

Thomas Schmidt, Friedrich W. Schwartz, Ulla Walter

Physiologische Potentiale der Langlebigkeit und Gesundheit im evolutionsbiologischen und kulturellen Kontext - Grundvoraussetzungen für ein produktives Leben

1 Altern aus der Sicht der Evolutionsbiologie

Warum altern wir? Warum müssen wir sterben? Warum ist es für viele Menschen heute möglich, 80 Jahre alt zu werden, aber nur wenige werden 100, und fast niemand 120 Jahre alt?

In der grundlegenden Tatsache des Alterns und Sterbens unterscheiden sich Menschen nicht von anderen Tierarten. Die durchschnittlichen Lebensspannen sind im Tierreich sehr unterschiedlich. Es besteht kein Zweifel daran, daß dies wesentlich durch Erbfaktoren bestimmt ist. Hinweise hierfür geben Zellkulturen von verschiedenen Spezies. Normale Zellen von langlebigen Arten teilen sich häufiger und erhalten die Zellfunktionen länger aufrecht als Zellen von kurzlebigen Arten. Einige Tierarten sterben bereits nach ihrer ersten Fortpflanzung einen zeitlich sehr genau synchronisierten Tod, der genetisch vorprogrammiert zu sein scheint. Das gilt z.B. für den pazifischen Lachs, den Oktopus und die männliche australische Beutelmaus. Die meisten Arten pflanzen sich aber immer wieder bis zu ihrem Lebensende hin fort. Menschenfrauen können hingegen ihr Fortpflanzungsalter um Jahrzehnte überleben. Wie kommt es zu dieser Vielfalt? Wie und warum sind wir Menschen so geworden, wie wir sind?

Keine Menschenaffenart hat je die gegenwärtige Lebenserwartung des Menschen erreicht. Nur höchst selten wird ein Menschenaffe einmal 50 Jahre alt. Daran kann auch die beste Pflege und der Einsatz der neuesten tiermedizinischen Kenntnisse nichts ändern. Wir altern also langsamer als unsere nächsten Verwandten im Tierreich. Können uns Evolutionsbiologie und die Evolutionsgeschichte des Menschen helfen, die Zusammenhänge besser zu verstehen?

Aus evolutionsbiologischer Sicht¹ ist das Leben ein anhaltender Wettbewerb um Unsterblichkeit. Dabei geht es nicht um die Unsterblichkeit ganzer Organismen, sondern um die Erbanlagen eines jeden Lebewesens und ihr Genom, das den Organismus gewissermaßen als Werkzeug hervorgebracht hat, um sein Ziel möglichst effektiv zu erreichen. Die verschiedenen Tiere können als die materielle Form unterschiedlich realisierter, erfolgreicher Strategien in diesem Wettbewerb angesehen werden. Jede lebende Art, sogar jeder lebende Organismus und alle Vorfahren repräsentieren in diesem Wettbewerb eine erfolgreiche Strategie - erfolgreich zumindest bis heute.

Sehr einfache Lebewesen, wie die sich ungeschlechtlich vermehrenden Einzeller (z.B. Bakterien), kompensieren die unvermeidlichen Verluste, den Tod von Mitgliedern ihrer Spezies durch ungünstige Lebensbedingungen, indem sie sich mit Hilfe der identischen Reduplikation ihrer DNS und folgender Zellteilung vermehren; dafür müssen sie Energie (Nahrung) aufnehmen. Sie altern nicht; damit sind sie potentiell unsterblich.

Eine andere erfolgreiche Evolutionsstrategie ist die geschlechtliche Vermehrung. Die vielzelligen, sich geschlechtlich vermehrenden Organismen setzen auf die Unsterblichkeit ihrer Gene durch die Produktion von Nachkommen als Ergebnis der Verschmelzung des Erbgutes zweier Eltern (potentielle Unsterblichkeit der Keimbahn). Das ermöglicht infolge einer "Durchmischung des Genpools" einer Spezies im Zusammenspiel mit den Selektionsmechanismen der Evolution eine schnelle und wirkungsvolle Anpassung ihrer Nachkommen an die sich stetig ändernden Umgebungsbedingungen. Hierdurch können die verschiedenen Arten sich sehr effektiv an ein Leben in sehr unterschiedlichen ökologischen Nischen anpassen. Diese Strategie der geschlechtlichen Vermehrung hat den Reichtum an verschiedenartigen Lebensformen, wie wir sie heute kennen, enorm vergrößert (Neel, 1994).

Die Erzeugung von Nachkommen muß bei dieser Strategie absolute Priorität haben, wenn sie erfolgreich sein soll. Hierfür müssen die verfügbaren Energieressourcen vorrangig eingesetzt werden, nur so können die unvermeidlichen akzidentellen Verluste wieder ausgeglichen werden. Energie für die Lebenserhaltung der individuellen Elternorganismen, zu investieren, erscheint nur sinnvoll,

¹ Wir folgen dabei im wesentlichen den Gedankengängen und Beispielen des amerikanischen Evolutionsbiologen Jared Diamond, mit denen er in seinem Buch "The third chimpanzee. The evolution and future of the human animal" (1992) versucht, Antworten auf die eingangs gestellten Fragen zu finden.

solange dies die Überlebens- und Fortpflanzungschancen der Nachkommen erhöht. Der über verschiedene Alterungsprozesse programmierte Tod somatischer Zellen und damit auch der individuelle Tod wird so zum unvermeidlichen Tribut, den wir für die Unsterblichkeit unserer Gene zahlen müssen. Dies ist der Kern der evolutionsbiologisch ausgerichteten Alternstheorie (vgl. Abschnitt 2, Ausgewählte Alternstheorien).

Der Evolutionsbiologe George Williams hat 1957 einige wichtige Erkenntnisse über das Altern dargelegt, die nur vor dem Hintergrund der Evolutionsbiologie zu verstehen sind. Er hat darauf aufmerksam gemacht, daß das Alter, in dem ein Tier zum erstenmal Nachwuchs bekommt, zwischen verschiedenen Arten sehr stark variiert und daß dieses Alter der ersten Fortpflanzung in Beziehung zur maximal erreichbaren Lebenslänge der jeweiligen Art steht. Je höher das Alter bei der ersten Fortpflanzung ist, desto mehr muß die betreffende Spezies in Selbstheilungs- bzw. Reparaturprozesse investieren und kann auch insgesamt älter werden.

Hat eine Tierart ein höheres Risiko, früh Unfälle mit irreparablen Schäden zu erleiden, wäre eine solche Investition nicht sinnvoll. Entsprechend haben solche Tiere (z.B. Mäuse) eine kürzere Lebenserwartung und kürzere Reproduktionszyklen. Wenn das Risiko für eine Spezies gering ist, Unfälle mit irreparablen Schäden zu erleiden, z.B. nicht von Raubfeinden gefressen zu werden, ist eine größere Investition in eine längere Lebensdauer vorteilhaft. Dann lohnt es sich, mehr Energie in kostspielige Selbstheilungsmechanismen zu stecken und damit den Alterungsprozeß zu verlangsamen. Arten, deren Risiko gering ist, Opfer von Raubtieren zu werden, haben also durch aufwendigere Selbstheilungsmechanismen viel zu gewinnen.

Das gilt z.B. für Vögel - sie können vor Raubfeinden wegfliegen - im Vergleich zu Säugetieren und auch für Schildkröten im Vergleich zu anderen Reptilien - der Rückenschild bietet Schildkröten einen Schutz, über den andere Reptilien nicht verfügen. Seevögel wie Sturmvogel und Albatros sind die am besten vor Raubtieren geschätzten Vogelarten. Sie nisten auf entlegenen Inseln im Ozean, wo sie keine natürlichen Feinde haben. Ihr gemächlicher Lebenszyklus ähnelt durchaus dem des Menschen. Manche Albatrosse legen erst nach 10 Lebensjahren Eier. Bis Albatrosse die ersten Nachkommen haben, haben Mäuse bereits bis zu 60 Nachfolgenerationen. Vergleicht man die Lebensdauer verschiedener jeweils ausreichend ernährter Säugetiere unter Bedingungen, in denen sie nicht Beute von Raubtieren werden, mit der von Vögeln, stellt sich heraus, daß Vögel

tatsächlich langsamer altern und länger leben als gleich große Säugetiere. Das gleiche gilt für Schildkröten im Vergleich zu ungepanzerten Reptilien.

Die durchschnittliche Lebensspanne einer Art ist also eine mehr oder weniger optimierte Anpassung an ihre Lebensbedingungen. Ein langes individuelles Leben ist nicht per se das prioritäre Ziel der biologischen Evolution. Dieses liegt vielmehr darin, eine möglichst große Zahl von überlebensfähigen Nachkommen hervorzubringen.

2 Ausgewählte Alternstheorien

Es heißt, daß es mehr Theorien des Alterns gibt als Forscher auf diesem Gebiet. Keine der diskutierten Theorien erklärt bislang alle beobachteten Zusammenhänge. Die meisten biologischen Theorien gehen davon aus, daß Altern aufgrund eines Evolutionsdrucks unausweichlich ist. Was wissen wir darüber, in welchem Ausmaß der Alterungsprozeß beim Menschen genetisch festgelegt ist?

Die Theorie einer genetischen Programmierung des Alterungsprozesses postuliert, daß Altern im wesentlichen von der Deaktivierung von Genen abhängt, die die Langlebigkeit sicherstellen, sowie von einer Aktivierung von Alterungsgenen. Von besonderer Relevanz für diese Theorie ist, daß normale menschliche diploide Zellen nur eine begrenzte Anzahl von Zellteilungen durchmachen können, unabhängig davon, wie gut sie gepflegt werden. Die Anzahl der Zellteilungen hängt vom Alter der Person ab. Zellen, die sich dem Ende ihrer Zellteilungsfähigkeit nähern, enthalten relativ große Mengen von RNS, die die Zellteilung hemmt, wie experimentell gezeigt wurde. Vier verschiedene Gene oder Gruppen von Genen sind an diesem Phänomen beteiligt. Eines davon wurde auf dem Chromosom 4 lokalisiert (Ning et al., 1991). Die Funktionsweise dieser Gene wird z.Zt. sehr intensiv erforscht. Unbeantwortet bleibt bislang die Frage, wie der Organismus die Umschaltung auf den Alterungsprozeß kontrolliert (Neel, 1994).

Die maximal mögliche Lebenslänge des Menschen liegt nach heutiger Auffassung etwa bei 120 Jahren. Es gibt genügend gesicherte Beobachtungen, daß einzelne Menschen ein solches Alter erreicht haben. Berichte über Menschen, die sehr viel älter geworden sein sollen, erwiesen sich als nicht hinreichend und überzeugend dokumentiert (Olshansky et al., 1990). Das gilt zumindest für die USA, das Land der Erde, in dem heute die meisten sehr alten Menschen leben. Für die Variabilität der Lebenslänge beim Menschen spielen Erbfaktoren zwei-

felllos eine gewisse Rolle. Jedoch ist ihr Einfluß für die unterschiedliche Lebenslänge einzelner Individuen relativ gering. Das beste Rezept, möchte man sich diesen Einfluß zunutze machen, wäre, sich langlebige Eltern auszusuchen. Allerdings müßte man wirklich sehr langlebige Eltern finden, um überhaupt von einem bemerkenswerten Unterschied zu profitieren.

Eine seltene, rezessiv vererbte Erkrankung, das Werner-Syndrom, das etwa 10 unter einer Millionen Menschen betrifft, liefert einen weiteren Hinweis für die Vererbbarkeit der Geschwindigkeit, mit der der menschliche Alterungsprozeß verläuft. Das erste Anzeichen für diese Erkrankung ist, daß die Wachstumsbeschleunigung in der Adoleszenz nicht einsetzt. Bald ergrauen die Haare, und es folgen andere Erkrankungen, die für alte Menschen charakteristisch sind wie grauer Star beider Augen, typische Hautveränderungen, Diabetes, Osteoporose, Arterienverkalkung und Tumore. Die Lebenserwartung ist stark verkürzt. Sie beträgt nur etwa 45 Jahre. Das Werner-Syndrom wurde als Modell für einige genetische Aspekte des menschlichen Alterungsprozesses untersucht (Fukuchi et al., 1989).

Der Nachweis eines genetischen Einflusses wirft die Frage auf, warum bzw. wozu und auf welchem Wege Altern und Tod bei uns Menschen genetisch vorgeprogrammiert sein könnten. Wie wir gesehen haben, scheint es bei einigen Tierarten ja tatsächlich spezielle, schnell wirksame Programme zu geben, die unter natürlichen Umgebungsbedingungen zu einem genau festgelegten Zeitpunkt nach der Fortpflanzung für einen raschen Tod sorgen. Dieser zeitlich exakt synchronisierte Tod bei einigen Arten legt die Vermutung nahe, daß er für deren Nachkommen irgendwie von Vorteil ist, z.B. dadurch, daß Nahrungsquellen nicht von den jetzt nutzlos gewordenen Eltern aufgebraucht werden und damit nicht mehr in vollem Umfang für deren Nachwuchs zur Verfügung stehen.

Für uns Menschen gibt es, wie wir wissen, offensichtlich kein vergleichbar radikales Absterbeprogramm. Eine populäre Alternstheorie macht sich aber eine ähnliche Argumentation zunutze. Sie besagt, daß eine programmierte zahlenmäßige Abnahme einer Population die verbleibenden, jüngeren Individuen, z.B. durch das verbesserte Nahrungsangebot begünstigen könnte. Als entscheidender Punkt wird gesehen, daß die jüngeren Mitglieder einer Population immer die Quelle für neue Mutationen sind, die möglicherweise die Fitness einer Spezies verbessern. Wenn Altern bevorzugt das Nachfolgen neuer Generationen begünstigen würde, würde es deshalb den Prozeß der Evolution beschleunigen und damit einen Selektionsdruck für die eigene Spezies bewirken. Ein Hauptproblem

bei diesem Gedanken ist jedoch, daß er sich auf eine Evolutionskraft beruft, die auf dem Überleben einer Gruppe beruht, d.h. auf sogenannter Gruppenselektion. Diese Kraft müßte stärker sein als die auf dem Überleben des Individuums beruhenden Evolutionskräfte. Viele Evolutionsexperimente außerhalb der Altersforschung haben allerdings gezeigt, daß Gruppenselektion in der Regel eine schwächere Kraft ist (Danner & Schröder, 1992). Die Idee des "Platzmachens für die Jungen" ist aber dennoch latent sehr verbreitet. Sie steckt z.B. auch in dem gegenwärtig modisch gewordenen Beklagen einer für die Jüngeren sozialpolitisch zu hohen Belastung durch einen stetig wachsenden "Altenberg".

Eine andere Theorie, die antagonistische Pleiotropie, betrachtet Altern durchaus als nachteiligen Prozeß, der allerdings unausweichlich ist. Diese Ansicht geht von der Annahme aus, daß Mutationen, die zu altersabhängigen Funktionsverlusten führen, geringe negative evolutionäre Auswirkungen zeigen, da ihre schädlichen Wirkungen später, nach der reproduktiven Phase eintreten. Die Natur kann aber nicht direkt gegen eine Mutation selektionieren, die einen Organismus tötet, nachdem er seine Fortpflanzung beendet hat. Deswegen könnten Organismen spätwirkende schädliche Mutationen wahllos akkumulieren. Dies wäre insbesondere dann der Fall, wenn die mit diesen Mutationen verbundenen Eigenschaften in einer frühen Lebensphase, also vor oder bis zur Reproduktion, deutliche Vorteile für das Individuum bzw. für seinen Fortpflanzungserfolg mit sich bringen. So könnte beispielsweise ein Gen für ein energieproduzierendes Enzym sehr vorteilhaft sein und sich in einer Population durchsetzen, obwohl es gleichzeitig toxische chemische sogenannte freie Radikale erzeugt, die Sch.,den im Organismus verursachen, die sich aber erst nach dem Fortpflanzungsalter ungünstig auszuwirken beginnen. Eine Vorhersage dieser Theorie ist, daß eine künstlich herbeigeführte Verkürzung der Reproduktionsphase zu einer kürzeren Lebensspanne führt und eine Verlängerung dieser Phase zu einer längeren Lebensspanne. Dieses Prinzip wurde an Fruchtfliegen getestet und bestätigt.

Ein Spezialfall dieser antagonistischen Pleiotropie ist die sogenannte "Disposable Soma"-Theorie, eine der wichtigsten Alternstheorien, die auf evolutionstheoretischen Konzepten basieren (Danner & Schröder, 1992). Sie sieht Altern als Folge eines evolutionären Wettstreits zwischen "Unsterblichkeit des Individuums" und seiner "Fortpflanzung" - ein Wettstreit, der, wie wir gesehen haben, letztlich immer zugunsten der Fortpflanzung ausgehen muß. Diese Theorie fragt danach, wie ein Organismus am besten seine metabolischen Ressourcen, seine Energie einsetzt. Entweder werden die entsprechenden Energieressourcen dafür

verwendet, Tag für Tag am Leben zu bleiben, oder dafür, daß der Organismus durch Reproduktion dafür sorgt, daß seine Gene nach seinem Tod am Leben bleiben. Keine Spezies ist immun gegenüber Gefahren durch Raubtiere, Hunger oder Krankheiten. Nach dieser Theorie ist es lediglich erforderlich, daß der Körper (Soma) möglichst solange gesund bleibt, bis die Reproduktion gesichert ist und die meisten Individuen ohnehin durch andere akzidentelle Ursachen gestorben sind. Zuviel Energie in die Erhaltung des Individuums zu stecken, wäre von Nachteil, wenn dies die Ressourcen verbraucht, die für die Reproduktion erforderlich sind. Die optimale Strategie ist somit, weniger Energie in die Erhaltung des somatischen Organismus zu stecken, als für ein unbegrenztes Überleben erforderlich ist. Der Alterungsprozeß wird nach dieser Theorie dadurch in Gang gesetzt, daß sich nicht reparierte Zellen und Gewebedefekte allmählich ansammeln. Der Grad der Erhaltung des Organismus wird so geregelt, daß der Schaden nicht vor einem Alter ernsthafte Auswirkungen hat, bis zu dem ein Überleben in der freien Natur extrem unwahrscheinlich wäre.

Eindrucksvolle Beispiele und Illustrationen für die evolutionsbiologischen Theorien sind Tierarten, die sich nur einmal fortpflanzen. Hierzu gehören die pazifischen Lachse, die im Gegensatz zu ihren atlantischen Vettern unmittelbar nach dem Ablachen sterben. Hervorgerufen wird ihr synchronisierter Tod durch die Auswirkungen eines starken Anstiegs von Steroidhormonen auf das Immunsystem, das Pilzinfektionen in den Kiemen und anderen Organen jetzt nicht mehr kontrollieren kann. Diese Lachsart hätte offensichtlich keine Chance mehr, ihren Weg ein zweites Mal ins Meer und wieder zurück in die Süßwasserseen ihrer Geburt zu finden, um dort erneut zu laichen. Wird der Hormonanstieg durch menschliches Eingreifen verhindert, überleben die Lachse die für sie kritische Zeit zwar, sie werden dadurch aber nicht unsterblich (Danner & Schröder, 1992).

Der Oktopus stirbt unmittelbar, nachdem sein Nachwuchs aus den Eiern geschlüpft ist. Nach dem Laichen beschützt er sein befruchtetes Gelege sehr sorgsam rund um die Uhr vor möglichen Freßfeinden. Er läßt es nicht mehr aus den Augen und versorgt es mit sauerstoffreichem Wasser. In dieser Zeit jagt und frißt er nicht mehr, wohl weil er sonst seinen Nachwuchs für kurze Zeit vernachlässigen und gefährden würde. Dieses Verhalten sichert ein beschütztes Schlüpfen der Jungen natürlich am besten. Da der Oktopus sich kein zweitesmal fortpflanzt, kann die Evolution seinen Tod "hinnehmen" und das sichere Schlüpfen der Jungen auf diese Weise optimieren. Sind die Jungen einmal geschlüpft, ist das Elterntier nicht mehr von Nutzen.

Männliche australische Beutelmäuse (*Antechinus stuartii*) sterben an den Folgen von Streß nach der Begattung der Weibchen. Der in dieser Zeit kontinuierliche Testosteronanstieg steuert ihr Verhalten und ermöglicht ihnen eine effektive Fortpflanzung. Das sichert die Weitergabe ihrer Gene. Mit einem exzessiven Kopulationsverhalten geht aber auch eine sehr starke Konkurrenz zwischen den Männchen einher, was zu vermehrten Rivalenkämpfen der Männchen untereinander führt. Bei siegreichem Ausgang erhöht das den Fortpflanzungserfolg. Der mit diesen Auseinandersetzungen verbundene außerordentliche Streß aktiviert jedoch auch das Hypophysen-Nebennierenrindensystem und bewirkt einen sehr starken Anstieg von Testosteron und freiem Cortisol im Serum. Hierdurch wird das Immunsystem erheblich beeinträchtigt. Es kommt zum Tod durch die Invasion von Parasiten und Mikroorganismen und durch gastrointestinale Blutungen (Bradley, 1980).

Zwei weitere Alternstheorien erklären, wie es zur Schädigung von Zellstrukturen und zu Funktionsverlusten der Zellen kommen kann, die für den Alterungsprozeß verantwortlich sind.

1. Die erste Theorie (Theorie der freien Radikale) geht davon aus, daß während der normalen Stoffwechselprozesse im Organismus sogenannte freie oxidative Radikale entstehen. Molekularer Sauerstoff bildet in den Zellen hochreaktive Zwischenprodukte, die lebenswichtige Moleküle der Zellen wie DNS, RNS, Proteine und Lipide schädigen können (Schröder, 1989; Duthie, 1992). Durch eine Reihe von Reaktionen entstehen dabei Superoxidradikale, Wasserstoffperoxid, Hydroxylradikale und Wasser. Die Reaktionen der freien oxidativen Radikale mit DNS, RNS, Proteinen und Lipiden führen zu einer stetig wachsenden Ansammlung geschädigter wichtiger Zellkomponenten. Dies wiederum bewirkt die komplexen Alterungsprozesse. Der Organismus nimmt mit der Nahrung eine Reihe von Substanzen auf, die sehr schnell mit den freien Radikalen reagieren und sie unschädlich machen können. Er produziert auch selber derartige Substanzen. Derartige Antioxidantien sind z.B. Urate, die Superoxid-Dismutase, Vitamin E, Karotinoide und Flavinoide. Trotz dieser Abwehrmechanismen können freie Sauerstoffradikale in der Zelle gemessen werden, die zeitweise ihrer Deaktivierung entkommen. Die Produkte der Schädigung von DNS und Lipiden können im Urin nachgewiesen werden. Mit einer größeren Nahrungsaufnahme ist auch eine höhere Produktion von freien Radikalen verbunden. Durch eine Einschränkung der Nahrungszufuhr konnte bei Ratten eine Lebensverlängerung um 10-25% erreicht werden. Auch wurde hierdurch die Entwicklung von Krebs-

erkrankungen zeitlich verzögert (Yu, 1987; Keenan et al., 1994). Es gibt außerdem Hinweise dafür, daß bei im Labor gehaltenen Nagetieren bestimmte Gene differenziert auf eine kalorische Einschränkung der Nahrungszufuhr reagieren (Heyduri & Richardson, 1992). Die experimentelle Verabreichung von Antioxidantien kann, wenn sie frühzeitig im Leben vorgenommen wird, bei einer Reihe von Tieren die durchschnittliche Überlebenszeit, nicht aber die maximale Lebensspanne erhöhen (Ames et al., 1993).

2. Die zweite Theorie (Reparatur-Mechanismus-Theorie) postuliert, daß sich trotz verschiedener wirksamer Reparaturmechanismen unvollständig oder nicht reparierte Schädigungen der DNS als somatische Mutationen ansammeln, bis schließlich die Zelle nicht mehr funktionsfähig ist, stirbt oder sich nicht mehr teilen kann (Kirkwood, 1989). Die normale "gesunde" DNS reagiert nicht nur mit freien Radikalen, sondern auch mit vielen anderen Molekülen in der Zelle. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die kleinen Methylgruppen (-CH₃), von denen angenommen wird, daß sie eine wichtige Rolle bei der Steuerung der Genaktivität spielen. Es wurde die Hypothese aufgestellt, daß die Methylgruppen, die eine Schutzfunktion ausüben, mit zunehmendem Alter allmählich von der DNS zurückgezogen werden. Erreicht diese Demethylierung ein bestimmtes Ausmaß, werden Alterungsgene aktiviert. Eine Variante dieser Theorie besagt, daß wiederholte Teilungen somatischer Zellen zunehmend die Telomeren, die die Enden der Chromosomen umfassen, schädigen, so daß schließlich die Chromosomen nicht mehr länger funktionsfähig sind.

Wahrscheinlich resultiert der Alterungsprozeß aus einer Mischung der verschiedenen hier vorgestellten und zusätzlichen Mechanismen. Die Systeme zur Lebenserhaltung des menschlichen Organismus sind im Evolutionsprozeß in einer Zeit entstanden, in der die durchschnittliche Lebenserwartung viel kürzer als heute war und ehe die neuen sozialen und medizinischen Errungenschaften unsere Mortalität so stark verringert haben. Das heißt, wir beginnen die Auswirkungen des Alterns in einem Lebensalter zu erfahren, in dem die meisten Individuen der Spezies unter den Bedingungen des Lebens in der freien Natur bereits gestorben waren, d.h. beim Menschen etwa zu Beginn des 5. Jahrzehnts. Gewöhnlich überleben wir Menschen die Zeugung unserer Kinder um Jahrzehnte. Ein post-reproduktives radikales Absterbeprogramm wie bei den Lachsen entspricht nicht unserer protrahierten Brutpflege, von der unsere Nachkommen auf Gedeih und Verderb abhängig sind. Wir beobachten sogar, daß die Vermittlung unserer Kulturleistungen eine lange und offenbar immer länger werdende Pflegeperiode

für unseren Nachwuchs zur Voraussetzung hat. Auf der Grundlage des menschlichen Evolutionsprozesses scheint es einen Zusammenhang zwischen wachsender menschlicher Kulturleistung und zunehmender Langlebigkeit zu geben (siehe auch Absch. 3).

Ein langes gesundes Leben für jeden einzelnen ist offensichtlich kein prioritäres Ziel der biologischen Evolution! Dieser Wunsch eines jeden Menschen, den zu verwirklichen wir zu Recht als ethische Aufforderung ansehen, ist vielmehr eine Aufgabe und ein Ziel unserer kulturellen Evolution. Diesem Ziel können wir uns schrittweise aber nur dann erfolgreich annähern, wenn wir auch die Erfordernisse der biologischen Evolution im Auge behalten, sie nicht auf den Kopf stellen, sondern ihnen gerecht werden. Die kulturelle Evolution ist auf die produktive Nutzung wachsender Langlebigkeit angewiesen, soweit die Einschränkungen des Alterns nicht selbst dem Grenzen setzen. Diese Einschränkungen gilt es unter kulturellen Gesichtspunkten hinauszuzögern und zu vermindern.

Betrachten wir die historischen Überlebenskurven (Abb. 1), so entsprechen die früheren Kurven deutlich den Überlebenskurven wildlebender die früheren Kurven deutlich den Überlebenskurven wildlebender Säugetierpopulationen, die jüngeren Kurven gleichen auffallend denen von domestizierten Säugetieren unter schützenden Laborbedingungen. Die als "Rektangularisierung" beschriebene Entwicklung der historischen menschlichen Überlebenskurven sind stark von selbstgestalteten Umwelteinflüssen, also sozial und technisch organisierter Einwirkung, beeinflusst. Dies wirft die Frage auf, in welchem Ausmaß die Länge des menschlichen Lebens, und vorzugsweise natürlich in gesundem Zustand, von inneren Faktoren abhängig ist, d.h. von biologischen, vererbten, genetischen Eigenschaften. In welchem Ausmaß sind diese Faktoren durch äußere Einflüsse, durch günstige oder ungünstige Umwelt- oder kulturelle, soziale Faktoren beeinflussbar? Wie groß ist also die "Plastizität" der Dauer des menschlichen Lebens? Welches sind die grundlegenden Bestimmungsfaktoren? Wie groß sind die Beeinflussungsmöglichkeiten, bzw. in welchem Ausmaß kann das Leben durch günstige Lebensbedingungen verlängert werden? Ist dieser Prozeß durch menschliches Eingreifen gezielt steuerbar? Sollten wir wirksame Faktoren finden, mit denen ein gewisses Maß an Steuerbarkeit möglich erscheint? Werden Menschen freiwillig ihre Chancen zu einem längeren, gesunden Leben nutzen? Was sind die Bedingungen, die Voraussetzungen für eine derartige Entwicklung?

Diese Fragen sollen als roter Faden für diesen Beitrag dienen.

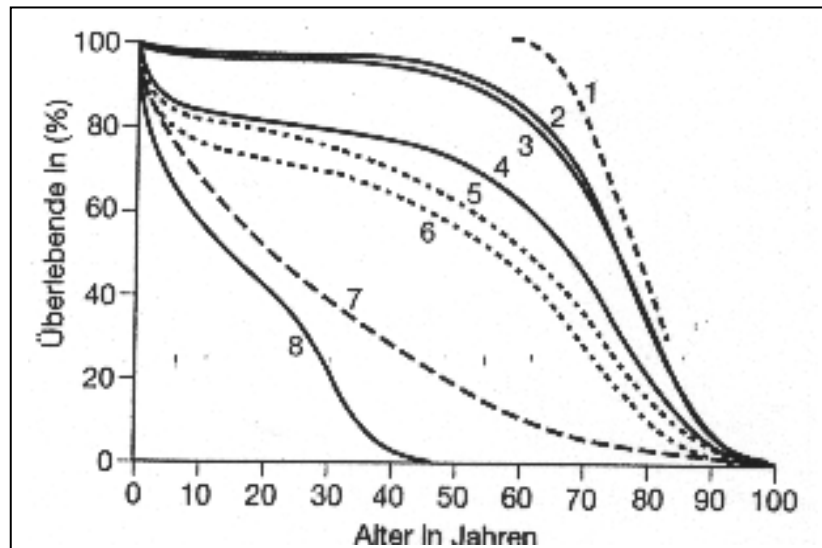


Abb.1: Überlebenskurven verschiedener menschlicher Bevölkerungen:
 1 = theoretische Grenze der biologischen Lebensdauer; 2 = England und Wales 1965-67, 3 = USA, alle Weißen 1959-61; 4 = Italien 1930-32; 5 = USA, alle Weißen 1900-02; 6 = England und Wales 1891-1900; 7 = altes Rom; 8 = hypothetische Überlebenskurve der Neandertaler (modifiziert nach Walford, 1981).

3 Alterungsprozesse beim Menschen

Warum altern wir Menschen langsamer als unsere nächsten Verwandten im Tierreich, die Menschenaffen? Warum können wir doppelt so alt werden wie sie und wie kam es dazu? Warum werden Frauen älter als Männer? Warum haben Frauen ein Klimakterium und nutzen nicht die ganze ihnen zur Verfügung stehende Lebenszeit zur Erzeugung von Nachwuchs? Die Evolutiongeschichte des Menschen gibt uns hier eine Reihe von Hinweisen, die wir etwas näher betrachten wollen.

Vor etwa 7 Millionen Jahren trennten sich die Entwicklungslinien des Menschen von denen der Schimpansen, mit denen wir heute noch zu 98,4% identisches Erbgut teilen. Es entwickelten sich *Australopithecus africanus*, dann vor 2 1/2 Millionen Jahren *Homo habilis*, gefolgt von *Homo erectus* und schließlich

Homo sapiens. Unter der Annahme eines durchschnittlichen Fortpflanzungsalters von 20 Jahren sind das wenigstens drei "Spezifikationen" des Menschen in nur 250.000 bis 350.000 Generationen. Die relativ große Geschwindigkeit, mit der sich die menschliche Evolution vollzogen hat, ist eine der wichtigen biologischen Erkenntnisse in diesem Jahrhundert (Neel, 1994).

Voraussetzungen für diese Geschwindigkeit der biologischen Evolution des Menschen waren wahrscheinlich das männliche Reproduktionsverhalten und die Art des Zusammenlebens unserer Vorfahren in relativ kleinen, von einander mehr oder weniger isolierten Gruppen und Verbänden. Genetische Untersuchungen bei Yanomami-Indianern, die noch auf ursprüngliche Weise unter Steinzeitbedingungen im Amazonasgebiet lebten, haben zusammen mit Computersimulationen Aufschluß darüber gebracht, wie schnell sich genetische Änderungen vollziehen können, wie schnell ein "schlechtes" Gen aus einer Population verschwindet und sich ein "gutes" Gen durchsetzt. Die Yanomamis leben in Dörfern mit etwa 50 bis 150 Personen, denen ein oder zwei Häuptlinge vorstehen. Gelegentlicher Kontakt besteht nur zwischen Dörfern in unmittelbarer Nachbarschaft. Meist wird innerhalb eines Dorfes geheiratet, mitunter kommen Frauen auch aus einem Nachbardorf. Kontakte oder genetischen Austausch mit entfernten Dörfern gibt es nicht. Nimmt ein erfolgreiches Dorf an Einwohnerzahl zu, und kommt es zu vermehrten Spannungen z.B. zwischen konkurrierenden Häuptlingen, dann spalten sich Gruppen oft untereinander verwandter und befreundeter Personen von der Dorfgemeinschaft ab und gründen ein neues Nachbardorf.

In der Yanomami-Kultur ohne materielle Reichtümer ist einer der entscheidenden Anreize und Belohnungen für die Männer, Häuptling zu werden, die Möglichkeit, mehrere Frauen zu besitzen. Entsprechend hinterlassen die von der Dorfgemeinschaft akzeptierten Häuptlinge beträchtlich mehr Nachkommen als andere Männer der Gruppe. Das ist der Grund dafür, daß sich vorteilhafte Gene der Häuptlinge mit erstaunlicher Geschwindigkeit durchsetzen. Männer mit unvorteilhaften Genen haben geringere Chancen, als Häuptlinge akzeptiert zu werden und viele Nachkommen zu hinterlassen. Auch wenn unsere Sammler- und Jägervorfahren zunächst noch nicht in Dörfern zusammengelebt haben, könnten doch ähnliche Strukturen des sozialen Zusammenlebens die Grundlage dafür gebildet haben, daß sich die biologische Evolution des Menschen mit so großer Geschwindigkeit vollzogen hat (Neel, 1980).²

Auch nach einer Evolutionsgeschichte des Menschen von mehreren Millionen Jahren wurden unsere Vorfahren nicht älter als andere Menschenaffenarten. Noch die Neandertaler, die erst vor rund 130.000 Jahren auftauchten, starben, wie Datierungen aus Skelettfunden belegen, meistens zwischen 30 und 40 Jahren und wurden nicht älter als maximal 45 Jahre. Den von ihnen hinterlassenen primitiven Steinwerkzeugen nach zu urteilen war ihre Kulturstufe im Vergleich zu den später auftauchenden Menschen noch sehr einfach und wenig differenziert.

Erst als anatomisch moderne Menschen in der Spätphase des letzten Eiszeitalters in Europa auftauchten, ist ein abrupter kultureller Aufstieg zu verzeichnen und mit ihm erreichten Menschen auch ein höheres Alter. Die Skelettfunde belegen, daß diese, nach ihrem französischen Fundort Cro-Magnon, benannten Menschen durchaus über 60 Jahre alt werden konnten.

Wie kam es zu dieser Entwicklung? Die kulturelle Vielfalt der Cro-Magnons, ihre ausgefeilte, differenzierte Werkzeugtechnologie, die der Neandertaler weit überlegen war, ermöglichte ihnen eine bessere Erschließung von Nahrungsquellen und damit ein größeres Wachstum ihrer Populationen. Die evolutionäre

² Bilden sich größere Gemeinschaften von Menschen, die untereinander heiraten und Nachkommen zeugen, z.B. in Städten, Staaten oder Religionsgemeinschaften, verlangsamt sich der genetische Wandel. Dies ist eine Folge des Fehlens kleiner, miteinander konkurrierender Gruppen, die sich vorzugsweise innerhalb ihrer eigenen Gruppe selektiv fortpflanzen. Ein derartiger Zusammenschluß von Menschen zu größeren Gruppen und Verbänden verlangsamt die biologische Evolution - der Genpool stabilisiert sich. Die kulturelle Evolution wird hierdurch jedoch beschleunigt und vielfach sogar erst ermöglicht. Sie vollzieht sich in einem Tempo, mit dem die biologische Evolution nicht Schritt halten oder konkurrieren kann.

Grundlage dieses kulturellen Aufschwungs waren wahrscheinlich geringe genetische Änderungen in Anatomie und Funktion von Kehlkopf, Zunge und dazugehörige Muskeln, was eine genauere und differenziertere Aussprache von Lauten ermöglichte, und schließlich zur Entwicklung von komplexen Sprachen führte. Erst die Fortschritte in Lern- und Sprechfähigkeit ermöglichten eine kontinuierliche und umfangreiche Weitergabe des durch die Alten angesammelten Wissens an ihre Nachkommen. Dies brachte so erhebliche Vorteile mit sich, daß diejenigen unserer Vorfahren deutlich bessere Chancen zu überleben hatten, die mehr Wissen ansammeln konnten, weil sich ihre Alterungsprozesse langsamer vollzogen. Unsere kulturelle Evolution begann und begünstigte, daß sich unsere biologischen Alterungsprozesse verzögerten.

Warum werden Frauen älter als Männer? Gibt es hierfür eine biologische Grundlage? Bei den meisten Tierarten setzen sich die männlichen Angehörigen durch Kämpfe und auffällig zur Schau gestellte Merkmale größeren Gefahren aus. Damit ist das Risiko, einem "unnatürlichen" Tod zum Opfer zu fallen, für sie auch erheblich größer als für die weiblichen Angehörigen ihrer Art. Das gilt auch für den Menschen. Deswegen ist für Frauen ein größerer potentieller Vorteil aus Selbstheilungsmechanismen und aus einer langsameren Alterung zu erwarten als für Männer. Mit der größeren Häufigkeit unnatürlicher Todesfälle bei Männern geht daher auch einher, daß Männer schneller altern und eine höhere natürliche Todesrate aufweisen als Frauen. Zum gegenwärtigen Unterschied der durchschnittlichen Lebenserwartung von 7 Jahren zugunsten der Frauen tragen allerdings auch noch andere, risikobehaftete Verhaltensweisen der Männer bei (z.B. ihre stärkeren Rauchgewohnheiten).

Die treibende Kraft hinter der Evolution ist die Weitergabe genetischer Anlagen an die nächste Generation. Deswegen leben die einzelnen Individuen der verschiedenen Tierarten selten länger als bis zum Ende ihres fortpflanzungsfähigen Alters. Es ergibt sich kein evolutionärer Nutzen daraus, den Körper länger in gutem Zustand zu erhalten. Es ist also eine erklärungsbedürftige Ausnahme, daß Frauen - anders als Tiere - nach dem Einsetzen der Menopause noch Jahrzehnte weiterleben, und auch Männer ein Alter erreichen, in dem die meisten schon lange nicht mehr damit beschäftigt sind, Nachkommen zu zeugen.

Einige weitere menschliche Besonderheiten können diesen vermeintlichen Widerspruch zu den evolutionsbiologischen Alterungstheorien klären: Die Phase intensiver elterlicher Fürsorge ist beim Menschen ungewöhnlich lang; sie erstreckt sich über fast zwei Jahrzehnte. Selbst die Älteren, deren Kinder bereits

erwachsen sind, haben noch enorme Bedeutung für das Überleben nicht nur ihrer Kinder, sondern der gesamten Sippe. Vor der Verbreitung der Schrift dienten sie als der wichtigste Träger unentbehrlichen Wissens. Deswegen hat uns die Natur mit der Gabe versehen, unseren Körper auch dann noch in relativ gutem Zustand zu erhalten, wenn die weiblichen Fortpflanzungsanlagen schon lange verkümmert sind. Hinzu kommt, wie Diamond (1992) einleuchtend ausführt, daß die Geburt eines Kindes für die Mutter eine außergewöhnliche Gefahr darstellt, weil das menschliche Baby im Verhältnis zu seiner Mutter enorm groß ist - eine Folge unseres Evolutionsprozesses. Das Gewichts-verhältnis zwischen Menschenbaby und Mutter beträgt etwa 1:15, bei Gorillas 1:90! Für eine Gorilla- und Schimpansenmutter stellt die Geburt eines Babys keine besondere Gefahr dar. Vor der Entwicklung der modernen Techniken der Geburtshilfe verloren viele Frauen bei der Entbindung ihr Leben. Menschliche Babys sind extrem abhängig von ihren Eltern und vor allem von ihren Müttern. Anders als die Jungen von Menschenaffen können sie sich nach ihrer Entwöhnung von der Muttermilch nicht einmal selber ernähren. Unter den Lebensbedingungen der Sammler und Jäger wäre der Tod der Mutter mit großer Wahrscheinlichkeit auch für ihren Nachwuchs fatal, und zwar bis in ein höheres Lebensalter als bei irgendeiner anderen Primatenart. Eine Frau mit mehreren Kindern setzte deren Leben deswegen bei jeder weiteren Geburt aufs Spiel. Die natürliche Selektion führte wahrscheinlich zum Klimakterium und zum Ende der weiblichen Fruchtbarkeit, um die früheren Investitionen der Mutter in ihre Kinder zu schützen. Da die Geburt von Kindern für Männer nicht mit einer Todesgefahr verbunden ist, entwickelte sich bei ihnen kein Klimakterium.

Das weibliche Klimakterium kann man, dieser Argumentation folgend, somit als eine biologische Anpassung daran verstehen, daß wir mittlerweile "von Natur aus" Kulturwesen sind, d.h. daß unsere Natur es uns ermöglicht hat, eine differenzierte Sprache und andere Fähigkeiten zu entwickeln, mit denen wir Wissen in einem Ausmaß, wie es keine andere Tierart kennt, ansammeln und weitergeben können.

4 Gegenwärtige Entwicklung der Alterungstrends³

Die Anzahl alter Menschen (>64 Jahre)⁴ auf der Erde wurde 1992 auf 342 Millionen oder 6.2% der Erdbevölkerung geschätzt. Das ist ein Zuwachs seit 1991 um 9.7 Millionen Menschen. Die Zunahme der Zahl alter Menschen betrug monatlich mehr als 800.000 Personen. Dieses Wachstum wird sich bis zum Jahr 2010 auf 1.1 Millionen pro Monat beschleunigen. In 26 Nationen lebten 1990 mehr als 2 Millionen Alte und bis zum Jahr 2025 könnten es mehr als 55 Nationen sein. Die sehr Alten (>79 Jahre) machten 1992 weltweit im Durchschnitt 16% der Altenbevölkerung aus, 22% in den entwickelten Ländern und 12% in den Entwicklungsländern.⁵

Seit Jahrhunderten nimmt die Anzahl alter Menschen auf der Erde zu. Neu ist die Geschwindigkeit, mit der dies heute geschieht. Dies betrifft nicht nur die reichen Industrienationen, sondern auch die Entwicklungsländer, in denen dieser Prozeß sogar häufig schneller verläuft. Entwicklungsländer tragen 62% zu der monatlichen Zunahme der Weltbevölkerung alter Menschen bei. Mehr als die Hälfte der alten Menschen (55% oder 176 Millionen) lebte 1990 in den Entwicklungsländern. Bis zum Jahr 2025 wird erwartet, daß dieser Anteil auf 68% oder 277 Millionen Menschen anwachsen wird.

Europa weist mit 14% (1990) den höchsten Anteil alter Menschen auf und wird auch in den nächsten drei Jahrzehnten Spitzenreiter bleiben. Im Jahre 2025 wird einer von 10 Europäern 75 Jahre oder älter sein. In einigen europäischen Ländern wie Frankreich und Deutschland beträgt der Anteil der über 79jährigen an der über 64 Jahre alten Bevölkerung 25% oder mehr. In keinem Land der

³ Grundlage für die Ausführungen in diesem und im folgenden Kapitel ist im wesentlichen: U.S. Department of Commerce, Economics and Statistics Administration, Bureau of the Census, International, Population Reports, P95/92-3: An aging world II.

⁴ Folgende zwei Definitionen werden im folgenden für die Einteilung der verschiedenen Untergruppierungen alter Menschen verwendet: die *Alten* (65 Jahre und älter) und die *sehr Alten* (80 Jahre und älter). Weitere übliche Unterteilungen sind die *jüngeren Alten* (65-74 Jahre) und die *älteren Alten* (75 Jahre und älter).

⁵ Die hier verwendete Einteilung entspricht der der Vereinten Nationen in "stärker entwickelte" und "weniger entwickelte" Länder. Die entwickelten Länder schließen alle Länder Europas einschließlich der ehemaligen Sowjetunion ein sowie Nordamerika, Japan, Australien und Neuseeland. Die übrigen Länder werden als Entwicklungsländer klassifiziert.

Erde lebten 1990 mehr über 84jährige als in den USA, nämlich etwa 3 Millionen. Das sind fast 10% der Altenbevölkerung in den USA.

Der Alterungsprozeß einer Bevölkerung wird durch die Geburtenrate (Fertilität) und die Mortalitätsrate bestimmt. Populationen mit einer hohen Geburtenrate haben meist einen geringen Anteil alter Menschen und umgekehrt. Der Übergang einer Gesellschaft mit hoher Geburten- und hoher Mortalitätsrate in eine Gesellschaft mit niedriger Geburten- und niedriger Mortalitätsrate wird als demographische Transition bezeichnet. Sie ist gewöhnlich zunächst durch eine Abnahme der Kindersterblichkeit als Folge einer Verminderung von Infektions- und parasitären Erkrankungen gekennzeichnet. Hieraus resultiert eine Verbesserung der Lebenserwartung nach der Geburt, und wenn die Geburtenraten weiterhin hoch bleiben, entstehen große und sich im Verhältnis zur Erwachsenenpopulation weiter ausdehnende Geburtenkohorten von Kindern. Populationen altern, wenn die Geburtenraten abnehmen und sich die Mortalitätsraten in allen Alterstufen verringern. Gewöhnlich ist die Fertilität die treibende Kraft für Veränderungen der Altersstruktur einer Bevölkerung. In Ländern mit einem hohen Bevölkerungsanteil von Alten haben jedoch die Veränderungen der Mortalität ein viel größeres Gewicht. Auch wenn beispielsweise die Fertilität in Italien bis zum Jahr 2040 mit 1,4 Kindern pro Frau auf einem sehr niedrigen Stand bleibt, wird mehr als die Hälfte des Zuwachses des Anteils der über 60Jährigen an der Bevölkerung Folge von Mortalitätsreduktion sein (Caselli, 1987).

So gut wie alle Nationen haben eine kontinuierliche Verbesserung von Lebenserwartung und Gesundheit zu verzeichnen, wenn auch in unterschiedlich starker Ausprägung. Der Spitzenreiter ist Japan. 1990 betrug die durchschnittliche Lebenserwartung bei der Geburt 79 Jahre. Mit Ausnahme von Osteuropa, wo sich höhere Mortalitätsraten finden, liegt die Lebenserwartung in den meisten entwickelten Ländern zwischen 75 und 78 Jahren. Das sind im Mittel 11 Jahre mehr als in den Entwicklungsländern. Zwischen 1900 und 1990 hat die Lebenserwartung in den entwickelten Ländern bei Männern um 66% und bei Frauen um 71% zugenommen. In Spanien hat sich in dieser Zeit die Lebenserwartung sogar mehr als verdoppelt. Die Zunahme der Lebenserwartung war in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts größer als in der zweiten Hälfte. In vielen westlichen Nationen verlängerte sich die Lebenserwartung zwischen 1900 und 1950 um 20 oder mehr Jahre.

In den meisten entwickelten Ländern werden Frauen heute durchschnittlich 5-9 Jahre älter als Männer. Die durchschnittliche Lebenserwartung von Frauen

beträgt in wenigstens 15 Ländern mehr als 80 Jahre und viele Länder nähern sich dieser Schwelle. In den Entwicklungsländern beträgt der Unterschied in der Lebenserwartung zwischen Männern und Frauen 3-6 Jahre.

In Ländern, in denen die Säuglings- und Kindersterblichkeit noch relativ hoch ist, wie typischerweise in den Entwicklungsländern, resultiert der größte Teil einer Zunahme der Lebenserwartung daraus, daß Kinder die ersten riskanten Lebensjahre überleben. Wenn jedoch die Kindersterblichkeit sehr niedrig ist, wie in den entwickelten Ländern, ist eine Zunahme der Lebenserwartung im Bevölkerungssegment der Alten am größten.

Die gegenwärtigen Trends im Alterungsprozeß sind bei uns durch drei historische Merkmale gekennzeichnet:

1. durch Zunahme der Lebenserwartung in fortgeschrittenem Alter mit schnellem Anwachsen der ältesten Bevölkerungsgruppen, insbesondere der über 85Jährigen;
2. durch Überwiegen des Anteils von Frauen in höherem Alter;
3. durch Verringerung der altersspezifischen Mortalitätsraten für bestimmte wichtige chronische degenerative Erkrankungen (wie Schlaganfall oder ischämische Herzkrankheit).

Die Verbesserungen hinsichtlich eines Überlebens in höherem Alter legen nahe, daß gleichzeitig Änderungen sowohl im Gesundheitszustand als auch im Ablauf der natürlichen Krankheitsprozesse stattfinden. Die Mortalitätsraten von über 80jährigen sind in den USA, Kanada und Japan am niedrigsten und in Bulgarien am höchsten.

Selbst wenn die Sterblichkeit in den nächsten drei Jahrzehnten in Deutschland unverändert bleiben würde, was nicht anzunehmen ist, wird Modellrechnungen zufolge die Wohnbevölkerung über 65 Jahre um 28% anwachsen, und für beide Geschlechter gemeinsam wird ein Zuwachs der über 85Jährigen um 52% zu verzeichnen sein. Absolut und relativ am stärksten nimmt in den nächsten Jahrzehnten der Anteil der Männer in den allerhöchsten Altersstufen zu. Auch wenn der Anteil der Frauen im höheren Alter den der Männer bei weitem überwiegt und trotz der höheren männlichen Sterblichkeit, steigt vor allem der Anteil der Männer in den höchsten Altersstufen besonders stark, wenn es in einigen Jahrzehnten keine kriegsbedingten Unterbesetzungen der Männerjahrgänge mehr geben wird (Dinkel, 1992).

Basierend auf einigen Grenzzannahmen zu einer minimalen Mortalität lassen sich "maximale Lebenserwartungstabellen" erstellen (Schwartz et al., 1995). Hierbei wird davon ausgegangen, daß es eine biologisch fixierte maximale Lebensspanne von 115 Jahren gibt und daß sich die Sterblichkeit durch eine Beseitigung aller Krankheiten und Unfälle minimieren läßt. Legt man die Lebenserwartung von Westeuropa (1980) zugrunde, zeigt sich, daß die meisten zusätzlichen Lebensjahre in der Gruppe der über 65Jährigen gewonnen werden konnten bzw. können, nämlich 11,1 Jahre. In der Gruppe der 45-65Jährigen wären es nur 1,3 Jahre, bei 15-45Jährigen 0,5 und bei 0-15Jährigen 0,2 Jahre.

Hieraus geht hervor, daß bei uns erhebliche Verbesserungen in der Lebenserwartung nur in der Gruppe der alten Menschen erwartet werden können - ein Trend, der sich ja bereits in vielen Ländern der Erde vollzieht. Der zu erwartende enorme Zuwachs des Anteils alter Menschen wird beträchtliche Auswirkungen auf unsere gesamte soziale Organisation haben. Eine entscheidende Frage ist, ob durch diesen Alterungsprozeß unserer Bevölkerung lediglich die Krankheits- und Behinderungslast zunehmen wird, oder auch und stärker die produktiven, aktiven Lebensjahre.

5 Beziehung zwischen Morbidität und Mortalität - zur Kompressionstheorie der Altersmorbidity und was dagegen spricht

Es wird gewöhnlich angenommen, daß die Zunahme der Lebenserwartung in den entwickelten Ländern im 20. Jahrhundert auch mit einem generell verbesserten Gesundheitszustand verbunden ist. Allerdings bedeutet eine Verschiebung des Todeszeitpunktes in ein höheres Alter nicht notwendigerweise weniger Krankheit. In einer Analyse historischer Datenquellen kommt Riley (1990) zu der Schlußfolgerung, daß sich die Beziehung zwischen Erkrankungszeitpunkt und Tod infolge von Krankheit im Laufe der Zeit verändert hat. Die Verbindung zwischen Tod und Gesundheitsrisiken ist danach eher instabil über die Zeit gewesen. Eine Untersuchung aus den USA zeigt auf, daß das verlängerte Überleben von relativ kranken Menschen die generelle Verringerung der Morbidität der Restbevölkerung "rechnerisch" wieder ausgleicht. Deswegen bleibt der altersspezifische Gesundheitszustand der amerikanischen Bevölkerung im wesentlichen unverändert (Poterba & Summers, 1987). In den entwickelten Ländern ist die durchschnittliche Krankheitsdauer offensichtlich in den meisten Altersgruppen

umgekehrt proportional zur Sterberate. Eine Vier-Länder-Studie belegt, daß in Japan, den USA und Großbritannien die Mortalität ab- und die Morbidität zugenommen hat (Riley, 1990). In Ungarn hingegen ist im gleichen Zeitraum eine Zunahme der Mortalität zu verzeichnen und eine Abnahme der Morbidität. Aus diesen Studien könnte die Schlußfolgerung gezogen werden, daß das Risiko für Langzeitkrankheit (infolge abnehmender Mortalität, aber auch aufgrund früherer und besserer Krankheitserkennung) bei uns angestiegen ist.

Überlebenskurven (wie in Abb. 1 dargestellt) lassen sich auch nach verschiedenen Kategorien des Gesundheitszustands aufteilen (s. Abb. 2), wie z.B. dem Prozentsatz von Überlebenden ohne Funktionseinschränkungen, ohne Behinderung und ohne Schwerbehinderung. Das ermöglicht eine Beurteilung des Gesundheitszustandes einer Bevölkerung.

Abb. 2 zeigt Überlebenskurven australischer Männer und Frauen von 1988 gemäß ihrem Gesundheitszustand. Die Fläche zwischen der äußersten Überlebenskurve 1 (= alle Überlebende) und einer der Morbiditätskurven (2-4) gibt den Bevölkerungsanteil Überlebender in funktionseingeschränktem oder (schwer-)behindertem Zustand wieder.⁶ Aus dieser Abbildung ist zu ersehen, daß mehr als 80% der australischen Frauen bis zu einem Alter von 70 Jahren überleben, aber nur die Hälfte von ihnen tut dies ohne gesundheitliche Funktionseinbußen. Im Alter von 55-64 Jahren nimmt die Kurve 4 (keine gesundheitlichen Funktionsverluste) der Männer schneller ab als die der Frauen. Im Vergleich zu den Frauen verlangsamt sich diese Abnahme jedoch in höherem Alter bei den Männern wieder stärker. Der Unterschied der Flächen zwischen den beiden äußeren Kurven 1 und 2 bei beiden Geschlechtern besagt, daß Frauen eine größere Anzahl von Jahren in einem schwerbehinderten Zustand verbringen als Männer (Mathers, 1991).

Das Ausmaß, in dem sich die Überlebenskurven und deren Komponenten weiterhin "rektangularisieren" werden, ist Gegenstand anhaltender Debatten. Wichtige Themen dieser Diskussion sind die biologischen Grenzen des menschlichen Lebens und die Frage, ob die Morbidität sich zwangsläufig weiter ausdeh-

⁶ Die für diese australische Untersuchung gewählten Kategorien für Behinderung können nicht als repräsentativ für einen internationalen Standard angesehen werden, den es bislang noch nicht gibt. Viele Länder verwenden ihre eigenen Kategorien und Arbeitshypothesen. Die meist verwendeten Meßinstrumente basieren auf den Skalen der "Activities of Daily Living" (ADL und IADL), die die Fähigkeit des Individuums erfassen, Alltagsaktivitäten selbständig auszuführen wie Essen, Toilette benutzen, Gehen, Einkaufen, öffentliche Verkehrsmittel benutzen etc. (Katz et al. 1983; Schwartz, 1991).

nen wird oder ob sie sich durch geeignete Präventionsmaßnahmen komprimieren läßt (Olshansky et al., 1990; Fries, 1990, Manton et al., 1991).

Nachdem Menschen immer länger leben, wird die Qualität dieses längeren Lebens zu einem zentralen Thema. Leben wir nicht nur ein längeres, sondern auch ein gesünderes Leben? Oder verbringen wir einen wachsenden Anteil unseres Alters mit Behinderungen, Geisteskrankheiten und in subjektiv schlechtem Gesundheitszustand? In einer alternden Gesellschaft haben die Antworten auf diese Fragen zentrale Bedeutung für Volksgesundheit, Gesundheitsfürsorge und Rentenversicherung. In Zukunft wird die Lebenserwartung in gesundem, behinderungsfreiem Zustand ein ebenso wichtiges Maß werden, wie es die Lebenserwartung heute ist (Katz et al., 1983).

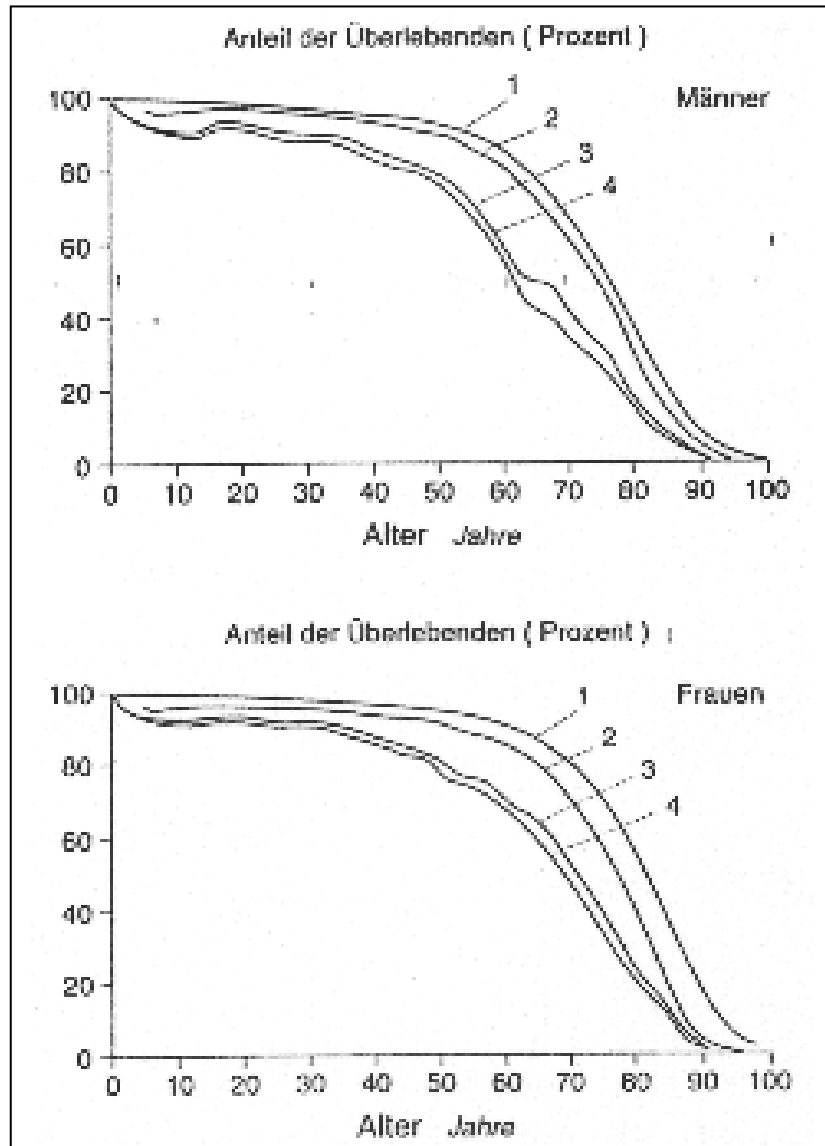


Abb. 2: Überlebenskurven australischer Männer (oberes Diagramm) und Frauen (unteres Diagramm) in behindertem und behinderungsfreiem Zustand, 1988. Die Überlebenden sind nach folgenden Kategorien verschiedener Behinderungsgrade eingeteilt: 1 = alle Überlebende, 2 = schwerbehindert, 3 = behindert, 4 = funktionseingeschränkt (nach Mathers, 1991).

Die Lebenserwartung in behinderungsfreiem Zustand ist dabei nicht notwendigerweise mit krankheitsfrei gleichzusetzen. Vielmehr bedeutet sie, daß keine wesentliche Funktionsbeeinträchtigungen bestehen, aber in ihren Konsequenzen beherrschbare Erkrankungen wie Diabetes und Hypertonie durchaus vorliegen können.

Daten aus Australien (Abb. 3) zeigen, daß zwischen 1981 und 1988 der Zuwachs an zu erwartenden Lebensjahren, die in irgendeiner Form von Behinderung verbracht werden, bei 65jährigen Männern und Frauen größer ist als die dazugehörige Zunahme der Lebenserwartung (Mathers, 1991). Außer einer Zunahme der Inzidenz chronischer Erkrankungen (oder Meßfehler) können auch andere Faktoren zu diesen Trends beigetragen haben wie längeres Überleben von chronisch Kranken infolge einer Verbesserung der medizinischen Versorgung, eine frühere Diagnosestellung und Behandlung von chronischen Erkrankungen, ein größeres soziales Bewußtsein hinsichtlich Erkrankung und Behinderung, eine frühere Anpassung an chronische Erkrankungen durch ein verbessertes Renten- und Gesundheitsversorgungssystem sowie steigende Erwartungen hinsichtlich eines guten Gesundheitszustandes (Mathers, 1991; Verbrugge, 1989).

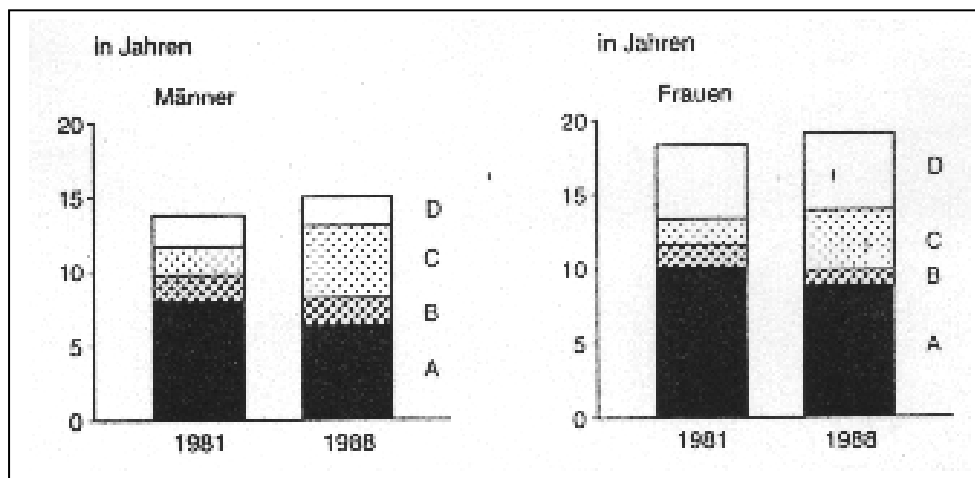


Abb. 3: Lebenserwartung australischer Männer und Frauen im Alter von 65 Jahren im Jahre 1981 und 1988 aufgeteilt nach verschiedenen Schweregraden von Behinderung: A = nicht behindert, B = mit Funktionseinschränkung, C = behindert, D = schwerbehindert (nach Mathers, 1991).

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist es schwer, internationale Vergleiche der "Lebenserwartung in gesundem Zustand" (sogenannte "Gesundheitserwartung") vorzunehmen, da die Berechnungsmethoden, Konzepte und Definitionen in verschiedenen Ländern sehr unterschiedlich sind. Bemühungen um Standardisierung sind im Gange (REVES, 1991). Trotz dieser Schwierigkeiten zeichnen sich bereits einige interessante allgemeine Beobachtungen ab. Bei Personen, die das 65. Lebensjahr erreichen, besteht zwischen verschiedenen Ländern eine größere Spannweite der Lebenserwartung in behinderungsfreiem Zustand als in der übrigen verbleibenden Lebenserwartung. Zwischen den entwickelten Ländern, in denen Messungen der Lebenserwartung in gesundem Zustand vorgenommen wurden, variiert die allgemeine Lebenserwartung bei beiden Geschlechtern um 12%. Der Anteil der Lebenszeit, die in gutem Gesundheitszustand verbracht wird, reicht aber von 45% bis über 80% bei Männern und bei Frauen von 37-76%. Das sind beträchtliche Unterschiede, die wahrscheinlich auf ein oft nicht ausgeschöpftes präventives Potential hinweisen.⁷ Die bislang verfügbaren Daten weisen darauf hin, daß Frauen eine größere Anzahl von Lebensjahren in behindertem Zustand verbringen als Männer (Schwartz, 1989).

Bislang liegen allerdings nur wenige Längsschnittdaten vor, die für ein zuverlässiges Monitoring solcher Veränderungen unerlässlich sind. Wiederholte Messungen wurden in Kanada, den USA, Australien sowie in England/Wales vorgenommen. Das gemeinsame Muster, das sich in diesen Ländern abzeichnet, ist, daß in den 1980iger Jahren die allgemeine Lebenserwartung zugenommen hat, die Lebenserwartung ohne mäßige oder leichte Behinderung jedoch abge-

⁷ Entsprechende Daten aus den Entwicklungsländern zeigen ebenfalls eine große Spannweite des Anteils der gesunden Jahre an der Lebenserwartung. Bei Männern nach dem 65. Lebensjahr variiert der Anteil der gesunden Lebensjahre an der verbleibenden Lebenserwartung in den verschiedenen Ländern zwischen 60% und 88% und bei älteren Frauen zwischen 50% und 87%. Ein Projekt der WHO "Health and Social Aspects of Aging" liefert interessante vorläufige Ergebnisse aus 12 Entwicklungsländern (Ägypten, Bahrain, Burma, Fidschi, Indonesien, Jordanien, Malaysia, Philippinen, Sri Lanka, Südkorea, Thailand, Tunesien), in denen basierend auf den gleichen standardisierten Methoden Daten zur Lebenserwartung in gesundem Zustand erhoben wurden. In allen untersuchten Ländern ist die verbleibende Lebenserwartung von Frauen im Alter von 65 Jahren größer als die der Männer. Mit Ausnahme von zwei Ländern (Tunesien und Ägypten) ist auch die Lebenserwartung in gesundem Zustand bei Frauen größer, Burma und Bahrain ausgenommen, verbringen Männer nach dem 64. Lebensjahr in den anderen untersuchten Entwicklungsländern allerdings einen größeren Prozentsatz ihres verbleibenden Lebens in gesundem Zustand als Frauen (Andrews et al., 1986).

nommen hat. Allerdings ist der Anteil der Lebensjahre mit schwerer Behinderung unverändert geblieben (Robine, 1991). Dies entspricht dem von Manton (1982) aufgestellten Konzept des Dynamischen Äquilibrium, das davon ausgeht, daß die Abnahme der Mortalität mit einer Zunahme chronischer Krankheiten einhergeht, die aber im allgemeinen milderer Art sind.

Andere Autoren bezweifeln, daß es besondere Veränderungen im Gesundheitszustand gegeben hat, oder nehmen an, daß die Lebenserwartung in gesundem Zustand zunimmt (Crimins et al., 1989, Corder 1992). Eine Längsschnittuntersuchung aus den USA, der National Long-Term Care Survey (NLTC), belegt, daß zwischen 1982 und 1989 die chronische Behinderung bei alten Menschen abgenommen hat (Manton et al., 1993). Einer der Faktoren, die hier und in Zukunft eine Rolle spielen, ist, daß mit der Zeit Kohorten mit längerer und besserer Schulbildung in die höheren Altersgruppen kommen. Bildung (education) ist negativ mit der Mortalität und wahrscheinlich auch negativ mit dem altersspezifischen Behinderungsgrad assoziiert (Manton & Stallard, 1995). Projektionen der bisherigen Trends in die Zukunft zeigen, daß trotz der beobachteten Verbesserungen die absolute Größe der Population von behinderten und institutionalisierten Personen in den USA anwachsen wird, allerdings wird der relative Anteil der Nichtbehinderten um wenigstens 3% stärker zunehmen.

Fries hat schon 1980 auf die prinzipielle Möglichkeit einer "Kompression der Morbidität" durch geeignete Veränderungen und Optimierung der Lebensweise hingewiesen. Wenn die Überlebenskurve zunehmend eine Rektangularisierung erfährt, leben die meisten Menschen bis ans Ende ihrer biologisch verfügbaren Lebenszeit und sterben einen natürlichen Tod. Er argumentiert, daß bei einer relativ fixierten Mortalitätskurve die Morbiditäts- und Behinderungskurve durch geeignete Maßnahmen weiter dieser fixierten Mortalitätskurve angenähert werden kann. Damit würde sich das Alter, in dem es zu Erkrankung und Behinderung kommt, einem relativ fixierten Alter, in dem der Tod eintritt, annähern und so Dauer von Erkrankung und Behinderung verkürzen.

Die neuesten verfügbaren Daten zeigen als positivstes Beispiel, daß in Frankreich die Zunahme der Lebenserwartung in behinderungsfreiem Zustand größer ist als die Zunahme der generellen Lebenserwartung, ganz so wie es dem Fries'schen Modell einer Kompression der Morbidität entspricht (Robine & Mormiche, 1993). Auch in Australien nimmt im Gegensatz zu den frühen Trends (vgl. Abb. 3) seit 1988 die Lebenserwartung in behinderungsfreiem Zustand wieder deutlich zu (Mathers, 1994). In einer kanadischen Studie, die die Trends zwi-

schen 1986-1991 untersucht, nimmt hingegen die Lebenserwartung in behinderungsfreiem Zustand eher ab (Wilkins & Chen, 1994). Wenn auch Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern in der Lebenserwartung, der Gesundheitserwartung und deren zeitlichen Trends bestehen, so scheint heute doch in vielen entwickelten Ländern wie z.B. den USA, Japan, Australien und Frankreich die Lebenserwartung ohne schwere Funktionseinschränkung oder Behinderung in etwa parallel mit der allgemeinen Lebenserwartung anzusteigen.

Eine wichtige Prämisse in diesem Konzept ist die Annahme einer "fixen" biologischen maximalen Lebensspanne. Empirische Daten aus den USA zeigen, daß es in höherem Alter bislang keineswegs zu einer so starken Rektangularisierung der Überlebenskurve kommt, wie von Fries postuliert. Das maximale Sterbealter ist möglicherweise nicht derartig fixiert, wie ursprünglich angenommen. Ein beträchtlicher Anteil vor allem von Frauen lebt heute deutlich länger, als es noch Anfang der 80iger Jahre für möglich gehalten wurde. Das könnte bedeuten, daß das Leben "länger verlängerbar" ist, als bisher angenommen (Manton & Soldo, 1992). Diese Frage ist gegenwärtig umstritten.

6 Heterogenität des Alterungsprozesses - wesentliche Todesursachen

Die Alterungsprozesse und Gesundheitsveränderungen im Alter zeichnen sich durch eine große Heterogenität aus. Hier spielen Kohorteneffekte eine wichtige Rolle und die Tatsache, daß es sich bei den Alten um eine stark selektionierte Gruppe von Überlebenden handelt. Soziale Segregationseffekte mit ihren gesundheitlichen Auswirkungen kommen hinzu.

Auch sind die Veränderungen durch Altern insbesondere in höherem Alter multidimensional und verlaufen in den verschiedenen Dimensionen sehr unterschiedlich. Dies wird verständlicher, wenn wir die "pathologischen" Veränderungen im Alterungsprozeß näher betrachten. Mit zunehmendem Alter unterliegt der Organismus altersbezogenen Veränderungen auf allen Stufen seiner Organisation, d.h. im gesamten Organismus, in Organen und Geweben, in den Zellen, in verschiedenen Zellbestandteilen und im molekularen Bereich. Die "Pathologie" des Alterungsprozesses bezieht sich dabei im weitesten Sinne auf Erkrankungen, die im Alter durch klinische Symptome in Erscheinung treten oder als zufällige autoptische Befunde. Unser Wissen ist bislang aber sehr lückenhaft.

Teilweise wissen wir mehr z.B. über Alterungsprozesse bei der Ratte als beim Menschen. Noch lückenhafter, und darauf kommen wir später zurück, ist unser Wissen über die gesundheitserhaltenden Faktoren im Alter.

Es lassen sich nach Zurcher & Slagboom (1994) unterscheiden (Abb. 4):

- (a) direkt altersabhängige Veränderungen und Erkrankungen, die alle Individuen in stärkerem oder schwächerem Ausmaß mit zunehmendem Alter mit allmählich wachsendem Schweregrad betreffen und die zu einem bestimmten Zeitpunkt in einer manifesten klinischen Erkrankung enden; hierzu gehören Abnahme der Knochenfestigkeit und -elastizität (Osteopenie), Osteoarthritis und das senile Emphysem;
- (b) altersbezogene Erkrankungen, die mit einer langen Latenzzeit erst im Alter in Erscheinung treten und nicht sehr viel früher entdeckt werden können, wie Krebserkrankungen, deren Inzidenz mit zunehmendem Alter ansteigt;
- (c) interkurrente Erkrankungen, die zwar in jedem Alter auftreten, aber wegen der altersbezogenen Abnahme homeostatischer Mechanismen im Alter häufiger und in stärkerem Schweregrad vorkommen, wie eine schwere Lungenentzündung nach Influenzainfektion;
- (d) Reste von nicht oder nicht vollständig ausgeheilten Erkrankungen oder Schädigungen, die bei alten Menschen wegen ungenügender Reparaturmechanismen häufiger sind, wie ein alter Herzinfarkt oder Taubheit;
- (e) nicht altersabhängige chronische nicht tödliche Erkrankungen, die sich in einem früheren Alter entwickeln, aber auch im hohen Alter noch vorhanden sind, wie chronische Hauterkrankungen.

Wichtig ist an dieser Einteilung, daß keineswegs alle Erkrankungen direkte Folgen des Alterns selbst und damit auch nicht hinsichtlich des Zeitpunkts ihres Eintritts determiniert sind. Wirksame Präventionsmöglichkeiten bestehen bei allen 5 Kategorien der Pathologie des Alterungsprozesses.

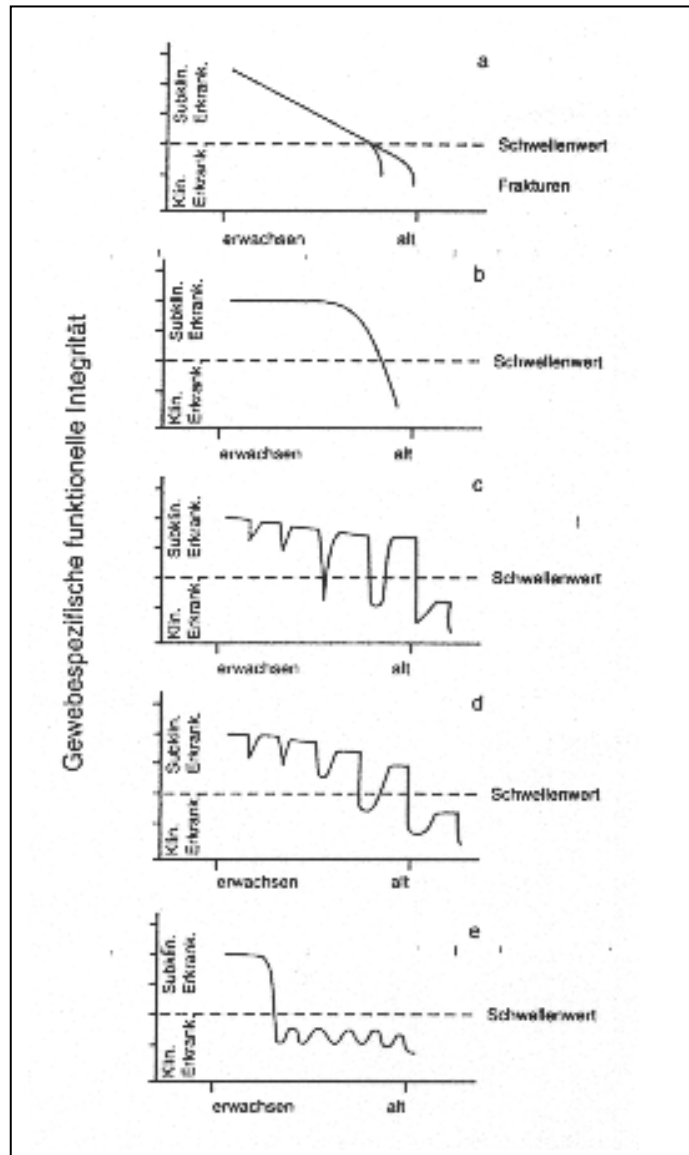


Abb. 4: Schematische Darstellung verschiedener Kategorien der mit dem Alterungsprozess assoziierten Pathologie (Erklärungen für a-e siehe Text; nach Zurcher & Slagboom, 1994).

Woran sterben die meisten alten Menschen? An der Spitze der Todesursachen stehen Herzkreislauferkrankungen. Diese Erkrankungen schließen Herzkrankheiten, zerebrovaskuläre Erkrankungen (Schlaganfall) und Hypertonie ein. In vielen Ländern sterben mehr als die Hälfte der über 64jährigen infolge dieser Krankheiten. Die ischämische Herzkrankheit ist in den entwickelten Ländern nach wie vor die häufigste Todesursache unter der erwachsenen Bevölkerung über 35 Jahre und bei alten Menschen. In Nordamerika sind seit Beginn des Jahrhunderts die Mortalitätsraten angestiegen und haben etwa gegen 1965 das Maximum erreicht. Seither ist eine Abnahme um fast 50% zu verzeichnen (Lopez, 1990). Andere Länder scheinen dieser Entwicklung mit einer zeitlichen Verzögerung zu folgen. In Frankreich, Großbritannien, Belgien, den Niederlanden und Finnland liegt die Reduktion der Mortalitätsraten zwischen 10-20%. In einigen osteuropäischen Staaten und in Griechenland hingegen sind von Mitte der 1960er Jahre bis etwa 1989 die Mortalitätsraten bei Männern um 20-40% angestiegen.

In den USA waren 1990 bei 65-74jährigen Herzerkrankungen und Krebs für je ein Drittel aller Todesursachen verantwortlich. Mit zunehmendem Alter wächst die Bedeutung von Herzerkrankungen als Todesursache (Taeuber, 1992). Allerdings nimmt im Vergleich zum jüngeren Alter die Bedeutung von akutem Myokardinfarkt und unerwartetem plötzlichem Herztod ab. Chronische Verläufe als Todesursachen bekommen einen höheren Stellenwert. Auch bei der Population der sehr Alten beeinflussen genetische und Umgebungsfaktoren sowie die Lebensweise das kardiovaskuläre Risiko. Der Behandlungserfolg bei chronischen Herzerkrankungen könnte zur anhaltenden Verringerung kardiovaskulärer Erkrankungen als Todesursache ebenso beigetragen haben wie der Erfolg von Prävention und Behandlung bei Koronarsklerose und Herzinfarkt.

Krebserkrankungen, die zweithäufigste Todesursache, haben bei Männern seit 1950 um 30-50% zugenommen und bei Frauen um 10% abgenommen. Allerdings sind diese Trends oft das Ergebnis von ganz unterschiedlichen Trends bei Krebserkrankungen an verschiedenen Lokalisationen. In Westeuropa und den USA hat beispielsweise der Magenkrebs seit 1930 kontinuierlich abgenommen. Hierfür sind wahrscheinlich Veränderungen von Ernährungsgewohnheiten und insbesondere eine Verringerung des Salzkonsums verantwortlich (Lopez, 1990). Lungenkrebs hat hingegen nach dem 2. Weltkrieg zunächst bei Männern, jetzt aber zunehmend auch bei Frauen einen starken Anstieg zu verzeichnen. In den entwickelten Ländern ist die Lunge bei Männern das Manifestationsorgan von

fast einem Viertel aller Krebserkrankungen. In einigen Ländern fallen die Lungenkrebsraten jetzt bei Männern wieder (Finnland, Großbritannien), wohingegen die Mortalitätsraten bei Frauen rasch ansteigen, wahrscheinlich eine Folge der enormen Zunahme ihres Zigarettenkonsums vor einigen Jahrzehnten. Bei Frauen bleibt Brustkrebs die wichtigste Krebsmanifestation. Die Sterberaten infolge Brustkrebs sind nach dem 2. Weltkrieg in den meisten Ländern angestiegen oder unverändert geblieben. Anstiege waren vor allem in Süd- und Osteuropa stark ausgeprägt, was mit der Hypothese in Einklang steht, daß eine Ernährungsweise mit einem hohen Gehalt an gesättigten tierischen Fetten der wichtigste Risikofaktor für Brustkrebs ist. Bei alten Menschen scheinen Krebserkrankungen mit zunehmendem Alter weniger häufig für den Tod verantwortlich zu sein. Autopsien weisen jedoch darauf hin, daß es bei Alten mehr unentdeckte Krebserkrankungen gibt, die nicht unmittelbare Todesursache sind. Tumore scheinen mit zunehmendem Alter weniger schnell zu wachsen (Headley, 1992).

Für die drei weiteren verbleibenden Haupttodesursachen gibt es überzeugende Hinweise, daß im Vergleich zu jüngeren Altersgruppen im hohen Alter neurologische (Alzheimer) und insbesondere cerebrovaskuläre Erkrankungen sowie respiratorische Krankheiten und vor allem die Pneumonie als Todesursache zunehmen. Die Bedeutung von Erkrankungen des Verdauungstrakts als Todesursache scheint bei jüngeren Alten und sehr Alten etwa gleich zu sein.

7 Präventive Maßnahmen - Effektive Bevölkerungsstrategien

Berechnungen ergeben, daß beispielsweise eine einjährige Verlängerung der Krankheitsdauer für eine Krebserkrankung mit einer durchschnittlichen Überlebenszeit von zwei Jahren durch eine wirksamere Behandlung die Häufigkeit (Prävalenz) dieser Erkrankung in der Bevölkerung um 50% erhöhen würde (Golini & Egidi, 1984). Die unvermeidliche Schlußfolgerung daraus ist, daß die Prävalenz chronisch degenerativer Erkrankungen infolge besserer Behandlungsmethoden in den alternden Gesellschaften der entwickelten Länder zunehmen wird. Gelänge es hingegen, durch geeignete Präventionsmaßnahmen das Eintreten dieser Krebserkrankung in einer Bevölkerung um zwei Jahre hinauszuschieben - und wir werden sehen, daß es hierfür realistische Konzepte gibt - wieviel mehr wäre hierdurch gewonnen! Inzidenz und Prävalenz dieser Erkrankung wären verringert und das Leid, das dieser Krebs verursacht. Der Prävention ist also, wo immer möglich, der Vorzug zu geben.

Es ist von offenkundigem Vorteil, wenn eine unvermeidliche Erkrankung erst möglichst spät im Leben eintritt. Je später der Krankheitsbeginn, desto länger dauert die produktive, aktive Lebensspanne und desto weniger Jahre muß ein Mensch in Abhängigkeit und Behinderung verbringen. Dies gilt insbesondere für Frauen, wie in Tabelle 1 zu sehen ist, in der die durchschnittliche Anzahl der Jahre in behindertem Zustand vor dem Tod für fünf Sterbealter angegeben ist.

Tab. 1: Je höher das Alter ist, das eine Person in einem nichtbehinderten, unabhängigen Zustand erreicht, desto weniger Jahre müssen durchschnittlich vor dem Tod in behindertem Zustand verbracht werden (nach Katz et al., 1983).

Sterbealter	Jahre in behindertem Zustand	
	Männer	Frauen
65 - 69	3,8	8,9
70 - 74	3,7	7,9
75 - 79	3,1	6,1
80 - 84	3,4	5,0
85 und mehr	3,2	4,9

Diese Daten weisen daraufhin, daß wir nicht nur die aktive, produktive Lebensspanne verlängern, wenn es uns gelingt, länger im Alter gesund zu bleiben, sondern vielleicht auch den letzten unvermeidlich behinderten Lebensabschnitt eher verkürzen, ganz im Sinne der Hypothese von Fries. Deswegen ist es natürlich eine naheliegende, gewissermaßen vom gesunden Menschenverstand diktierte Strategie, alles daran zu setzen, im Alter möglichst lange gesund zu bleiben. Dies ist sowohl für den einzelnen als auch für die Gesamtheit von größtem Interesse, also von persönlichem und öffentlichem Nutzen. Hierfür müssen wir die erforderlichen Ressourcen mobilisieren, wirksame präventive Strategien entwickeln, die wir alle gefahrlos verwenden und in der breiten Bevölkerung erfolgreich als Massenstrategie umsetzen können.

Diese Erkenntnisse weisen auch klar auf eine Hierarchie der Wichtigkeit der verschiedenen möglichen präventiven Strategien hin, d.h. wie gesundheitspolitisch die Prioritäten zu setzen sind.

An erster Stelle steht Vermeidung von Krankheit im Alter, an zweiter Vermeidung und Verringerung von Behinderung und Abhängigkeit und an dritter Stelle Verringerung der Mortalität von Kranken und Behinderten, der wir Ärzte aufgrund der Not der Patienten verständlicherweise oft den höchsten Stellenwert einräumen.

Gibt es erfolgversprechende präventive Bevölkerungsstrategien, mit denen der Zeitpunkt von Erkrankung, Behinderung und Tod hinausgeschoben werden kann, d.h. also letztlich Maßnahmen, mit denen insbesondere der "pathologische" Alterungsprozeß verlangsamt wird?

Derartige Präventivmaßnahmen hätten insbesondere dann sehr große potentielle Wirkung, wenn sie die großen Krankheitsgruppen betreffen, an denen die meisten alten Menschen bei uns erkranken und sterben, also die Herz-Kreislauf- und Krebserkrankungen, denen 2/3 bis 3/4 der Menschen erliegen.

Wir wollen uns beim Versuch der Beantwortung auf Faktoren der Lebensweise beschränken. Meist ist in den diesbezüglichen epidemiologischen Studien die Mortalität als Endpunkt gewählt. (Eine Verringerung der Mortalität kann aber immer auch, wie gesagt, eine Verringerung der Zeit von Krankheit und Behinderung bedeuten. Für Krebserkrankungen ist das unmittelbar einsichtig.)

Zur Untersuchung der Frage nach der gesündesten Lebensweise können wir besonders langlebige Populationen untersuchen und prüfen welche Faktoren bei ihnen möglicherweise zu Langlebigkeit und zu anhaltendem Gesundsein beitragen, d.h. wir werden die die Lebenserwartung fördernden und behindernden Bedingungen und Verhaltensweisen analysieren.

Die Siebenten-Tags-Adventisten

Eine der ersten Studien, die den günstigen Einfluß einer gesunden Lebens- und Ernährungsweise einer ganzen Bevölkerungsgruppe belegte, waren die Untersuchungen einer religiösen Lebensgemeinschaft, der Adventisten in Kalifornien. Bis heute gibt es mehr als 200 wissenschaftliche Publikationen zu diesem Thema. Die Adventisten haben aufgrund ihrer Lebensweise ein geringeres Risiko für Herz-Kreislauf- und Krebserkrankungen, für Arteriosklerose, Gicht und Karies. Die Lebenserwartung für Männer liegt um sechs Jahre höher als bei der kalifornischen Vergleichsbevölkerung. Die Siebenten-Tags-Adventisten sind eine weltweite protestantische Freikirche mit fast 8 Millionen Mitgliedern. Die Empfehlungen für ihre Lebensweise verdanken sie Ellen G. White, die vor mehr als 120 Jahren diese Regeln unter ihren Anhängern verbreitete. Oft befanden sich

ihre Empfehlungen nicht in Übereinstimmung mit den Ansichten ihrer Zeitgenossen, heute aber deckt sich doch ein großer Teil auch mit wissenschaftlichen Erkenntnissen. Dem religiösen Charakter entsprechend handelt es sich um Regeln für eine ganzheitliche Gestaltung des Lebens, die Gesundheit als ein wertvolles, erstrebenswertes und erreichbares Gut ansieht und den Menschen als eine Einheit von Körper, Seele und Geist betrachtet. Neben Vermeidung von Alkohol und Tabak wird eine ausgewogene lacto-ovo-vegetarische Ernährung empfohlen, die zum größten Teil aus pflanzlichen, natürlichen Produkten wie Getreide, Hülsenfrüchten, Obst, Gemüse, Nüssen, Samen und auch Milchprodukten besteht, aber stark verfeinerte Produkte wie Weißmehl und Zucker usw. vermeidet.

In einer amerikanischen Studie mit 27.530 Adventisten über einen Beobachtungszeitraum von 20 Jahren war die Gesamtmortalität negativ mit dem Verzehr von grünem Salat assoziiert, also verringert, und durch den Verzehr von Eiern und Fleisch erhöht (Kahn et al., 1984). Ein Vergleich von vegetarisch und nicht-vegetarisch lebenden Kirchenmitgliedern ergab, daß Fleischverzehr bei Männern und Frauen mit einem erhöhten Risiko für eine tödliche koronare Herzkrankheit verbunden war (Snowdon et al., 1984).

Eine Untersuchung von Adventisten in Holland ergab ebenfalls eine im Vergleich zur Gesamtbevölkerung um mehr als die Hälfte verringerte Sterblichkeitsrate. Eine um 77% geringere Mortalitätsrate infolge von Unfällen und anderen äußeren Ursachen einschließlich Vergiftungen und Gewalttätigkeiten weist darauf hin, daß diese Gruppe noch andere soziale Vorzüge aufwies und somit nicht mit der Allgemeinbevölkerung vergleichbar war (Berkel et al., 1983). Aber auch andere Studien bestätigen den gesundheitsfördernden und lebensverlängernden Effekt einer lacto-(ovo)-vegetarischen Ernährungsweise.

Lebensweise und Sterblichkeit, eine japanische Kohortenstudie

Eine der größten prospektiven Kohortenstudien, die den Einfluß der Lebensweise auf die Sterblichkeit untersucht, stammt aus Japan, dem Land mit der heute weltweit höchsten Lebenserwartung. Sie gibt weitere wichtige Anhaltspunkte dafür, daß einige einfache Maßnahmen in der Lebens- und Ernährungsweise offensichtlich außerordentlich starke Effekte haben können, und daß sie entweder den Alterungsprozeß beschleunigen oder verlangsamen können.

Beeindruckt durch die erstaunlich günstigen Auswirkungen der Lebensweise der Siebenten-Tags-Adventisten hat der bekannte japanische Krebs-epidemiologe Takeshi Hirayama 1965 die umfangreiche Kohortenstudie in mehreren Präfektur-

ren in Japan begonnen, in der er den Einfluß von Lebensgewohnheiten und Ernährungsweise auf die Sterblichkeit bei mehr als 260.000 Männern und Frauen ab dem 40. Lebensjahr über einen Zeitraum von 17 Jahren untersucht hat (Hirayama, 1990). Trotz der großen Fallzahl und der langen Studiendauer konnten mehr als 90% der anfangs befragten Personen über den gesamten Zeitraum beobachtet werden. Das ermöglichte, den Einfluß von Verhaltens- und Ernährungsweisen nicht nur auf häufige, sondern auch auf seltene Todesursachen zu bestimmen. Diese Untersuchung zeigt sehr deutlich die "Plastizität" der uns zur Verfügung stehenden Lebenszeit in Abhängigkeit von unserem Verhalten und unseren Gewohnheiten sowie das beträchtliche präventive Potential, das wir alle durch einige einfache Modifikationen unserer Lebensweise nutzen können.

In dieser Untersuchung fanden sich sowohl schädigende Einflüsse als Folge von ungünstigen Lebens- und Verhaltensgewohnheiten als auch durch die Art der Ernährungsweise schützende Auswirkungen. Beide Faktoren, schädigende wie schützende, sind offensichtlich hochwirksam. Sie haben spezifische wie unspezifische Effekte und stehen miteinander in Wechselwirkung. Sehr deutlich ist das Ausmaß der außerordentlich ungünstigen Einflüsse von Zigarettenrauchen und Alkoholkonsum. Beide sind signifikant mit der Gesamt- und Krebsmortalität verknüpft; darüberhinaus unabhängig voneinander mit zahlreichen weiteren einzelnen Krankheitsgruppen.

Tägliches Rauchen beinhaltet das mit Abstand höchste Verhaltensrisiko, das zu einem vorzeitigen Tod führt. Es erhöht signifikant die Mortalität durch 29 von 44 verschiedenen ausgewählten Todesursachen (Tab. 2). In dieser Studie wurde erstmals der erhebliche, schädigende Effekt von Passivrauchen überzeugend dokumentiert. Später bestätigten dies mehr als 20 andere Studien weltweit. Hirayama bezeichnet aufgrund seiner Untersuchungsergebnisse Rauchen und Passivrauchen sehr anschaulich und drastisch als "Mord und Selbstmord in Zeitlupe"!

Für Alkohol, der bekanntlich in geringer Dosierung eine Schutzfunktion hinsichtlich von Herz-Kreislaufkrankungen ausüben kann, liegt die schädliche Grenzdosis in Japan bereits bei unter 2 Liter Bier/Woche, ab der überwiegend schädigende Effekte zu erwarten sind. Am größten war der Einfluß von Alkohol und insbesondere bei Biertrinkern auf die Häufigkeit von Kolonkarzinomen im Sigmabereich (zuschreibbares Risiko: 23%), gefolgt von Leberzirrhose (14%) und Mund- und Ösophaguskrebs (3-6%). Für die Kombination von Rauchen und Alkoholkonsum betrug das diesen Verhaltensweisen zuschreibbare Risiko für

Karzinome im Mundbereich 29% und Oesophagus 27%, für Leberzirrhose 10%, und Krebse im Rektum 9%, in Sigma und Leber je 6%.

Als wichtigster Schutzfaktor erwies sich der tägliche Verzehr von betacarotinhaltigen grün-gelben Gemüsesorten. Aber auch der häufige Verzehr von Fisch, von Reis und Weizen war günstig, ebenso die häufige Verwendung von Miso oder Sojapasten-Suppe - vielleicht auch weil sie meist mit Gemüseverzehr verbunden ist. Täglicher Fleischverzehr erhöhte hingegen das Sterberisiko durch einige spezifische, sehr häufige Krebserkrankungen wie Brustkrebs bei Frauen und vor allem dann, wenn er mit Aktiv- oder Passivrauchen verknüpft war. Bei wohlhabenden japanischen Frauen, die es sich leisten können, regelmäßig und häufig die verschiedensten Fleischsorten zu verzehren, nimmt das Brustkrebsrisiko stark zu. Hier wandelt sich das typische japanische Muster für das Brustkrebsrisiko, das nur einen geringen Altersanstieg kennt, in das für westliche Industriestaaten typische Muster um, das mit zunehmendem Alter und vor allem nach der Menopause ansteigt. Ab dem 60. Lebensjahr ist die Sterblichkeit infolge von Brustkrebs bei Japanerinnen, die täglich Fleisch verzehren 2,5-3,5 mal so groß wie bei denjenigen Frauen, die nicht täglich Fleisch verzehren. An Brustkrebs erkrankte Frauen überleben länger, wenn sie nicht täglich Fleisch essen (Hirayama, mündliche Mitteilung).

Fleisch ist auch in Japan eine wichtige Quelle für tierische Fette (20,3%). Diejenigen, die täglich Fleisch verzehren, führen sich auch große Mengen anderer fettreicher Nahrungsmittel zu wie Butter, Talg und Öl. Der hohe Konsum tierischer Fette gilt als Risikofaktor für einige spezifische Todesursachen wie Herzkrankheiten, Mamma- und Kolonkarzinom.

Kann man das Ausmaß der Auswirkungen der einzelnen schädigenden und schützenden Verhaltensweisen miteinander vergleichen? Wie stark sind die einzelnen Effekte? Was geschieht, wenn Personen, die täglich Zigaretten rauchen, kein Gemüse, wohl aber täglich Fleisch verzehren und Alkohol trinken, eine dieser Gewohnheiten ändern, alle anderen aber beibehalten? Der große Stichprobenumfang und die lange Beobachtungszeit in dieser Studie ermöglichen derartige Analysen. Sie ergeben, daß die Veränderung jeder einzelnen dieser Gewohnheiten das Risiko für jede Todesursache beeinflussen kann. Verzicht auf die tägliche Zigarette hat beispielsweise den größten Effekt auf die Krebssterblichkeit. Das relative Risiko verringert sich von 1 auf 0,46. Täglicher Gemüseverzehr verringert das Krebsrisiko auf 0,65, der Verzicht auf Fleischverzehr auf 0,71 und der Verzicht auf Alkohol auf 0,72.

Täglicher Fleischkonsum erhöht das Risiko für die meisten Krebserkrankungen sehr viel stärker, wenn er nicht mit täglichem Verzehr von grün-gelbem Gemüse verbunden ist. Dann ist beispielsweise das Risiko, an einem Kolonkarzinom zu sterben, beträchtlich erhöht. Wird Fleisch hingegen zusammen mit grün-gelbem Gemüse verzehrt, kann es eher ein Schutzfaktor bezüglich dieser und anderer Krebsarten sein. Täglicher Gemüseverzehr erniedrigt das Sterberisiko für 15 der wichtigsten Todesursachen signifikant (Tabelle 2). Er verringert darüberhinaus die schädigenden Auswirkungen von Aktiv- und Passivrauchen. Die untersuchten Gemüsesorten sind der Definition nach reich an Betacarotin ($>600 \text{ } \mu\text{g}/100\text{g}$ eßbarem Anteil), enthalten außerdem Vitamin C, Mineralien wie Calcium und Eisen sowie faserreiche Ballaststoffe und eine Fülle anderer antikanzeregener Wirkstoffe. Zu ihnen wurden in dieser Studie Karotten, Spinat, grüner Paprika, Broccoli, Kürbis, Rübenblätter, grüner Salat, Lauch, Schnittlauch, grüner Spargel, Chicoree und Petersilie gezählt.

Der Schutzeffekt ist unspezifisch. Er verringert sogar die schädigenden Auswirkungen von ungesunden Lebensgewohnheiten wie häufiger Nikotin- und Alkoholgenuß und von täglichem Fleischverzehr (vgl. Abb. 5). Durch Passivrauchen haben Japanerinnen je nach den Rauchgewohnheiten ihrer Ehemänner ein etwa 2-2,5fach erhöhtes Lungenkrebsrisiko, wenn sie nicht täglich grün-gelbe Gemüse verzehren. Täglicher Gemüseverzehr senkt diese Risikoerhöhung wieder um 70-80%.

Für japanische Frauen ist tägliches Zigarettenrauchen der führende Risikofaktor für Osteoporose, einer wichtigen altersabhängigen Erkrankung, die zu erheblicher Behinderung und Pflegeabhängigkeit führt. Täglicher Verzehr grün-gelber Gemüse ist hingegen der wirksamste Faktor, der das Risiko für einen Oberschenkelhalsbruch verringert. Das belegen insbesondere die signifikanten Dosis-Wirkungsbeziehungen zwischen der Anzahl der gerauchten Zigaretten bzw. der Häufigkeit des Gemüseverzehrs und den zunehmenden bzw. abnehmenden Risiken für Osteoporose bzw. Oberschenkelhalsbruch.

Tab. 2: Relatives Risiko⁸ für 44 Todesursachen (einschließlich aller Todesursachen und aller Krebsmanifestationen) nach ausgewählten Variablen der Lebensweise bei täglichem Konsum (Kohortenstudie 1966-82 in Japan; Hirayama, 1994).⁹

Täglicher Konsum von	Relatives Risiko signifikant**			
	< 1,0		>1,0	
	Anzahl der Todesursachen	% Verringerung des Risikos	Anzahl der Todesursachen	% Erhöhung des Risikos
Zigaretten	0	0	29	65,0
Alkohol	3	6,8	18	40,9
Milch	8	18,2	10	40,9
Soyapastensuppe	9	20,5	7	15,9
Fleisch	13	29,5	5	11,4
Fisch	14	31,8	4	9,1
grün-gelbem Gemüse	15	34,1	1	2,3

** 90%-Konfidenzintervall schließt 1,0 nicht ein; entspricht einseitigem Test auf 5% Signifikanzniveau.

⁸ Das relative Risiko ist der Quotient aus zwei Risiken bzw. Inzidenzen: der Inzidenz der exponierten Gruppe im Verhältnis zur Inzidenz der nicht exponierten Gruppe in der prospektiven Kohortenstudie.

⁹ Das relativ ungünstige Abschneiden von Milch in dieser japanischen Studie dürfte damit zusammenhängen, daß für Japaner wegen einer niedrigen Aktivität der Disaccharidase Lactase, dem Milchzucker spaltenden Enzym der Dünndarmschleimhaut, Milch und milch-zuckerhaltige Milchprodukte nicht verträglich sind. Menschen nordeuropäischer Herkunft haben in der Regel keine Probleme mit dem Verzehr von Milchprodukten, ihnen im Erwachsenenalter die Lactaseaktivität im Darm persistiert.

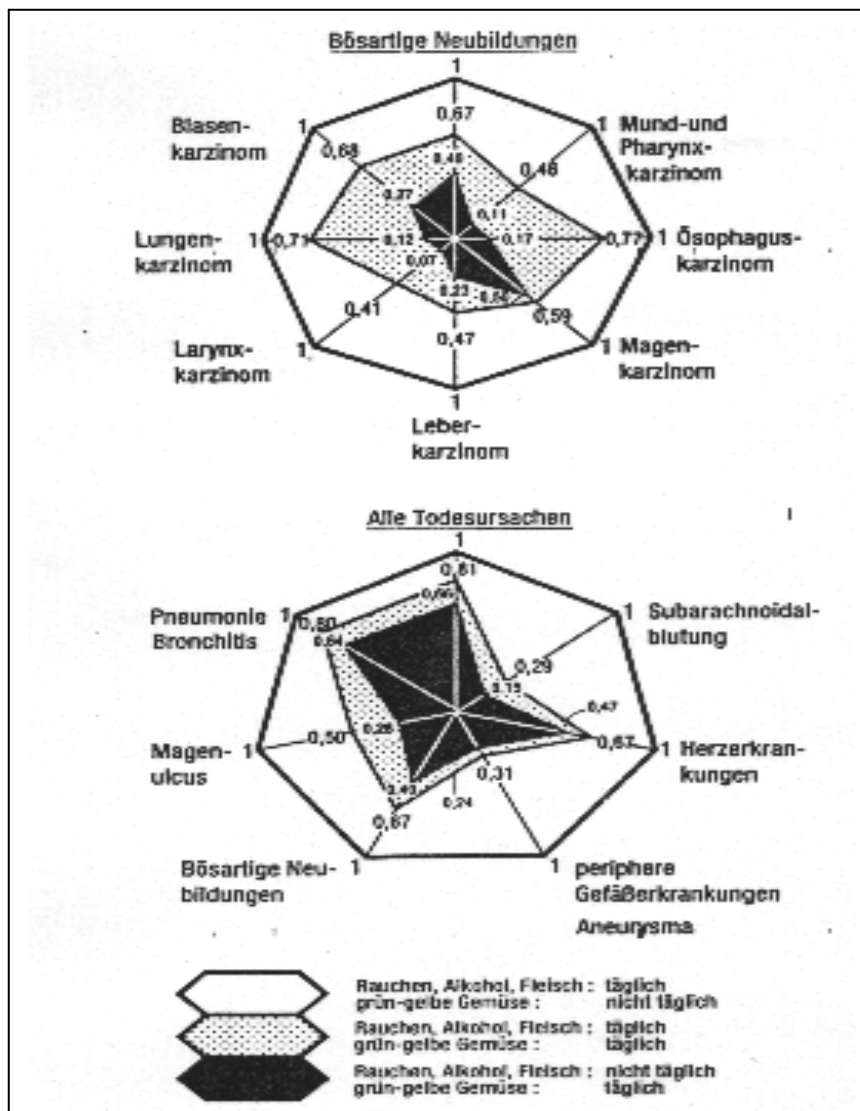


Abb. 5: Altersstandardisierte Mortalitätsraten für die wichtigsten Todesursachen von Männern in Abhängigkeit von ausgewählten Variablenkombinationen der Lebens- und Ernährungsweise (Kohortenstudie 1966-82 in Japan; Hirayama, 1994).

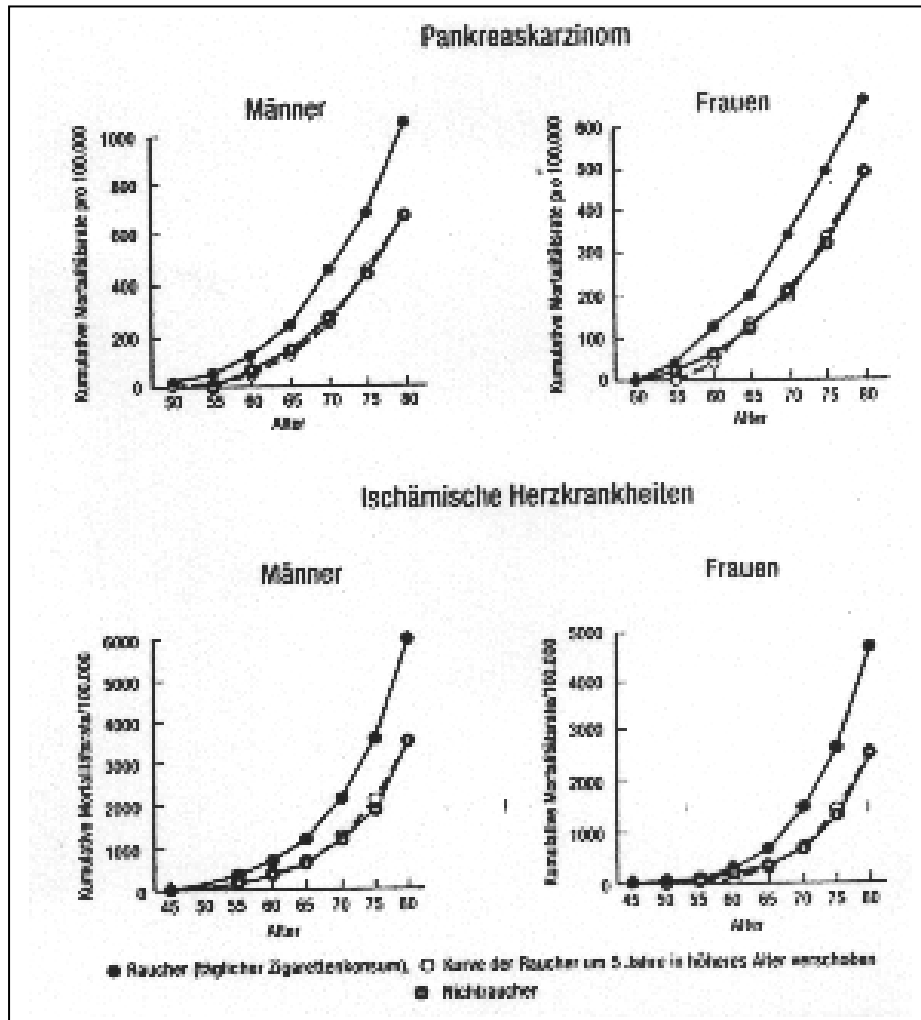


Abb. 6: Kumulative Mortalitätsraten für Pankreaskarzinom (obere Diagramme) und ischämische Herzkrankheiten (untere Diagramme) bei männlichen und weiblichen Rauchern und Nichtrauchern (Kohortenstudie 1966-82 in Japan; Hirayama, 1994).

Diejenigen, die täglich Rauchen und Alkohol trinken sowie täglich Fleisch, nicht aber Gemüse verzehren, tragen das höchste Sterberisiko und zwar insbesondere infolge von Herz- und Krebserkrankungen (vgl. Abb. 5). Dies sind also

die ungünstigsten Lebensgewohnheiten. Auch bei ungesunder Lebensweise kann man das Risiko offensichtlich schon erheblich verringern, wenn man lediglich täglich grün-gelbes Gemüse isst. Am besten abschneiden Personen mit der nach heutigen Erkenntnissen optimalen Lebensweise ab: Verzicht auf Rauchen, Alkohol und weitgehend auch auf Fleisch, dafür aber regelmäßiger Verzehr der verschiedenen betacarotinhaltigen Gemüsesorten. Dies entspricht in einigen wesentlichen Aspekten der Lebensweise der Siebenten-Tags-Adventisten.

Diese Ernährungsweise verlängert also bei weitgehender Nikotin- und Alkoholabstinenz das Leben. Bis zum 80. Lebensjahr sind in der Gruppe der ungesund lebenden Männer bereits fast 1/3 an Krebs gestorben, in der gesund lebenden Gruppe erst weniger als 1/7.

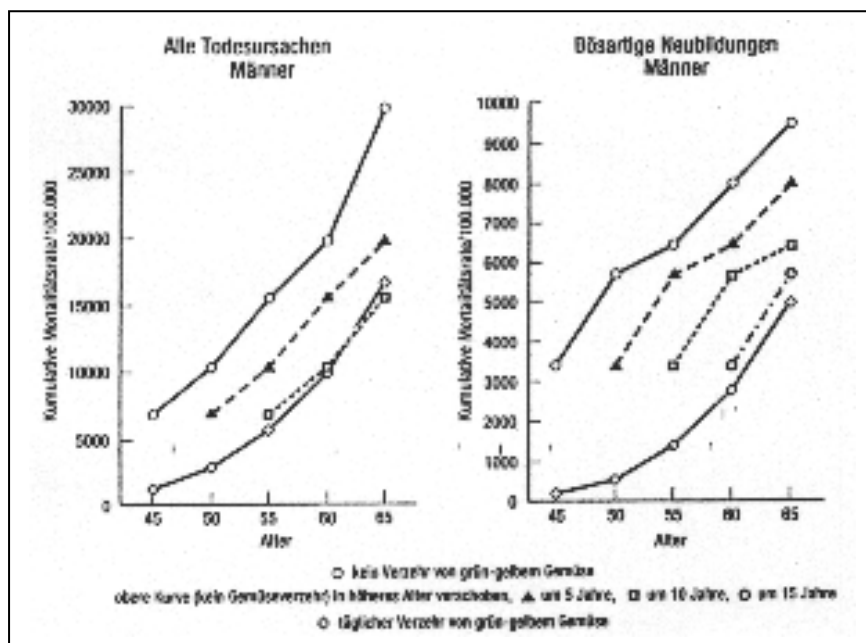


Abb. 7: Kumulative Mortalitätsraten für alle Todesursachen und Krebserkrankungen mit zunehmendem Alter bei japanischen Männern in Abhängigkeit vom Verzehr grün-gelber Gemüse (Kohortenstudie 1966-82 in Japan; Hirayama, 1994).

Der Vergleich der kumulierten, mit zunehmendem Alter naturgemäß ansteigenden Mortalitätskurven für verschiedene Erkrankungen, z.B. von Rauchern

und Nichtrauchern, zeigt einen weiteren, sehr wichtigen Effekt. Rauchen verschiebt bei Männern und Frauen die ab dem 40. Lebensjahr kumulierte Mortalitätskurve für eine ganze Reihe von Todesursachen gegenüber Nichtrauchern um 5 Jahre in jüngerer Alter. Das gilt für viele Krebsarten wie beispielsweise in Abb. 6 für das Pankreaskarzinom und für ischämische Herzerkrankungen dargestellt. Verschiebt man die Kurve der Raucher um 5 Jahre in höheres Alter, ist der Verlauf der zwischen dem 40. und über 80. Lebensjahr kumulierten Mortalität von Rauchern und Nichtrauchern identisch. Rauchen bewirkt also ein 'Voraltern' bezüglich des Merkmals, an Pankreaskarzinom oder ischämischer Herzerkrankung zu sterben, um 5 Jahre. Das gilt in ähnlicher Weise auch für eine ganze Reihe anderer Todesursachen. Diese kumulierten Mortalitätskurven entsprechen gewissermaßen auf den Kopf gestellten Überlebenskurven.

Im Vergleich und im Gegensatz dazu bewirkt der tägliche Verzehr grüngelben Gemüses gegenüber dem Nicht-Verzehr beispielsweise bei Männern eine Verschiebung der kumulierten Gesamtmortalität in höheres Alter um 10 Jahre sowie der gesamten Krebsmortalität um mehr als 15 Jahre - regelmäßiger Gemüseverzehr bewirkt also gewissermaßen eine Verjüngung um 10-15 Jahre (vgl. Abb. 7)! Das sind sehr starke Effekte für eine einfache Maßnahme in einem Land mit einer bereits sehr hohen Lebenserwartung!

Hirayama hat aufgrund dieser Ergebnisse seiner Untersuchungen ein neues, in die Zukunft weisendes Konzept der Prävention entwickelt. Ausgangspunkt hierfür ist, daß die schädigenden Verhaltensweisen wie Aktiv- und Passivrauchen, täglicher Alkoholkonsum und Fleischverzehr, die Anfälligkeit, bestimmten Erkrankungen zu erliegen, signifikant vermehren, d.h. den Alterungsprozeß beschleunigen. Die protektiven Faktoren bewirken Hirayama zufolge eine Verlangsamung des Alterungsprozesses; sie sind gewissermaßen ein Jungbrunnen!

Die diesen Prozessen zugrundeliegenden pathophysiologischen Mechanismen werden zunehmend erkennbar, bedürfen aber intensiver weiterer Erforschung. Karzinogene im Zigarettenrauch und im Alkohol gelöst, schädigen die Zelloberflächen und/oder das Zellinnere. Das gilt vor allem für die besonders exponierten Organe und Gewebe (wie oberer und unterer Magen-Darm-Trakt, Larynx, Lunge etc.), was die starken, spezifischen Effekte von Rauchen und Alkoholkonsum in diesen Bereichen erklärt. In Obst und Gemüse reichlich vorhandene Schutzfaktoren wie Betacarotin (Vorstufe zu Vitamin A), Vitamin C und E schützen als Antioxidantien die Zellen (an ihrer Oberfläche, den Membranen, und im Zellinneren je nach ihrer Lipid- oder Wasserlöslichkeit) vor freien oxidativen Radikalen. Ihr

unspezifischer Effekt mildert die Wirkung von vielen schädigenden Einflüssen ab.

Hirayama schreibt die protektive Wirkung durch den täglichen Gemüseverzehr vornehmlich dem antioxidativen Effekt des Betacarotin zu. Betacarotin ist ein komplexes, antioxidativ wirksames Molekül, das sich im Interzellularraum ablagert und verschiedene wichtige Schutzfunktionen ausüben kann. Es macht Sauerstoff und andere chemische Radikale unwirksam, die während der normalen Stoffwechselprozesse im Organismus entstehen oder auch von außen, z.B. im Zigarettenrauch, zugeführt werden. Derartige oxidative Radikale können Zellmembranen und Zellkerne schädigen und oxidieren LDL-Cholesterin, das erst durch diesen Oxidationsprozeß atherogen wirksam wird. Diese Prozesse beschleunigen den Alterungsprozeß, d.h. die Anfälligkeit für viele Krankheiten.

Die regelmäßige Einnahme von 50 mg Betacarotin jeden 2. Tag ist in einer amerikanischen Studie, an der seit mehr als 10 Jahren 22.000 Ärzte im Alter von 40-84 Jahren teilnehmen, im Vergleich zu Placebo mit einer Reduktion vaskulärer Ereignisse wie Schlaganfall, Herzinfarkt oder plötzlicher Herztod um etwa die Hälfte verknüpft, ohne daß relevante unerwünschte Nebenwirkungen aufgetreten sind (Gaziano et al., 1992). In der europäischen Euramic-Studie stehen höhere Betacarotinkonzentrationen im Fettgewebe in Beziehung zu einem geringeren Risiko für den ersten Herzinfarkt (Kardinaal et al., 1993). Tägliche Gaben einer Antioxidantienkombination aus Betacarotin (15 mg), Vitamin E (30 mg) und dem ebenfalls antioxidativ wirksamen Mineral Selen (50 mg) reduzierten signifikant die Krebssterblichkeit um 13% und die Gesamtmortalität um 9% in einer randomisierten placebokontrollierten Interventionsstudie in einer ländlichen Region Chinas, der Provinz Linxian, mit bekanntermaßen hohem Krebsrisiko an 33.000 Erwachsenen, die zu ihrer normalen Ernährung diese drei Antioxidantien über den Zeitraum von fünf Jahren supplementiert hatten. Der Tod durch Magenkrebs verringerte sich sogar um mehr als ein Fünftel und die Häufigkeit von grauem Star um gut 40%. Relevante unerwünschte Nebenwirkungen sind bisher nicht aufgetreten (Li et al., 1989).

Hirayamas Untersuchungen weisen noch auf eine andere Wirkung von Betacarotin hin (Hirayama, 1994). In einer seiner Kohortenstudie aufgesetzten Fall-Kontroll-Studie (nested case-control study) konnte er zeigen, daß der tägliche Verzehr grün-gelben Gemüses mit einer signifikanten Verringerung von Streßsymptomen wie Irritation und Schlaflosigkeit assoziiert ist. Das gilt für beide Geschlechter und alle untersuchten Altersgruppen. Für täglichen Fleisch- oder

Fischverzehr kann kein derartiger Effekt nachgewiesen werden. Täglicher Alkoholkonsum ist hingegen mit vermehrten Streßsymptomen verbunden. Ebenso weisen Raucher, die nicht täglich Gemüse essen, ein hohes Streßrisiko auf. Täglicher Gemüseverzehr scheint das Streßrisiko sowohl bei Personen, die täglich Fleisch essen und täglich rauchen, als auch bei Personen, die beides regelmäßig, aber nicht täglich tun, zu verringern. Bei täglichem Alkoholkonsum scheint Gemüseverzehr keine streßreduzierende Wirkung mehr zu besitzen. Der vor Streßsymptomen schützende Effekt ist stärker mit den Betacarotinspiegeln im Blutserum als mit dem Gemüseverzehr assoziiert (Hirayama, 1994), was darauf hinweist, daß wirklich Betacarotin für diese Effekte verantwortlich sein kann. Es sind aber auch sehr viele andere, ganz verschiedenartige protektive Substanzen in den verschiedenen Gemüsesorten und Früchten entdeckt worden, die gewissermaßen in konzertierter Aktion zu den positiven Effekten beitragen. Hier zeichnet sich seit kurzem regelrecht ein wissenschaftlicher Untersuchungsboom ab (Schmidt, 1995).

Die wichtigsten Ergebnisse der japanischen Studie von Hirayama hinsichtlich der Auswirkungen von Lebens- und Ernährungsgewohnheiten besagen zusammengefaßt folgendes: Bei ungesunder Lebensweise mit täglichem Rauchen und Alkoholkonsum sowie täglichem Fleischverzehr verringert allein der zusätzliche tägliche Gemüseverzehr das Sterberisiko um 19%, das Risiko, infolge von Krebs oder einer Herzerkrankung zu sterben, um 33% und das Risiko von Schlaflosigkeit um 36%. Eine optimale, gesunde Lebens- und Ernährungsweise mit täglichem Gemüseverzehr, Nichtrauchen und Verzicht auf täglichen Fleischverzehr und Alkoholkonsum ist gegenüber der entgegengesetzten Lebensweise mit einer Verringerung der Gesamtmortalität um 34%, des vorzeitigen Krebstodes um 60%, des vorzeitigen Todes infolge einer Herzerkrankung um 54% und mit einer Verringerung von Schlaflosigkeit von 52% verbunden.

Änderung der Lebensweise - eine präventiv wirksame Hochrisikostategie für Koronarpatienten?

Die von altersher den Ärzten in einer präventiv ausgerichteten Medizin zufallende Aufgabe ist die Betreuung von Patienten mit besonders hohem Risiko für bestimmte Erkrankungen bzw. von bereits Erkrankten mit einem hohen Sterberisiko. Dieser Ansatz ist nach wie vor eine klassische Aufgabe der Medizin und kann, trotz aller Einschränkungen hinsichtlich seiner Breitenwirksamkeit, für

einzelne betroffene Individuen sehr erfolgversprechend und lebensrettend sein. Er betrifft mitunter aber eben nur sehr kleine Gruppen, wenn es sich um seltene Erkrankungen handelt. Handelt es sich jedoch um eine Krankheit, von der sehr viele betroffen sind wie beispielsweise die koronare Herzkrankheit, dann sind durch effektive, gut umsetzbare Maßnahmen, die außerdem wenig kosten, durchaus breitenwirksame und auch erhebliche kostensparende volkswirtschaftliche Effekte zu erwarten, wenn es denn solche "Wundermittel" gibt.

Die Ergebnisse des San Francisco Lifestyle Heart Trial (Ornish et al., 1990; Ornish, 1992) haben kürzlich bei Patienten mit fortgeschrittener Koronarsklerose dokumentiert, daß durch eine umfassende Veränderung der Lebens- und Ernährungsweise der progrediente Verlauf der Atheroskleroseentwicklung mit zunehmender Verengung der Herzkranzgefäße aufgehalten und vielleicht sogar teilweise rückgängig gemacht werden kann. Das ist mit entsprechenden positiven Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit, das Wohlbefinden und die Lebensqualität der Patienten verbunden.

Dem bisher vierjährigen Beobachtungszeitraum von 35 Patienten zufolge betrug die mit Hilfe der quantitativen Koronarangiographie nachgewiesene Regression des durchschnittlichen prozentualen Stenosedurchmessers der verengten Koronararterien in der Experimentalgruppe knapp 4% (Abb. 8). Bei der Kontrollgruppe, die von ihren Hausärzten auf traditionelle Weise behandelt wurde, was im Durchschnitt etwa der Stufe I der Behandlungsrichtlinien der American Heart Association entsprach, fand sich hingegen eine Zunahme um fast 10%!

Mit den in dieser Untersuchung erzielten Umstellungen der Lebensweise wird versucht, für die Patienten das Optimum an möglichen Veränderungen und gesundheitsbewußtem Verhalten zu erreichen, um möglichst eine Regression des üblicherweise fortschreitenden atherosklerotischen Prozesses zu bewirken. Das Programm basiert auf folgenden, sich sehr sinnvoll ergänzenden Komponenten:

- eine fast fettfreie vegetarische Ernährungsweise (nur ca. 7% der insgesamt verzehrten und nicht eingeschränkten Kalorien stammen aus Fett, z.B. in Vollkornprodukten); abgesehen von 1/2 Tasse fettfreier Milch oder Joghurt pro Tag und gelegentlich einem Ei-Eiweiß wurde gänzlich auf tierische Produkte verzichtet;
- regelmäßiges, der individuellen Leistungsfähigkeit angepaßtes körperliches Training (z.B. Radfahren oder Laufen/Spaziergehen, mindestens 3x pro Woche für 30 Minuten);

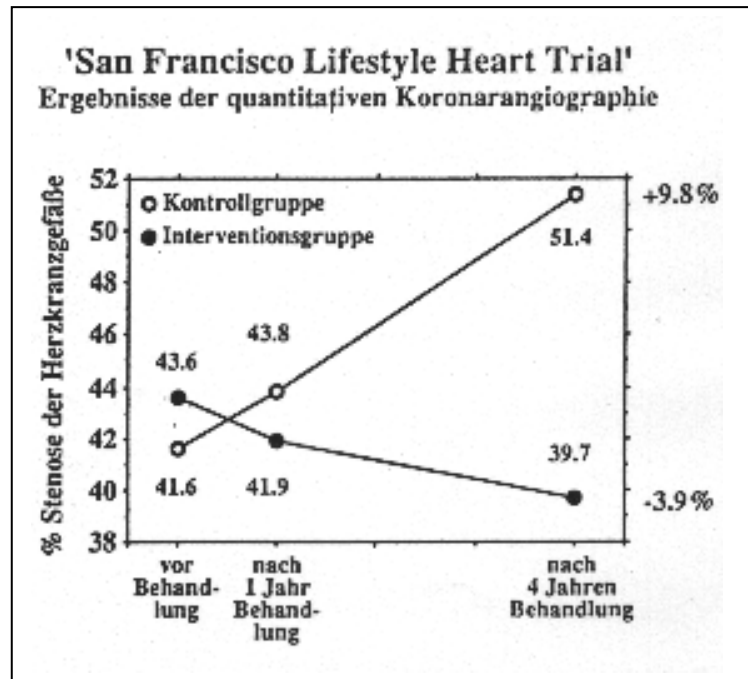


Abb. 8: Prozentsatz des durchschnittlichen Durchmessers von stenosierte Koronararterien von Koronarpatienten, die sich einer umfassenden Änderung ihrer Lebens- und Ernährungsweise unterzogen haben, im Vergleich zu Patienten einer randomisierten Kontrollgruppe mit traditioneller kardiologischer Behandlung; Ergebnisse wiederholter quantitativer Koronarangiographien im 4-Jahre-Follow-Up (nach Ornish et al., 1993).

- auf Yogatechniken basierendem Streßmanagement mit körperlichen Yoga- und Atemübungen, Entspannungsmethoden, Visualisierung und Meditation;
- regelmäßige Gruppentreffen und gegenseitige psychologische und soziale Ermutigung und Unterstützung unter fachkundiger Leitung.

Erzielt wird mit diesem Programm u.a. eine sehr starke Senkung von Gesamt- und LDL-Cholesterin, eine schnelle und wirksame Reduktion von Angina-Häufigkeit und -Dauer, eine Zunahme der körperlichen Leistungsfähigkeit, eine Abnahme der Gefühle von Feindseligkeit, Aggression, Ärger und sozialer Isolation (Scherwitz et al., 1994). In einer Pilotstudie haben Scherwitz und Mitarbeiter

(1994) darüberhinaus gezeigt, daß die einzelnen Programmkomponenten nicht nur in San Francisco, sondern auch in Deutschland von Koronarpatienten angenommen und mit entsprechendem Erfolg in das tägliche Leben integriert werden können.

Bislang wurde angezweifelt, daß Patienten bereit sind, derartig umfassende Veränderungen in ihrer Lebensgestaltung vorzunehmen. Die Erfahrungen sowohl im San Francisco Lifestyle Heart Trial als auch in der deutschen Pilotstudie zeigen jedoch, daß es Patienten unter sorgsamer Anleitung mit einem klugen und ausgewogenen Programm sogar leichter fällt, ihre Lebensweise radikal umzugestalten, als lediglich einige Zigaretten weniger zu rauchen, ein bißchen weniger tierische Fette zu verzehren, sich ab und zu etwas stärker körperlich zu belasten und nach ärztlichem Rat regelmäßig Medikamente einzunehmen. Entscheidend für die hohe Compliance im San Francisco Lifestyle Heart Trial sind wahrscheinlich mehrere Aspekte:

- Es muß den Patienten leicht gemacht werden, die umfassenden Veränderungen in ihrer Ernährungsweise vornehmen zu können. So werden den Patienten in San Francisco beispielsweise zwei Mahlzeiten pro Tag von einem speziell ausgebildeten Koch bei Bedarf abrufbar zur Verfügung gestellt;
- die Patienten erfahren aufgrund der Besserung ihrer kardialen Beschwerden, durch zunehmendes Wohlbefinden und die Wiederherstellung ihrer Leistungsfähigkeit sehr rasch persönlich die Wirksamkeit dieser Maßnahmen;
- die regelmäßigen, zweimal wöchentlich stattfindenden 4-stündigen Treffen der Teilnehmer, die gemeinsame Ausübung des gesamten Programms, die emotionale Unterstützung und der soziale Rückhalt durch die Gruppe motivieren, weiterzumachen und das Training auch zu Hause fortzuführen.

Die Ergebnisse des San Francisco Lifestyle Heart Trial zeigen eindeutig, daß die Patienten, die den Maßnahmen am umfassendsten folgen, auch am meisten profitieren, d.h. die stärkste Regression der Koronarstenosen aufweisen. Interessanterweise war der älteste Patient in der Experimentalgruppe - bei Studienbeginn 71 und heute (1994/95) 80 Jahre alt - derjenige, der die stärksten Regressionen zu verzeichnen hatte.

Allgemeingültige Aussagen über eine Auswirkung dieser Lebensweise auf die Mortalität von Koronarpatienten wird es aus dieser Studie nicht geben können. Dazu ist die Fallzahl zu klein. Es ist aber deutlich geworden, daß durch ihre Erkrankung stark behinderte Patienten durch diese radikale Umstellung ihrer

Lebensweise wieder ein "normales", weitgehend unbehindertes Leben führen können.

Eine umfassende Evaluation dieses Behandlungsansatzes auch im Hinblick auf die Sterblichkeit wird erst durch weitere Studien im kommenden Jahrhundert abgeschlossen werden können. Replikationen dieses Behandlungsansatzes, weitere Verbesserungen des Programms und eine möglichst schnelle und effektive Umsetzung dieser Erkenntnisse in der sekundären und tertiären Prävention auf breiter Basis sind im Hinblick auf die öffentliche Gesundheit Zukunftsaufgaben von prioritärer Bedeutung. Natürlich wäre eine Umsetzung dieser neuen Erkenntnisse im Rahmen der primären Prävention ebenso sinnvoll und wichtig. Da es sich bei der koronaren Herzkrankheit bei uns um die häufigste zum Tode führende Erkrankung handelt, scheint es durchaus sinnvoll, unser aller Leben mit einigen Komponenten aus dem Lifestyle-Programm von Ornish zu bereichern, im Sinne einer effektiven Bevölkerungsstrategie der Prävention (Schmidt & Nock 1994). Es gibt vor allem junge Menschen, die dies mit Erfolg tun, d.h. mit einer günstigen Auswirkung auf die Reduktion kardiovaskulärer Risikofaktoren (Schmidt et al., 1994).

In Japan haben die verfügbaren epidemiologischen Erkenntnisse zu erfolgreichen Präventionsmaßnahmen und zu meßbaren Veränderungen im Gesundheitsverhalten der gesamten Bevölkerung geführt (Hirayama 1991). Der Verzehr tierischer Fette ist nicht wie ursprünglich befürchtet und erwartet auf europäisches oder amerikanisches Niveau angestiegen, sondern hat sich auf einem sehr viel niedrigeren Niveau, bei etwa 25%, stabilisiert. Der enorme Zigarettenkonsum in Japan hat sich seit den sechziger Jahren um etwa 30% verringert. Der hohe Salzverzehr ist um 16% zurückgegangen mit entsprechenden Auswirkungen auf einen Rückgang der Neuerkrankungen an Magenkarzinom, Hypertonie und Schlaganfällen. Der Verzehr grün-gelber Gemüse hat um 70% zugenommen. Bei einer landesweiten Umfrage gaben 3 von 4 Frauen und jeder zweite Mann zu Protokoll, daß ihre wichtigste Maßnahme zur Krebsprävention darin besteht, täglich grün-gelbe Gemüse zu verzehren. Dies ist vor allem dem engagierten öffentlichen Wirken von Takeshi Hirayama zu verdanken, dem es unter geschickter Nutzung der öffentlichen Medien in beispielhafter Weise gelungen ist, das Gesundheitsverhalten der gesamten Bevölkerung günstig zu beeinflussen - ein bislang einzigartiges Beispiel für eine außerordentlich erfolgreiche Public-Health-Intervention. All dies hat in beträchtlichem Maße zur Behauptung der

Spitzenposition Japans bezüglich der hohen Lebenserwartung seiner 120 Millionen Menschen beigetragen.

In vielen Ländern nehmen im höheren Alter die Selbstmordraten zu. Sie sind gewöhnlich bei Männern über 75 Jahre am höchsten. Spitzenreiter ist mit 173 Männern und 75 Frauen pro 100.000 Personen und Jahr Ungarn. In Japan sind allerdings die Suizidraten von alten Frauen besonders hoch (1988 ca.: 55/100.000), die nur noch von den Ungarinnen übertroffen werden. Die Trends der Selbstmordraten von alten Menschen zeigen in den vergangenen 25 Jahren in den entwickelten Ländern kein einheitliches Muster. In einigen Ländern wie Frankreich und Italien sind sie allmählich angestiegen, in anderen Ländern wie England und Wales sind sie hingegen abgefallen. Das lenkt nachdrücklich unsere Aufmerksamkeit auf einen weiteren wesentlichen Aspekt, den des biographischen und kulturellen Kontextes für gesundes Leben.

8 Einbettung eines physiologischen Präventionsansatzes in einen kulturellen und biographischen Kontext

Wir haben gesehen, daß die Modifizierung einiger "einfacher" Lebensweisen selbst in einem Land mit einer bereits sehr hohen Lebenserwartung wie Japan eine deutliche Reduzierung der Mortalität - und damit wahrscheinlich auch eine Verschiebung von Erkrankungs- und Behinderungszeitpunkt in höheres Alter - bewirken kann und so eine Zunahme der produktiven aktiven Lebensjahre mit sich bringt. Die zu Beginn gestellte Frage nach der prinzipiellen Beeinflussbarkeit des Alterungsprozesses ist also zu bejahen.

Die gesellschaftliche Perspektive

Diese Sicherheit für fast die gesamte Bevölkerung, durch Ausschöpfen des präventiven Potentials ein hohes Lebensalter zu erreichen, stellt historisch eine neue Situation dar. Imhof (1993) bezeichnet dies als eine Entwicklung von der "unsicheren zur sicheren Lebensseite", die uns jedoch - als zweite Seite der Medaille - neue Herausforderungen stellt: neben Multimorbidität, Sinnhunger infolge der Entbindung aus traditionellen Verpflichtungen und sozialen Netzwerken sowie Isolation (Ullrich, 1993). Schon jetzt handelt es sich jedoch bei den Privilegierten der hochindustrialisierten Länder - bezogen auf den Lebensstandard, die medizi-

nische Versorgung, die Ernährung, die Bildung und Möglichkeiten der Freizeitgestaltung - "durchweg um bessere Jahre als je zuvor und sonstwo auf der Welt" (Imhof, 1993, S. 6). Dies trifft aber keinesfalls für alle Subgruppen und Individuen zu. Hier besteht eine große Variabilität, die sich weniger als biologisch determiniert, sondern vielmehr als sozial und behavioral vermittelt darstellt (Europe Blanche, 1995; Glatzer, 1992).

Mit der Perspektive einer langen Lebenszeit ist erstmals die Möglichkeit, gegeben, aber auch die Notwendigkeit verbunden, ein Lebensplankonzept zu entwerfen und sukzessive zu realisieren. Ein Lebensplankonzept entwickeln heißt, sich den Anforderungen und Schwierigkeiten der einzelnen Altersstufen bewußt zu sein und ihnen so weit wie möglich gerecht zu werden.

Was aber macht Lebenszeit selbst bis ins hohe Alter qualitativ? "Leitvorstellungen für ein Verständnis von gelungener Lebenszeit, das in pluralistischen Gesellschaften weitgehend überzeugungskräftig zu sein vermag, welches zugleich tragfähiges Fundament individueller Lebensgestaltung sowie staatlicher Bildung und Sozialpolitik ist, werden gesucht oder bedürfen der Reformulierung. Solche Leitvorstellungen gehören zum Gegenstand einer Kultur als dem Inbegriff dessen, was gesellschaftlich geteiltes gutes Leben ausmacht" (Wörner, 1993, S. 1). Seitdem hohes Alter etwas Durchschnittliches geworden ist, seiner Elitarität beraubt, gelten nicht mehr die Vorurteile der Weisheit, Güte und Menschlichkeit als Eigenschaften des Alters - eine Zuschreibung, die dem Alter einen hohen Stellenwert in der Gesellschaft zusicherte (Dörner & Plog, 1990). Mit dem Verlust der religiös bestimmten Perspektive des Lebens nach dem Tod erhält zudem das irdische Leben eine ungeheure Bedeutung - verbunden geradezu mit der Pflicht, nach Glück und Gesundheit zu streben. Hieraus ergeben sich Anforderungen, die bei gleichzeitig fehlenden bzw. inadäquaten Leitbildern - man denke nur an die Mythologisierung der Jugend und die weitgehende Tabuisierung von Tod - für viele oft nur schwer bewältigbar sind.

Gesundheitsförderung und Prävention für Ältere hat es jedoch schwer ihre Ziele zu verwirklichen, solange ein negatives Bild vom Alter und Älterwerden in der Gesellschaft besteht. Lehr (1991) wies bereits vor zehn Jahren darauf hin, daß Ältere für Staat und Gesellschaft keinen Gewinn bedeuten, sondern als Belastung, als Problemgruppe empfunden werden. Gerade jüngste, wenn auch umstrittene, aber dennoch von politischer Seite vorgetragene Vorschläge zur Ausgrenzung von Älteren aus gesellschaftlichen Verantwortungen und Leistungen machen diese diskriminierende Situation wieder besonders deutlich.¹⁰

Vorurteile gegenüber dem Alter (ageism) sind - wenn auch vielfach nicht so offensichtlich - weit verbreitet. Viele Phänomene werden von Jüngeren oft einseitig wahrgenommen; ein Perspektivenwechsel und damit eine faire Beurteilung der Älteren und ihrer Probleme findet nicht statt (Illhardt, 1993).

Vor diesem Hintergrund ist die zunehmende Zahl an Alterssuiziden nicht verwunderlich. Für Japan, das wie kein anderes Land die Lebensspanne innerhalb kürzester Zeit vergrößerte (Sachverständigenrat für die konzertierte Aktion im Gesundheitswesen, 1987), werden Selbsttötungen älterer Menschen bereits als bedeutendes Public Health Problem angesehen (Rockett & Smith, 1993). Wir müssen darauf achten, daß wir nicht in ein ähnliches Szenario geraten.

Der Erwartungsdruck des negativ besetzten Fremdbildes führt bei vielen älteren Menschen dazu, daß sie sich "seltener ihrem körperlichen und seelischen Empfinden entsprechend" verhalten, "sondern häufiger so, wie man es von ihnen erwartet: passiv und hilflos" (Dörner & Plog, 1990; S. 412; vgl. auch Ullrich, 1993 und Schneider, 1993).

Ansätze für Gesundheitsförderung und Prävention im Alter

Andererseits ist es keineswegs so, daß alle Älteren - wie uns das Vorurteil nahelegt - krank, hilflos und behindert sind. Die Mehrzahl der Älteren ist gegenwärtig im wesentlichen gesund, aktiv und weitgehend funktionstüchtig (Black & Kapoor, 1990). Verständlicherweise spielt dennoch die Sorge um die Gesundheit in ihrem Alltag eine große Rolle. Mit zunehmenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen nimmt häufig die Vielfalt der Auseinandersetzungen mit der eigenen Person und der Lebensumwelt ab; das auch bei Älteren vorhandene positive Bild

¹⁰ Heidi Schüller (1995). Die Alterslüge. Berlin: Rowohlt. In der Darstellung der "Altersbombe" liegt jedoch ein Fehler bei der Hochrechnung vor.

von der eigenen Person wird eingeschränkt. Es zeigt sich jedoch, daß Personen, denen zahlreiche Lebensbereiche wichtig sind und diese auch mit Leben füllen, die zudem über "einen starken Gegenwartsbezug und eine sehr positiv bewertete Selbstdefinition" verfügen, "weniger anfällig gegenüber den wohlbefindensvermindernden Wirkungen gesundheitlicher Einschränkungen" sind (Freund, 1995, S. 14).

Dies unterstreicht neben der Relevanz der Prävention ein wichtiges Ziel der Gesundheitsförderung: die Freude an der Selbstgestaltung zu fördern. Für die Erhaltung von Lebensdrang und -freude ist neben der Wissensbereicherung das Bewahren und die "Pflege von Sensibilität" (Wörner, 1993, S. 6) unverzichtbar: "Durch umsichtige Pflege sinnlichen Wahrnehmens, Begreifens und sinnlichen Umgangs überhaupt bildet sich ein Können aus, das dem Lebensvollzug Gestalt und damit Stil gibt" (Wörner, 1993, S. 6). Sie ermöglicht eine Offenheit zum Einüben von Auseinandersetzung mit Neuem und damit auch Veränderungen, so daß die Aussage von Aristoteles in der Nikomachischen Ethik (IX, 1170b1) gelten kann: "Zu fühlen, daß man lebt, ist lustvoll". Dabei darf jedoch nicht die Autonomie des einzelnen überspielt werden; ihre Wahrung ist Grundlage gelungenen Lebens (Wörner, 1993, S. 7). Unangetastet bleiben muß ebenso das Recht auf Rückzug und Involution, das nur zu häufig durch gut gemeinte Angebote verletzt wird (Heeg, 1994). Die Forderung nach Gesundheit darf nicht zu einem permanenten Besorgtsein über die eigene Gesundheit und einer moralischen Belastung und Überforderung führen (Kühn, 1993).

Gesundheitsförderliches Handeln wird wesentlich von den Erwartungen bestimmt, ob diese Handlung zu einer gesundheitlichen Verbesserung führt (Konsequenzerwartung) und ob der Betreffende sich in der Lage sieht, diese Handlung entsprechend auszuführen. Bandura (1977) führte hierfür den Begriff der Kompetenzerwartung ein. Eine Befragung von Teilnehmern zu Beginn eines Programms zur Vorbereitung auf den Ruhestand ergab, daß trotz hohem Interesse an der eigenen Gesundheit 48% kaum eigene Einflußmöglichkeiten auf die Gesundheit sahen. 40% hatten den Eindruck, ihre psychosoziale Lage wenig beeinflussen zu können (Scheumann, Loos & Heinze, 1994). Ziel jeder gesundheitsförderlichen Maßnahme muß es sein, die Kompetenz der Beteiligten zu erhöhen. Dies erfordert Verständnis und Akzeptanz des Wahrnehmungsfeldes des Betroffenen: Das subjektive Erleben bestimmt das Handeln (Hampden-Turner, 1991). Erst die Auseinandersetzung mit der eigenen Lebensweise, den Einflußfaktoren auf das eigene Verhalten und Möglichkeiten der Veränderung in einen

mehr oder weniger flexiblen Kontext bahnt den Weg für modifizierte Lebensformen. Gesundheitsförderliches Handeln kann langfristig nur bestehen bleiben, wenn es der persönlichen Überzeugung im Sinne der Konsistenztheorie (nach Festinger) entspricht und sich mit den Umfeldbedingungen und der sozialen Bezugsgruppe - im Sinne einer äußeren Konsistenz - vereinbaren läßt.

Auch wenn eine Notwendigkeit - also ein objektiver Bedarf - offensichtlich ist, so bedeutet dies noch lange nicht, daß die Zielgruppe dieses für sich annimmt bzw. annehmen kann. Dies zeigt sich in der nur bescheidenen Inanspruchnahme von Kursen zur Vorbereitung auf das Alter für 40- bis 65jährige (Ullrich, 1993) - eine Erfahrung, die für den Bereich der Prävention charakteristisch ist. Kurse zur Primärprävention von Risiken werden oft von bereits Betroffenen besucht (Radoschewski et al., 1994). Hier stellt sich die Frage nach den Ursachen, und ob die Angebote dem Bedarf und den Bedürfnissen der Älteren entsprechen. In ihrer Analyse des Präventionsangebotes in Berlin identifizierten Radoschewski et al. (1994, S. 36) vor allem zwei Schwachstellen der derzeitigen Präventionsaktivitäten: Die (fehlende) "Ableitung epidemiologisch begründeter bedarfs- und zielgruppenorientierter Präventionsmaßnahmen" und die mangelhaften "Organisationsbedingungen von Präventionsmaßnahmen." Die Angebote sind vielmehr marketingorientiert ausgerichtet. Damit entfällt aber der Programmcharakter der Gesundheitsförderung. "Der Aufbau entsprechender Angebote erscheint als Ziel an sich, nicht als Mittel zur Zielerreichung" (Kirschner et al., 1994).

Gibt es generell kaum wissenschaftlich fundierte, strukturierte, bedarfs- und zielgruppenorientierte Präventionsmaßnahmen, so trifft dieses für die Zielgruppe der Älteren erst recht zu; nur sehr wenige Angebote richten sich direkt an die Zielgruppe der Älteren.¹¹

Auch in der Forschung zum präventiven Verhalten wurden die Älteren bislang nur wenig berücksichtigt (Jensen, Counte, Glandon 1992). Dennoch können aufgrund vorliegender wissenschaftlicher Erkenntnisse, der Analyse vorhandener Präventions- und Gesundheitsförderungsangebote sowie den bisherigen Erfah-

¹¹ Ein Beispiel für ein Programm, das auf epidemiologischen und gerontologischen Bedarfsansätzen basiert, ist das Präventionsprogramm "gesund alt werden", das bundesweit von mehreren Ersatzkassen angeboten wird. Hier werden Risikopersonen über 40 Jahre mittels Selbsteinschätzungsfragebögen und Tests bzw. checklisten selektiert und direkt angesprochen (Schwartz & Schwab, 1993); Walter, Günther, Schwartz, Schneider & Küppers-Hellmann, 1995).

rungen Kriterien zur Entwicklung von Gesundheits-förderungsprogrammen für Ältere aufgestellt werden.

Beispiele für Handlungsfelder

Steinhagen-Thiessen (1991) unterscheidet zwischen medizinischen, sozialen und aktivierenden präventiven Maßnahmen. Unter erste fällt die ärztliche Kontrolle, aber auch geriatrische Assessments. Zu sozialen Maßnahmen zählen die Verbesserung der Wohnmöglichkeiten, die Förderung sozialer Kontakte, aber auch die Vorbereitung auf den Ruhestand. Im psychosozialen Bereich sind hierzu auch Maßnahmen zur Bewältigung kritischer Lebensereignisse zu rechnen (Grond, 1991). Aktivierende Maßnahmen umfassen neben körperlichen Aktivitäten und Ernährung auch den adäquaten Einsatz von Hilfsmitteln.

Von den vielen Handlungsfeldern sollen aufgrund ihrer epidemiologischen und gesundheitlich hohen Relevanz im folgenden besonders aktivierende Maßnahmen wie körperliche Aktivitäten sowie die Themen Wohnen im Alter, soziale Kontakte und die Bewältigung kritischer Lebensereignisse beispielhaft hervorgehoben werden. Sie zeigen, daß eine Vielzahl zielgruppenspezifischer und individuell abgestimmter Maßnahmen notwendig ist. Die Vermittlung von Informationen kann dabei immer nur einen ersten - wenn auch wichtigen - Schritt bilden (Weinstein, 1988). Neben der geistigen Aktivität (Baltes & Baltes, 1992) sollte auch die körperliche Aktivität so lange wie möglich trainiert werden, wobei dieser Begriff durchaus moderat zu verstehen ist.

Experten des Centers for Disease Control and Prevention (CDC) sowie des American College of Sports Medicine (ACMS) legten nach einer Bewertung der relevanten Literatur kürzlich Empfehlungen zur körperlichen Aktivität vor. Danach beugen bereits 30 minütige körperliche Bewegung gemäßigter Intensität an den meisten, vorzugsweise allen Tagen der Woche chronischen Erkrankungen wesentlich vor. Eine Möglichkeit ist zum Beispiel 3-5 km flott zu gehen. Die 30 Minuten körperliche Aktivität können aber auch durch verschiedene Tätigkeiten wie Treppensteigen, Gartenarbeit, Hausarbeit, Tanzen, aktives Spielen mit Kindern im Laufe des Tages akkumuliert werden (Pate et al., 1995). Tätigkeiten geringerer Intensität müssen entsprechend länger oder häufiger ausgeführt werden.

Mit der Focussierung der Bedeutung von Alltagsaktivitäten außerhalb formalisierter Übungsprogramme wird das traditionelle "exercise-fitness model" zu einem körperlichen Gesundheitsaktivitätsparadigma (physical activity-health pa-

radigma) erweitert (Pate, Pratt, Blair et al., 1995). Diese Erkenntnisse kommen den Verhaltensweisen der überwiegend sitzenden Bevölkerung und ihrer Motivation, langfristig eher Aktivitäten geringer bis gemäßigter Intensität aufrechtzuerhalten, entgegen. Auch die häufig angeführten Barrieren zur Verhinderung bzw. Aufgabe regelmäßiger Bewegung werden nun tiefer gesetzt. Für Ältere, die sich nicht nur mit zunehmendem Alter weniger bewegen, sondern auch supervidierte Übungen eher ablehnen, scheinen die Beibehaltung oder Aktivierung von favorisierten Alltagsbewegungen wie Walking und Gartenarbeit - verbunden mit einer gezielten Unterstützung - zur Förderung ihrer physiologischen und psychologischen Konstitution geradezu ideal zu sein (Dishman, 1994).

Ein schwedisches Interventionsprogramm verknüpft medizinische und soziale Maßnahmen, um funktionelle Beeinträchtigungen im Alter zu verringern (Svandborg, 1993). Ziel ist neben der Verbesserung bzw. Aufrechterhaltung der körperlichen und geistigen Funktionsfähigkeit die Verbesserung der Lebensqualität, sowie die Verringerung des Bedarfs an sozialen Diensten und mehr geeignete Möglichkeiten zur Untersuchung des Gesundheitszustandes anzubieten, um dadurch den Bedarf an medizinischer Versorgung zu verringern. Dem Interventionsprogramm liegen folgende wesentliche Konzepte zugrunde: 1. Eine adäquate medizinische Versorgung mit Sicherstellung einer angemessenen Diagnosestellung verbessert die Vitalität und Lebensqualität und verlangsamt möglicherweise auch die altersabhängigen Funktionsverluste. 2. Eine angemessene funktionelle Belastung hinsichtlich körperlicher Aktivität und intellektueller Funktionen sowie soziale Integration und Engagement (Aktivitätshypothese) verlangsamt die Geschwindigkeit von Funktionsverlusten im Alter. 3. Die persönliche Lebensweise hat Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit und den Gesundheitszustand (Lifestyle-Hypothese). Die Analyse der Lebensweise ist der Angelpunkt für die Interventionsbemühungen. Dabei sollen 4. die dem einzelnen zur Verfügung stehenden Ressourcen untersucht werden, um diese in der sozialen Interaktion zu nutzen (Ressourcen-Perspektive). Es erscheint wichtig, derartige Programmansätze auf ihre Wirksamkeit zu testen und zu optimieren, damit sie systematisch zur Verringerung von Krankheitslast und Behinderung im Alter eingesetzt werden können.

Ein Bereich, der zunehmende Aufmerksamkeit erfährt, ist das Wohnen im Alter. Bereits Mitte der 70er Jahre in der internationalen gerontologischen Literatur diskutiert, kam dieses Thema durch eine Anhörung im Bundestag 1989

verstärkt in die Öffentlichkeit. Inzwischen gibt es eine Vielzahl von Beratungseinrichtungen sowie Modellprojekte und lokale Initiativen (Wild, 1994).

Wohnraumanpassungen können die Selbständigkeit unterstützen und damit ein längeres Verbleiben in der eigenen Wohnung ermöglichen. Ergebnisse der Studie "Möglichkeiten und Grenzen der selbständigen Lebensführung im Alter" zeigen einen Zusammenhang zwischen Wohnqualität und Selbständigkeit. So leben 43,3% der Befragten mit "weitgehend erhaltener Selbständigkeit im Alltag" unter "sehr guten oder guten Wohnbedingungen", doch nur 23,6% der Studienteilnehmer mit "eingeschränkter Selbständigkeit" und 10,6% der Personen mit Pflegebedarf (Schmitt, Kruse & Olbrich, 1994, S. 395). Einschränkende Umweltbedingungen wie Wohnqualität, Einrichtung der Wohnung, soziale und institutionelle Unterstützung können somit "dazu beitragen, daß schon geringfügige Kompetenzdefizite eine selbständige Lebensführung nicht mehr zulassen" (Schmitt, Kruse & Olbrich 1994, S. 393).

Obwohl die Angebote der Beratungsstellen inzwischen zunehmend - besonders von Älteren über 70 Jahre - nachgefragt werden (Wild, 1994), werden die Möglichkeiten der Wohnungsanpassung insgesamt allein aufgrund mangelnder Information nicht ausgeschöpft. Hier muß durch vielschichtige Vorgehensweisen die Zielgruppe der Älteren - die infolge jahrelanger Gewöhnung und Anpassung oft eine hohe Zufriedenheit mit der Wohnsituation trotz objektiver Mängel aufweist (Schmitt, Kruse & Olbrich, 1994) - sensibilisiert werden. Dabei kann die hohe Motivation der Älteren, in der eigenen Wohnung zu bleiben, genutzt werden (Oswald, 1994).

Bereits die Phase vor einer möglicherweise anstehenden Verlegung in ein Alten- oder Pflegeheim ist entscheidend für die spätere Gesundheit der Betroffenen. Untersuchungen weisen darauf hin, daß die Kontrolle über die eigene Entscheidung Anpassungen an die neue Situation erleichtert und positiv das Immunsystem beeinflusst (Wojnar, 1993). Dies weist auf die Bedeutung einer intensiven und offenen Auseinandersetzung mit dem Betroffenen und den Angehörigen sowie einer ausführlichen Beratung seitens der entsprechenden Einrichtungen hin.

Unverzichtbar für erfolgreiche Gesundheitsförderungsprogramme ist die Transparenz der Angebote (Radoschewski et al., 1994). Zu bedenken ist, daß Ältere oft Schwellenängste aufweisen, die nur durch eine gezielte Ansprache auf mehreren Ebenen unter Beachtung der Werte der Zielgruppen überwunden werden können.

Ausblick

Wir haben unser Potential an gesunden Lebensjahren noch nicht ausgeschöpft. Eine Optimierung der Lebensweise eines großen Bevölkerungsanteils könnte noch erhebliche Gewinne bringen. Dies wird Aufgabe präventivmedizinischer Bemühungen der näheren Zukunft sein. Eine weitere Verringerung der Mortalität und eine Zunahme der behinderungsfreien aktiven Lebensjahre wird wohl nicht so sehr von den Fortschritten der kurativen Medizin abhängen, sondern vielmehr von der Umsetzung bestimmter präventiver Maßnahmen - einer wirksamen Verhaltens- und Verhältnisprävention unter Berücksichtigung des individuellen Kontextes. Die Grundlage für die Realisierungsmöglichkeiten bilden wie bisher auch vor allem soziale Faktoren (stabile politische Verhältnisse, Kriegsvermeidung, Bildung) und sozioökonomische Bedingungen (wie Einkommensentwicklung, Einkommensverteilung, Arbeitslosenzahl etc.).

Durch die Mechanismen der biologischen Evolution, die wahrscheinlich von unserer insbesondere auf der Sprachentwicklung basierenden kulturellen Evolution beeinflusst worden ist, haben wir Menschen in nur einigen tausend Generationen unsere Alterungsprozesse soweit verlangsamt, daß wir heute doppelt so alt wie Menschenaffen und Neandertaler werden können. Es erscheint nicht sehr wahrscheinlich, daß in den nächsten 100.000 Jahren ein erneuter Selektionsdruck das menschliche Leben noch einmal durch die natürlichen Mechanismen der Evolution derartig verlängern wird. Wir können aber mit Hilfe unserer kulturellen Errungenschaften lernen, wie das uns allen verfügbare biologische Erbe von möglichst vielen Menschen optimal genutzt werden kann. Dies bedeutet aber auch, Grenzen zu erkennen und zu akzeptieren.

Eine andere Perspektive, das menschliche Leben in Zukunft zu verlängern, die bislang allerdings utopisch ist, soll am Schluß nicht unerwähnt bleiben. Die Erforschung genetischer Mechanismen hat große Fortschritte gemacht und weitere Erkenntnisse sind zu erwarten. So wenig wahrscheinlich gegenwärtig ein grundlegender "gentherapeutischer" Eingriff in den menschlichen Alterungsprozeß möglich erscheint, gilt doch: Die Gentherapie hat völlig neue Behandlungsprinzipien geschaffen, die weiter entwickelt werden. Allerdings werden auch in Zukunft wohl nur einige wenige Individuen von einer Gentherapie profitieren, z.B. diejenigen, die von einer seltenen Erbkrankheit betroffen sind. Gelingt es, die genetischen Grundlagen der Alterungsprozesse zukünftig im Detail zu verstehen, und sollte sich herausstellen, daß diese Prozesse nicht zu komplex sind

und durch genetische Manipulationen beeinflusst werden können und stünde eine "Gentherapie zur Verlangsamung des Alterungsprozesses" vor der Tür, würden die dann folgenden biologischen, kulturellen, sozialen und psychologischen Auswirkungen heute noch unser Vorstellungsvermögen sprengen, und doch müssen wir vielleicht beginnen, uns auch mit dieser prinzipiellen Möglichkeit auseinanderzusetzen.

Literaturverzeichnis

- Ames B.N., Shigenaga, M.K. & Hagen, T.M. (1993). Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Science of the USA*, 90, 7915-7922.
- Andrews G., Esterman A., Braunack-Mayer A. & Rungie C. (1986). Aging in the Western Pacific. A Four-Country Study. Genf: World Health Organization.
- Baltes, P.B. & Baltes, M.M. (1992). Gerontologie: Begriff, Herausforderung und Brennpunkte. In P.B. Baltes & J. Mittelstraß (Hrsg.): *Zukunft des Alterns und gesellschaftliche Entwicklung* (S. 1-34). Berlin: DeGruyter.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy. Towards a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84, 191-215.
- Berkel, J. & deWard, F. (1983). Mortality pattern and life expectancy of Seventh-day-Adventists in the Netherlands. *International Journal of Epidemiology*, 1, 455-459.
- Black, J.S. & Kapoor, W. (1990). Health Promotion and Disease Prevention in Older People. Our Current State of Ignorance. *Journal of the American Geriatrics Society*, 38, 168-172.
- Bradley, A.J., McDonald, I.R. & Lee, A.K. (1980). Stress and mortality in a small marsupial (*Antechinus stuartii*, Macleay). *General and Comparative Endocrinology*, 40, 188-200.
- Caselli, G., Vallin, J., Vaupel, J. & Yashin, A. (1987). Age-specific mortality trends in France and Italy since 1900: Period and cohort effects. *European Journal of Population*, 3, 33-60.
- Corder, L. (1992). Findings presented at the 5th Meeting of the International Network on Health Expectancy, Ottawa, 19-21 February.
- Crimins, E., Saito, Y. & Ingegneri, D. (1989). Changes in life expectancy and disability-free life expectancy in the United States. *Population and Development Review*, 15, 235-267.
- Danner, D.B. & Schröder, H.C. (1992). Biologie des Alterns (Ontogenese und Evolution). In P.B. Baltes & J. Mittelstrass (Hrsg.), *Zukunft des Alterns und gesellschaftliche Entwicklung* (S. 95-123). Berlin: De Gruyter.
- Diamond, J. (1992). *The third chimpanzee. The evolution and future of the human animal*. New York: Harper Collins Publisher.
- Dinkel, R.H. (1992). Demographische Alterung: Ein Überblick unter besonderer Berücksichtigung der Mortalitätsentwicklungen. In P.B. Baltes & J. Mittelstrass (Hrsg.), *Zukunft des Alterns und gesellschaftliche Entwicklung* (S. 62-93). Berlin: De Gruyter.
- Dishman, R.K. (1994). Motivating older adults to exercise. *Southern Medical Journal*, 87, 79-82.
- Dörner, K. & Plog, U. (1990). *Irren ist menschlich. Lehrbuch der Psychiatrie/Psychotherapie* (6. Aufl.) Bonn: Psychiatrie Verlag.
- Duthie, G.G., Wahle, K.W.J. & James, W.P.T. (1989). Oxidants, antioxidants and cardiovascular disease. *Nutritional Research Review*, 2, 51-62.

- Europe Blanche (1995). Ingalit,s sociales et sant,. In Institut des Sciences de la Sant, (Ed.), Europe Blanche Meeting XVI/1994: Social inequities and health (pp. 14-15). Paris: Institut des Sciences de la Sant,.
- Freund, A.M. (1995). Die Selbstdefinition alter Menschen. Inhalt, Struktur und Funktion. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Fries, J. (1990). The compression of morbidity: near of far? *Milbank Memorial Quarterly*, 67, 208-232.
- Fries, J. (1980). Aging, natural death, and the compression of morbidity. *New England Journal of Medicine*, 303, 130-135.
- Fukuchi, K.-I., Martin, G.M. & Monnat, R.J.jr. (1989). Mutator phenotype of Werner syndrom is characterizrd by extensive deletions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 86, 5893-5897.
- Gaziano, J.M., Mason, J.E., Branch, L.G., LaMotte, F., Colditz, G.A., Buring, J.E. & Hennekens, C.H. (1992). Dietary beta carotene and decreased cardiovascular mortality in an elderly cohort. *Journal Am Coll Cardiol*, 19, 3. suppl A, abstract Nr. 337a.
- Golini, A. & Egidi, V. (1984). Effect of morbidity changes on mortality and population size and structure. In J. Vallin, J.H. Pollard & L. Heligman (eds.), *Methodologies Collection and Analysis of Data* (pp. 405-448). Liege/Belgium: International Union for the Scientific Study of Population.
- Glatzer, W. (1995). Die Lebensqualität älterer Menschen in Deutschland. *Zeitschrift für Gerontologie*, 25, 137-144.
- Grond, E. (1991). Prävention der Depression im Alter. In H.-W. Müller (Hrsg.), *Prävention von Krankheiten im Alter* (S. 99-110). Frankfurt/M.: Deutsche Zentrale für Volksgesundheitspflege e.V.
- Hampden-Turner, C. (1991). Modelle des Menschen. Ein Handbuch des menschlichen Bewußtseins (2. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Hanawalt, P.C. (1987). On the role of DNA damage and repair processes in aging: Evidence for and against. In H.R. Warner et al. (Eds.), *Modern theories of aging* (pp. 183-198). New York, NY: Raven Press.
- Harman, D. (1986). Free radical theory of aging: Role of free radicals in the origination and evolution of life, aging, and disease processes. In J.E. Johnson jr., R. Walford, D. Harman & J. Miquel (Eds.) *Free radicals, aging, and degenerative diseases* (pp. 3-49). New York, NY: Liss.
- Headley, E.C. (1992). Causes of death among the oldest old. In R.M. Suzman, D.P. Willis & K.G. Manton (Eds.), *The oldest old* (pp. 183-198). Oxford: Oxford University Press.
- Heeg, S. (1994). *Betreutes Wohnen: Möglichkeiten, Grenzen und bauliche Anforderungen - Überlegungen aus der Sicht einer Architektin mit ökopsychologischer Orientierung*. *Zeitschrift für Gerontologie*, 27, 366-380.
- Heydure, A.R. & Richardson, A. (1992). Does gene expression play any role in the mechanism of the antiaging effect of dietary restriction. *Annals of the New York Academy of Medicine*, 663, 384-392.
- Hirayama, T. (1990). Life style and mortality - a large-scale Census-based cohort study in Japan. *Contributions to Epidemiology and Biostatistics* (Vol. 6). Basel: Karger.
- Hirayama, T. (1992). Lifestyle and cancer: From epidemiological evidence to public behavior change to mortality reduction of target cancers. *Japanese National Cancer Institute Monographs*, 12, 65-74.
- Hirayama, T. (1994). Lifestyle and mortality: The healthiest way to live. *Homeostasis*, 35, 168-179.
- Illhardt, F.J. (1993). "Ageism": Vorurteile gegen das Alter. *Zeitschrift für Gerontologie*, 26, 335-338.

- Imhof, A.E. (1994). Einleitung. In A.E. Imhof & R. Weinknecht (Hrsg.), *Erfüllt leben - in Gelasenheit sterben* (S. 15-38). Beitrag zu einem Symposium vom 23.-25. November 1993 an der Freien Universität Berlin. Berlin: Duncker & Humblot.
- Imhof, A.E. (1994). Die neuen Überlebenden: Gestern, heute morgen in Deutschland, Europa, weltweit. In A.E. Imhof (Hrsg.), *Lebenserwartungen in Deutschland, Norwegen und Schweden im 19. und 20. Jahrhundert* (S. 25-113). Berlin: Akademie-Verlag.
- Jensen, J., Counte, M.A. & Glandon, G.L. (1992). Elderly health beliefs, attitudes and maintenance. *Preventive Medicine*, 21, 483-497.
- Kahn, H.A., Phillips, R.L., Snowdon, D.A. & Choi, W. (1984). Association between reported diet and all-cause mortality. Twenty-one-year follow-up on 27,530 adult Seventh-day adventists. *American Journal of Epidemiology*, 119, 775-787.
- Kardinaal, A.F.M., Kok, F.J., Ringstad, J., Gomez-Aracena, J., Mazaev, V.P., Kohlmeier, L., Martin, B.C., Aro, A., Kark, J.D., Delgado-Rodriguez, M., Riemersma, R.A., van 't Veer, P., Huttunen, J.K. & Martin-Moreno, J.M. (1993). Antioxidants in adipose tissue and risk of myocardial infarction: the Euramic study. *Lancet*, 342, 1379-1384.
- Katz, S., Branch, L.G., Branson, M.H., Papsidero, J.A., Beck, J.C. & Greer, D.S. (1983). Active life expectancy. *New England Journal of Medicine*, 309, 1218-1224.
- Keenan, K.P., Smith, P.F. & Soper, K.A. (1994). Effect of dietary (caloric restriction on aging, survival, pathology, and toxicology. In U. Mohr, D.L. Dungworth & C.C. Capen (Eds.), *Pathobiology of the aging rat*. (Vol. II, pp. 609-628). Washington DC: International Life Sciences Institute, ILSI Press.
- Kirkwood, T.B.L. (1989). DNA, mutations, aging. *Mutation Research*, 219, 1-7.
- Kirschner, W., Radoschewski, M., Heydt, K., Kirschner, R. & Kunert, M. (1994). *Untersuchung zur Umsetzung des § 20 SGB V durch die Krankenkassen*. Berlin: Epidemiologische Forschung.
- Kühn, H. (1994). *Healthismus. Eine Analyse der Präventionspolitik und Gesundheitsförderung in den U.S.A.* Berlin: Edition Sigma.
- Lehr, U. (1991). Altern - ein Gewinn? In H.-J. Schultz (Hrsg.), *Die neuen Alten. Erfahrungen aus dem Unruhestand* (5. Aufl., S. 31-43). Stuttgart: Krenz Verlag.
- Li, J., Ershow, A.G., Chen, Z., Wacholder, S., Li, G., Guo, W., Li, B. & Blot, W.J. (1989). A case-control study of cancer of the esophagus and gastric cardia in Linxian. *Int J Cancer*, 43, 755-761.
- Lopez, A. (1990). Mortality trends in the ECE region: Prospects and implications. Paper presented at the United Nations Statistical Commission and Economic Commission for Europe. Conference of European Statisticians, Ottawa, September 24-28.
- Manton, K.G. (1982). Changing concepts of morbidity and mortality in the elderly population. *Milbank Memorial Foundation Q/Health Soc*, 60, 183-244.
- Manton, K.G., Stallard, E. & Tolley, H.D. (1991). Limits to human life expectancy: Evidence, prospects, and implications. *Population and Development Review* 17, 603-637.
- Manton, K.G. & Soldo, B.J. (1992). Disability and mortality among the oldest old: Implications for current and future health and long-term-care service needs. In R.M. Suzman, D.P. Willis & Manton, K.G. (Eds.), *The oldest old* (pp. 199-250). Oxford: Oxford University Press, Inc.
- Manton, K.G., Corder, L.S. & Stallard, E. (1993). Estimates of change in chronic disability and institutional incidence and prevalence rates in the U.S. elderly population from the 1982, 1984, and 1989 National Long Term Care Survey. *Journal of Gerontology*, 48, 153-166.
- Manton, K.G. & Stallard, E. (1995). Change in health, mortality, and disability and the impact on long term care. In M.E. Cowart & J. Quadragno (Eds.), *Long Term Care: Conference Proceedings*. Tallahassee, FL.: The Pepper Foundation.

- Mathers, D.C. (1991). Health expectancy in Australia 1981 and 1988. Canberra: Australian Institute of Health; AGPS, 117p.
- Mathers, D.C. (1994). Health expectancy in Australia 1993: preliminary results. In D.C. Mather, J. McCallum & J.M. Robine (Eds.), *Advances in health expectancies: Proceedings of the 7th meeting of the International Network on Health Expectancy (REVES)*, Canberra, February 1994. Australian Institute of Health and Welfare (in press).
- Mueller, L.D. (1987). Evolution of accelerated senescence in laboratory populations of *Drosophila*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 84, 1974-1977.
- Neel, J.V. (1980). On being headman. *Perspectives in Biological Medicine*, 23, 277-294.
- Neel, J.V. (1994). *Physician to the gene pool: genetic lessons and other stories*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Ning, Y., Weber, J.L., Killary, A.M., Ledbetter, D.H., Smith, J.R. & Pereira-Smith, O.M. (1991). Genetic analysis of indefinite division in human cells: Evidence for a cell senescence-related gene(s) on human chromosome 4. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 88, 5635-5639.
- Olshansky, S.J., Carnes, B.A. & Cassel, C. (1990). In search of Methuselah: Estimating the upper limits to human longevity. *Science*, 250, 634-640.
- Ornish, D., Brown, S., Scherwitz, L., Billings, J., Armstrong, W., Ports, T., McLanahan, S., Kirkeeide, R., Brand, R. & Gould, K. (1990). Can lifestyle changes reverse coronary heart disease? The Lifestyle Heart Trial. *Lancet*, 336, 129-133.
- Ornish, D. (1992). *Revolution in der Herztherapie*. Stuttgart: Kreuz-Verlag.
- Ornish, D., Brown, S.E., Scherwitz, L.W., Billings, J., Armstrong, W., Ports, T., McLanahan, S., Kirkeeide, R., Brand, R. & Gould, K. (1993). Can lifestyle changes reverse coronary atherosclerosis? - Four year results of the Lifestyle Heart Trial. *JAMA*, 88, Suppl. I, 385.
- Pate, R., Pratt, M., Blair, S.N. et al. (1995). Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*, 273, 402-407
- Poterba, J.M. & Summers, L.H. (1987). Public policy implications of declining old-age mortality. In G. Burtless (Ed.), *Work, health, and income among the elderly* (pp. 19-58). Washington, DC: Bureau of the Census.
- Oswald, F. (1994). Zur Bedeutung des Wohnens im Alter bei gesunden und gehbeeinträchtigten Personen. *Zeitschrift für Gerontologie*, 27, 355-365.
- Radoschewski, M., Kirschner, W., Kirschner, R. & Heydt, K. (1994). *Entwicklung eines Präventionskonzeptes für das Land Berlin. Diskussionspapier 21*. Berlin: Senatsverwaltung für Gesundheit.
- REVES (International Research Network for Interpretation of Observed Values of Healthy Life Expectancy). (1991). *Statistical World Yearbook, Supplement to Bibliography Series No. 2*. Montpellier, France: Les Editions INSERM.
- Riley, J. (1990). Long-term morbidity and mortality trends: inverse transition. In J.C. Caldwell et al. (Eds.), *What we know about health transition: The cultural, social and behavioral determinants of health* (Vol 1, pp. 165-188). Canberra: Australian National University.
- Robine, J.M. (1991). Changes in health conditions over time. Paper presented at Fourth REVES Meeting, Nordwijkerhout, The Netherlands.
- Robine, J.M. & Mormiche, P. (1994). Estimation de la valeur de l'espérance de vie sans incapacité, en France en 1991. *Solidarit, Sant.*, 1, 17-36.
- Rockett, I.R.H. & Smith, G.S. (1993). Covert suicide among elderly Japanese females: Questioning unintentional drowning. *Social Science and Medicine*, 36, 1467-1472.

- Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen (1987). Jahresgutachten 1987. Medizinische und ökonomische Orientierung. Vorschläge für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.
- Scherwitz, L.W. & Ornish, D. (1991). The impact of major lifestyle changes on coronary stenosis, CHD risk factors, and psychological status: Results from the San Francisco Lifestyle Heart Trial. *Akt Ernähr-Med*, 16, 170-174.
- Scherwitz, L.W. & Kesten, D. (1994). The German Lifestyle Change Pilot Project: Effects of diet and other lifestyle changes on coronary heart disease. *Homeostasis*, 35, 198-204.
- Scheumann, H., Loos, G. & Heinze, K. (1994). Gesundheitsförderung im Alter. - Erfahrungen mit einem neuartigen Präventionsmodell für den dritten Lebensabschnitt im BKK-Haus Harz-Wald. *Die Betriebskrankenkasse*, 12, 744-749
- Schmidt, T.F.H. & Noack, R.H. (1994). Lifestyle changes - A public health perspective. *Homeostasis*, 35, 161-167.
- Schmidt, T.F.H., Robra, B.-P., Müller, M.J., Canzler, H., Bartels, M., Schwartz, F.W. & Wijga, A.W. (1994). Yoga training and vegetarian nutrition reduce cardiovascular risk factors in healthy Europeans. *Homeostasis*, 35, 209-225.
- Schmidt, T.F.H. (1995). Präventive Strategien in der Ernährungsmedizin. In M.J. Müller (Hrsg.), *Ernährungsmedizinische Praxis*. Heidelberg: Springer-Verlag (im Druck).
- Schmitt, E., Kruse, A. & Olbrich, E. (1994). Formen der Selbständigkeit und Wohnumwelt - Ein empirischer Beitrag aus der Studie "Möglichkeiten und Grenzen der selbständigen Lebensführung im Alter. *Zeitschrift für Gerontologie*, 27, 390-398.
- Schneider, H.-D. (1993). Wie könnte die Altersvorbereitung zu einem Werkzeug der Prävention werden? *Zeitschrift für Gerontologie*, 26, 419-428.
- Schröder, H.C. (1989). Superoxidradikale, Genexpression und Alterung: Reparable Sch.,den auf der Ebene der DNA und irreparable Schäden auf der Ebene der mRNA Reifung. In M.M. Baltes, M. Kohli & K. Sames (Hrsg), *Erfolgreiches Altern* (S. 259-269). Bern: Huber.
- Schwartz, F.W. (1989). Annahmen zum Gesundheitszustand alter Menschen. In K.F.W. Tokarski (Hrsg.), *Die "neuen" Alten* (Kasseler Gerontologische Schriften 6, 69-90). Kassel: Gesamthochschule.
- Schwartz, F.W. (1991) Gewonnene Lebensjahre. In Robert Bosch Stiftung (Hrsg.), *Entwicklungstendenzen im Gesundheitswesen und ihre ökonomische Bedeutung* (S. 113-162). Gerlingen: Bleicher Verlag.
- Schwartz, F.W. (1992). Randbedingungen einer Gesundheitspolitik für die ältere Bevölkerung. Referat anlässlich einer Konferenz der WHO, Heidelberg, 14./15.10.1992.
- Schwartz, F.W. & Schwab, P. (1993). Verhaltensprävention bei Personen ab 40 Jahren: Gesund alt werden! Das Präventionsprogramm der Ersatzkassen. *Niedersächsisches Ärzteblatt*, 4, 12-15.
- Schwartz, F.W. (1995). Überlegungen zu demographischen und medizinspezifischen mittelfristigen Einflüssen auf die Entwicklung der Lebenserwartung in Deutschland. Referat anlässlich der Jahresversammlung des Verbandes der Lebensversicherungs-Unternehmen, 15.5.1995.
- Snowdon, D.A., Phillips, R.L. & Frazer, G.E. (1984). Meat consumption and fatal ischemic heart disease. *Prev Med*, 13, 490-500.
- Steinhagen-Thiessen, E. (1991). Konzepte von Pr.,vention und Rehabilitation in der Geriatrie. In H.-W. Müller (Hrsg.), *Prävention von Krankheiten im Alter*. Kongreßbericht 1990 (S. 99-110). Frankfurt/M.: Deutsche Zentrale für Volksgesundheitspflege e.V.
- Svanborg, A. (1993). A medical-social intervention in a 70-year-old Swedish population: Is it possible to postprone functional decline in aging? *The Journals of Gerontology*, 48, 84-88.
- Taeuber, C. (1992). *Sixty-five plus in America*. Washington DC.: U.S. Bureau of the Census Current Population Reports, Series P-23, No. 178.

- Ullrich, P.-O. (1994). Will Altern gelernt sein? - Lebensplan und Kunst des Sterbens heute. Erfahrungen und Fragen zum Modell "Lernen aus Erfahrung". In A.E. Imhof & R. Weinknecht (Hrsg.), *Erfüllt leben - in Gelassenheit sterben* (S. 269-285). Beiträge eines Symposiums vom 23.-25. November 1993 an der Freien Universität Berlin. Berlin: Duncker & Humblot.
- US Department of Commerce, Economics and Statistics Administration. Bureau of the Census. (1995). *An Aging World II. International Population Reports P95/92-3*. Washington, DC: Bureau of the Census.
- Verbrugge, L. (1989). Recent, present, and future health of American adults. *Annual Review of Public Health*, 10, 333-361.
- Walford, R. (1981). Immunology systems and aging. In D. Danon et al. (Eds.), *Aging: a challenge to science and society* (Vol.1 Biology). Oxford: Oxford University Press.
- Walter, U., Günther, U., Schwartz, F.W., Schneider, K. & Küppers-Hellmann, B. (1995). Präventionsprogramm "gesund alt werden": Pädagogisch-psychologisches Konzept der Ernährungskurse. *Ernährungs-Umschau*, 7, 250-253.
- Weinstein, N.-D. (1988). The precaution adoption process. *Health Psychology*, 7, 355-386.
- Wild, C. (1994). Wohnraumanpassung - Erfahrungen von Beratungsinstitutionen in Österreich und Deutschland. *Zeitschrift für Gerontologie*, 27, 381-389.
- Wilkins, R., Chen, J. & Ng, E. (1994). Changes in health expectancy in Canada from 1986 to 1991. In D.C. Mathers, J. McCallum & J.M. Robine (Eds.), *Advances in health expectancies: proceedings of the 7th meeting of the International Network on Health Expectancy (REVES)*, Canberra: Australian Institute of Health and Welfare (in press).
- Williams, G. (1957). Pleiotropy, natural selection, and the evolution of senescens. *Evolution*, 11, 398-411.
- Wörner, M.H. (1994). "Gelungenes" Leben. In A.E. Imhof & R. Weinknecht (Hrsg.), *Erfüllt leben - in Gelassenheit sterben* (S. 87-98). Beiträge eines Symposiums vom 23.-25. November 1993 an der Freien Universität Berlin. Berlin: Duncker & Humblot.
- Wojnar, J. (1993). Prävention im Wohn- und Pflegeheim. *Zeitschrift für Gerontologie*, 26, 459-465.
- Yu, B.P. (1987). Update on food restriction and aging. In M. Rothstein (Ed.), *Review of biological research in aging* (Vol. 3, pp. 495-505). New York: Liss.
- Zurcher, C. & Slagboom, P. (1994). Basic aspects of aging. In U. Mohr, D.L. Dungworth & C.C. Capen (Eds.), *Pathobiology of the aging rat* (Vol. II, pp. 573-586). Washington, DC: International Life Sciences Institute, ILSI Press.