANN, S. 145-157.
- PAFFENBARGER, R.S.(1996):
Beeinflussung der Lebenserwartung durch Änderung der körperlichen Aktivität und anderer Lebensstilfaktoren. The Club of Cologne – HOLLMANN, W. (Hg.): *Gesundheitsförderung und körperliche Aktivität*, Bd. 1, Schorndorf-Stuttgart-New York.

- PAFFENBARGER, R.S. & LEE, I-M. (2001):
Age-specific physical activities and other lifeway patterns influencing health and longevity, in:
 HOLLMANN, W., KURZ, D. & MESTER, J. (Hg.) (2001):
Current results on health and physical activity. Club of Cologne Bd.2. S. 13-25.
 Schorndorf-Stuttgart-New York.
- PAPA, S. & SKULACHEV, V. (1997):
 Reactive oxygen species, mitochondria, apoptosis, and aging. *Molecular and Cellular Biochemistry* 174, S. 305-319.
- PETTE, D. (1999):
 Das adaptive Potential des Skelettmuskels. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 50 (9), S. 262-271.
- PHILLIPPS, P. (1986):
 Grip strength, mental performance and nutritional status as indicators of mortality risk among female geriatric patients. *Age and ageing* 15, S. 53-56.
- PIERRON, R.L., PERRY, H.M., GROSSBERG, G., MORLEY, J.E., MAHON, G. & STEWART, T. (1990):
 The aging hip. *Journal of the American geriatrics society* 38, S. 1339-1352.
- POTVIN, A.R., SYNDULKO, K., TOURTELLOTTE, W.W., LEMMON, J.A. & POTVIN, J.H. (1980):
 Human Neurologic function and the aging process. *Journal of the American geriatrics society* 28 (1), S. 1-9.
- PROVINCE, M.A., HADLEY, E.C., HORN BROOK, M.C., LIPSITZ, L.A., MILLER, J.P., MULROW, C.D., ORY, M.G., SATTIN, R.W., TINETTI, M.E. & WOLF, S.L. (1995):
 The effects of exercise on falls in elderly patients. *Journal of the American medical association* 273, S. 1341-1347.
- RANTANEN, T., SIPILÄ, S. & SUOMINEN, H. (1993):
 Muscle strength and history of heavy manual work among elderly trained women and randomly chosen sample population. *European Journal of applied physiology* 66, S. 514-517.
- RANTANEN, T. & AVELA, J. (1997):
 Leg extension power and walking speed in very old people living independently. *Journal of Gerontology and Medical Science* 52A, S. M225-M231.
- RANTANEN, T., GURALNIK, J.M., FOLEY, D., MASAKI, K., LEVEILLE, S., CURB, J.D. & WHITE, L. (1999):
 Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *Journal of the American Medical Association* 281, S. 558-560.
- RANTANEN, T. (2003):
 Muscle strength, disability and mortality. *Scandinavian Journal of medicine and science in sports* 13, S. 3-8.
- REIMANN, H. & REIMANN, H. (Hg.) (1983):
Das Alter. Einführung in die Gerontologie, 2. völlig neu bearbeitete Auflage, Stuttgart.

- REITZ, M. (Hg.) (1998):
Altern, Krebs und Gene, Heidelberg.
- RENTELN-KRUSE, W.v. (Hg.) (2004):
Medizin des Alterns und des alten Menschen, Darmstadt.
- RICHARDS, L. & PALMITER-THOMAS, P. (1996):
Grip strength measurement: A critical review of tools, methods, and clinical utility. *Critical reviews in physical and rehabilitation medicine* 8, S. 87-109.
- ROBERTSON, L.D., MULLINAX, C.M., BRODOWICZ, G.R., MILLER, R.A. & SWAFFORD, A.R. (1993):
The relationship between two power-grip testing devices and their utility in physical capacity evaluations. *The Journal of hand surgery* 6, S. 194-201.
- ROBERTSON, M. C., GARDNER, M.M., DEVLIN, N., McGEE, R. & CAMPBELL, A.J. (2001):
Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 2: Controlled trial in multiple centres. *British medical journal* 322, S. 701-704.
- ROBERTSON, M.C., CAMPBELL, A.J., GARDNER, M.M. & DEVLIN, N. (2002):
Preventing injuries in older people by preventing falls: A meta-analysis of individual-level data. *Journal of the American geriatrics society* 50 (5), S. 905-911.
- ROBINSON, M.E., GEISSER, M.E., HANSON, C.S. & O'CONNOR, P.D. (1993):
Detecting submaximal efforts in grip strength testing with the coefficient of variation. *Journal of occupational rehabilitation* 3, S. 45-50.
- ROSENBERG, I.H. (1989):
Summary comments. *American Journal of Clinical Nutrition* 50, S. 1231-1233.
- ROSENMAYR, H. & ROSENMAYR, L. (1983):
Gesellschaft, Familie, Alternsprozeß. In: REIMANN/REIMANN, S. 45-70.
- ROTH, E., SPITTLER, A. & OEHLER, R. (1996):
Glutamin: Wirkung auf das Immunsystem, auf Eiweißhaushalt und Darmfunktionen. *Wiener Kleine Wochenschrift* 108, S. 669-676.
- ROUBENHOFF, R. (2003):
Sarcopenia: Effects on Body Composition and Function. *Journal of Gerontology and Medical Science* 58 A(11), S. 1012-1017.
- ROWE, J.W. & KAHN, R.L. (1998):
Successful aging, New York.
- RUBENSTEIN, L.Z., ROBBINS, A.S., SCHULMAN, B.L., ROSADO, J., OSTERWEIL, D. & JOSEPHSON, K.R. (1988):
Falls and instability in the elderly. *Journal of the American geriatrics society* 36, S. 266-278.
- RUBENSTEIN, L.Z., JOSEPHSON, K.R., TRUEBLOOD, P.R., LOY, S., HARKER, J.O., PIETRUSZKA, F.M. & ROBBINS, A.S. (2000):

Effect of a group exercise program on strength, mobility, and falls among fall-prone elderly men. *Journal of Gerontology: Medical sciences* 55 A, S. M317-M321.

RÜTTEN, A., ABU-OMAR, K., LAMPERT, T. & ZIESE, T. (2005):
Körperliche Aktivität. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Heft 26, hrsg. vom Robert Koch-Institut. Berlin.

RUS, R., PONIKVAR, R., KENDA, R.B. & BUTUROVIC-PONIKVAR, J. (2005):
Effects of handgrip training and intermittent compression of upper arm veins on forearm vessels in patients with endstage renal failure. *Therapeutic apheresis and dialysis* 9, S. 241-244.

SALLIS, J.F. & OWEN, N. (1998):
Physical activity and behavioural medicine. Thousand Oaks: Sage.

SCHMIDT, R.F., THEWS, G. & LANG, F. (Hg.)(1979):
Physiologie des Menschen, 28. Auflage, Berlin-New York-Heidelberg.

SCHMIDT, T. & TOEWS, J.V. (1970):
Grip strength as measured by the Jamar dynamometer. *Archives of Physical Medicine and rehabilitation* 51, S. 321-327.

SCHMIDTBLEICHER, D. (1992):
Kraft. Krafttraining, in: RÖTHIG, P., BECKER, H., CARL, K., KAYSER, D. & PROHL, R. (Hg.): *Sportwissenschaftliches Lexikon*. Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport Bd. 49/50, 6., völlig neu bearbeitete Auflage, Schorndorf, S. S. 260-264.

SCHWARTZ, F.W., BADURA, B, LEIDL, R. , RASPE, H., & SIEGRIST, J. (Hg.) (2000):
Das Public Health Buch Gesundheit und Gesundheitswesen, München-Jena.

SCHWARTZ, F.W.& WALTER, U. (2000):
Prävention, in: SCHWARTZ et al., S. 151-170.

SCOTT, V.J., DUKESHIRE, S., GALLAGHER, E.M. & SCANLAN, A. (2001):
A best practices guide for the prevention of falls among seniors living in the community. A report on behalf the Federal/Provincial/Territorial Committee of Officials (Seniors) for the Ministers Responsible for Seniors, Ottawa.

SHEPARD, R.J. (1997):
Aging, Physical Activity and Health, Champaign.

SHIPHAM, I. & PITOUT, S.J.S. (2003):
Rheumatoid arthritis: hand function, activities of daily living, grip strength and essential assistive devices. *Curationis* 26, S. 98-106.

SOHAL, R.S. & WEINDRUCH, R. (1996):
Oxidative stress, caloric restriction, and aging. *Science* 273 (5271), S. 59-63.

SONN, U., FRÄNDIN, K. & GRIMBY, G. (1995):

Instrumental activities of daily living related to impairment and functional limitations in 70-year-olds and changes between 70 and 76 years of age. *Scandinavian Journal of Rehabilitative Medicine* 27, S. 119-128)

SPIRDUSO, W.W. (1995):
Physical dimensions of aging. Champaign/Illinois.

SPIRDUSO, W.W., FRANCIS, K.L. & MacRAE, P.G. (2005):
Physical dimensions of aging. Second Edition, Champaign.

STATISTISCHES BUNDESAMT, Mitteilung für die Presse, 19.07.2000, Wiesbaden.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2006):
Bevölkerung Deutschlands bis 2050. 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Wiesbaden.

STEPHENS, J.L., PRATT, N. & PARKS, B. (1996):
The reliability and validity of the Tekdyne hand dynamometer. 1. Teil. *The Journal of hand surgery* 9, S. 10-17.

STEPHENS, J.L., PRATT, N. & MICHLOVITZ, S. (1996):
The reliability and validity of the Tekdyne hand dynamometer. 2. Teil. *The Journal of hand surgery* 9, S. 18-26.

STRYER, L. (1999):
Die Koordination des Stoffwechsels. Biochemie Spektrum, , 4. Auflage, Heidelberg-Berlin-Oxford.

SYGUSCH, R., WAGNER, P., JANKE, A. & BREHM, W. (2005):
Gesundheitssport – Effekte und deren Nachhaltigkeit bei unterschiedlichem Energieverbrauch. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 56, S. 318-326.

THOMAE, H. (1968):
Psychische und soziale Aspekte des Alterns. *Zeitschrift für Gerontologie* 2, S. 43-55.

TIMIRAS, P.S. (2003):
Physiological basis of aging and geriatrics., 3. Auflage, London-New York-Washington, bes. S. 385-395.

TINETTI, M.E., SPEECHLEY, M. & GINTER, S.F. (1988):
Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *The New England Journal of Medicine* 319, S. 1701-1707.

TINETTI, M.E. & SPEECHLEY, M. (1989):
Current concepts. Geriatrics. Prevention of falls among the elderly. *The New England Journal of Medicine* 320, S. 1055-1059.

TONNA, E.A. (1973):
An electron microscopic study of skeletal cell aging. II. The osteocyte. *Experimental Gerontology* 8 (1), S. 9-16.

- UENO, M., KAWAI, S., MINO, T. & KAMOSHITA, H. (2006):
Systematic review of fall-related factors among the house-dwelling elderly in Japan. *Nippon Ronen Igakki Zasshi*, (Japanese Journal of geriatrics) 43, S. 92-101.
- US Department of Health and Human Services (1996):
Physical activity and health. A report of the Surgeon General. Centers for Disease Control and Prevention. Atlanta USA.
- VELLAS, B.J., WAYNE, S.J., ROMERO, L.J., BAUMGARTNER, R.N. & GARRY, P.J. (1997):
Fear falling and restriction of mobility in elderly fallers. *Age and ageing* 26, S. 189-193.
- VELLAS, B.J., WAYNE, S.J., ROMERO, L.J., BAUMGARTNER, R.N., RUBENSTEIN, L.Z. & GARRY, P.J. (1997):
One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *Journal of the American geriatrics society* 45, S. 735.
- VOLKERT, D. (1997):
Ernährung im Alter. Wiesbaden.
- VREEDE, P.I. de, SAMSON, M.M., MEETEREN, N.L. van, DUURSMA, S.A. & VERHAAR, H.J. (2005):
Functional task exercise versus resistance strength exercise to improve daily function in older women. *Journal of the American geriatrics society* 53, S. 2-10.
- WALLSTRÖM, A. & NORDENSKIÖLD, U. (2001):
Assessing hand grip endurance with repetitive maximal isometric contractions. *Journal of hand therapy* 14,4, S. 279-285.
- WERLE, J., WOLL, A. & TITTLBACH, S. (2006):
Gesundheitsförderung. Körperliche Aktivität und Leistungsfähigkeit im Alter. Grundriss Gerontologie, Bd. 12, Stuttgart.
- WILLIMCZIK, K. (1993):
Statistik im Sport. Grundlagen, Verfahren, Anwendungen. Forschungsmethoden in der Sportwissenschaft Bd. 1, 2. überarb. Auflage, Hamburg.
- WÖHRLE, G. (1990):
Studien zur Theorie der antiken Gesundheitslehre. Hermes. Zeitschrift für Klassische Philologie, Heft 56, Stuttgart 1990.
- WOLF, S.L., BARNHART, H.X., KUTNER, N.G., McNEELY, E., COOGLER, C., XU, T. & The Atlanta FICSIT Group (1996):
Reducing frailty and falls in older persons: An investigation of Tai Chi and computerized balance training. *Journal of the American geriatrics society* 44 (5), S. 489-497.
- WOLFSON, L., JUDGE, J., WHIPPLE, R. & KING, M. (1995):
Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *The Journal of Gerontology* 50A, S. 64-67.
- YARASHESKI, K.E. (2003):

Exercise, Aging and Muscle Protein Metabolism. *Journal of Gerontology and Medical Science* 58A (10), S. 918-922.

ZUCKERMAN, J.D. (1996):

Hip fracture. *New England journal of medicine* 334, S. 1519.

Abbildungen und Tabellen

Abbildungen

- Abbildung 1: Altersstruktur der Bevölkerung in der Bundesrepublik (Stand 31.12.2003)
- Abbildung 2: Altersstruktur der Bevölkerung im Jahre 1950
- Abbildung 3: Die Altersstruktur der Bevölkerung im Jahre 1900
- Abbildung 4: Anteil der über 80-Jährigen an der Bevölkerung
- Abbildung 5: Einzelne Altergruppen im Jahr 2000 und im Jahr 2050
- Abbildung 6: Altersaufbau der Bevölkerung Deutschlands am 31.12.2001
- Abbildungen 7, 8, 9: Bevölkerungsentwicklung 1910, 1998 und 2050
- Abbildung 10: Entwicklung des Altenanteils in Deutschland
- Abbildung 11: Abnahme der individuellen Handkraft im Altersverlauf
- Abbildung 12: Alterstruktur der Probanden
- Abbildung 13: Verbesserungen der Kraft der linken Hand nach 4 Wochen
- Abbildung 14: Verbesserungen der Kraft der rechten Hand nach 4 Wochen
- Abbildung 15: Verbesserungen der Kraft der linken Hand nach 8 Wochen
- Abbildung 16: Verbesserungen der Kraft der rechten Hand nach 8 Wochen
- Abbildung 17: Verbesserungen der Kraft der linken Hand nach 12 Wochen
- Abbildung 18: Verbesserungen der Kraft der rechten Hand nach 12 Wochen
- Abbildung 19: Verbesserungen der Kraft der linken Hand nach 26 Wochen
- Abbildung 20: Verbesserungen der Kraft der rechten Hand nach 26 Wochen
- Abbildung 21: Verbesserungen der Kraft der linken Hand nach einem Jahr
- Abbildung 22: Verbesserungen der Kraft der rechten Hand nach einem Jahr

Tabellen

- Tabelle 1: Ablauf und Strukturierung der Untersuchungen
- Tabelle 2: Messergebnisse der Kraft der linken Hand nach 4, 8, 12, 26 und 52 Wochen
- Tabelle 3: Messergebnisse der Kraft der rechten Hand nach 4, 8, 12, 26, 52 Wochen

Anhang

Tabelle 2: Handkraftmesswerte der linken Hand

<i>Proband</i>	<i>Anfang</i>	<i>4 Wochen</i>	<i>8 Wochen</i>	<i>12 Wochen</i>	<i>26 Wochen</i>	<i>1 Jahr</i>
1)	255,9	259,9	262,5	263,8	265,1	266,4
2)	271,3	276,7	282,2	285,2	286,4	289,3
3)	239,8	245,8	251,9	256,9	260,8	264,7
4)	271,5	279,6	286,6	290,8	295,2	298,2
5)	286,3	294,8	300,7	306,7	312,8	315,9
6)	295,6	301,5	307,5	312,1	318,3	321,4
7)	300,1	309,1	318,4	326,3	336,1	342,8
8)	304,8	313,9	326,0	334,1	347,8	354,8
9)	256,3	263,9	269,3	271,9	278,7	280,0
10)	210,1	220,6	229,4	237,4	244,5	249,1
11)	243,7	258,3	276,4	284,6	295,9	303,3
12)	262,6	278,4	295,0	311,2	327,6	334,6
13)	243,8	256,0	268,8	283,6	294,9	297,8
14)	299,3	308,3	317,5	328,6	338,5	341,2
15)	303,5	309,6	315,8	325,2	331,7	338,3
16)	263,5	276,7	284,9	296,3	308,5	318,4
17)	221,5	257,8	268,1	278,8	287,2	293,8
18)	253,8	261,4	269,3	276,0	284,3	289,7
19)	281,9	290,3	301,9	307,9	317,1	320,7

Tabelle 3: Handkraftmesswerte der rechten Hand

<i>Proband</i>	<i>Anfang</i>	<i>4 Wochen</i>	<i>8 Wochen</i>	<i>12 Wochen</i>	<i>26 Wochen</i>	<i>1 Jahr</i>
1)	299,1	314,0	328,7	338,2	341,6	342,0
2)	294,3	311,9	327,5	334,0	337,4	339,5
3)	276,7	294,4	315,2	327,8	334,4	335,9
4)	285,6	305,1	323,4	333,1	339,7	339,9
5)	311,4	326,9	343,2	353,5	360,6	361,1
6)	320,9	333,7	347,0	353,9	360,9	361,0
7)	319,3	332,1	347,0	359,1	366,3	366,5
8)	325,9	338,9	352,5	359,5	368,5	369,0
9)	299,8	315,6	328,2	341,3	351,5	351,8
10)	246,1	265,8	284,4	298,6	306,1	309,7
11)	283,7	306,3	327,7	347,4	357,8	357,9
12)	292,5	312,9	331,6	348,2	358,6	360,1
13)	289,4	309,3	327,8	344,2	354,5	355,9
14)	301,7	313,7	326,2	339,2	349,4	350,7
15)	320,2	333,0	342,9	353,2	356,7	356,9
16)	298,3	316,1	331,9	348,5	358,9	358,9
17)	245,9	263,7	276,8	293,4	308,1	308,5
18)	302,6	317,7	330,4	343,6	350,5	350,9
19)	301,4	316,5	332,3	345,6	355,9	356,4

