

1 Einleitung

1.1 Altersentwicklung der Bevölkerung und deren Konsequenzen

Die demographische Altersstruktur in Deutschland wird sich in den kommenden Jahren massiv verändern. Die Menschen werden zunehmend älter. Im Jahr 2050 wird jeder dritte Deutsche älter als 60 Jahre und die Hälfte aller Deutschen älter als 48 Jahre sein. Während die durchschnittliche Lebenserwartung Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts bei etwa 46 Jahren lag, ist heute – hundert Jahre später – bereits die Hälfte unserer Gesellschaft über 40 Jahre. In den folgenden Abbildungen wird die „Überalterung“ der Bevölkerung verdeutlicht. Abbildung 1 zeigt den Altersaufbau im Jahre 1950, Abbildung 2 den Altersaufbau im Jahre 2001 und Abbildung 3 den prognostizierten Altersaufbau im Jahre 2050 (Abbildungen des Statistischen Bundesamtes).

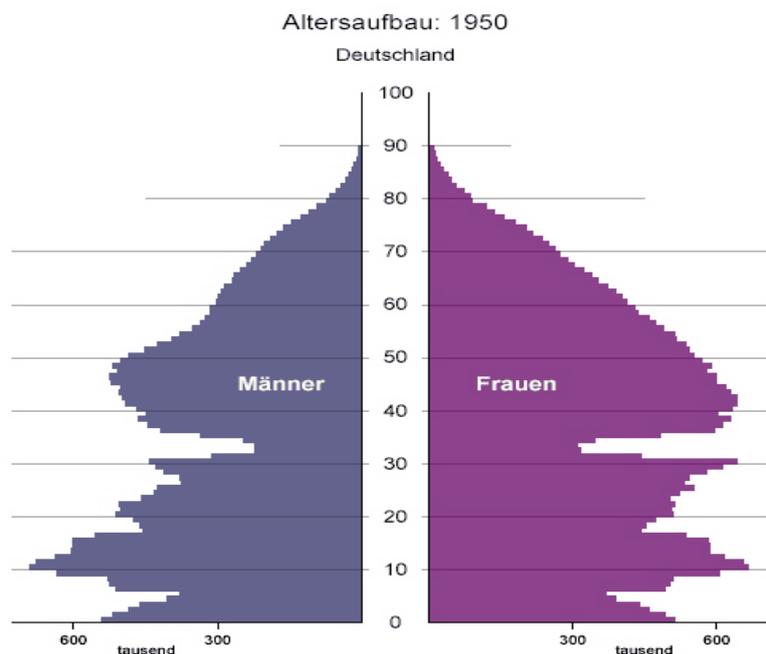


Abbildung 1: Altersaufbau im Jahre 1950.

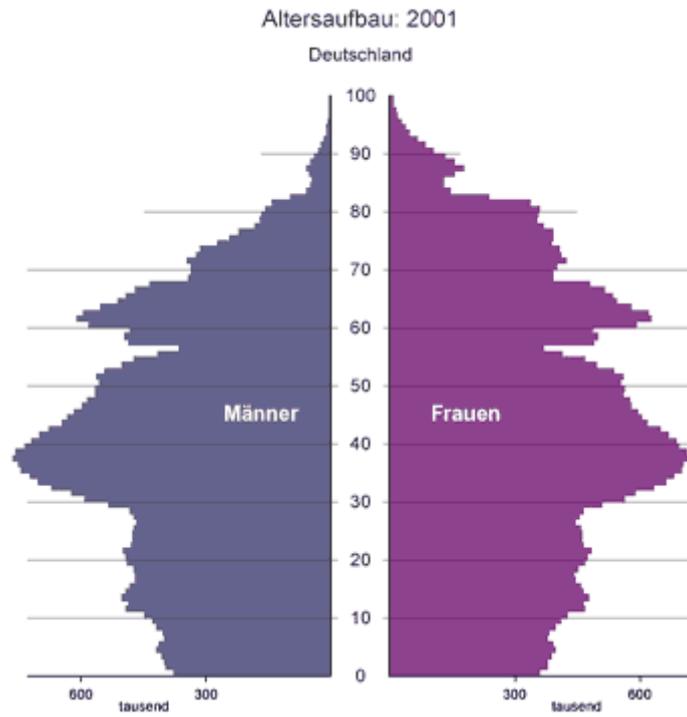


Abbildung 2: Alteraufbau im Jahre 2001.

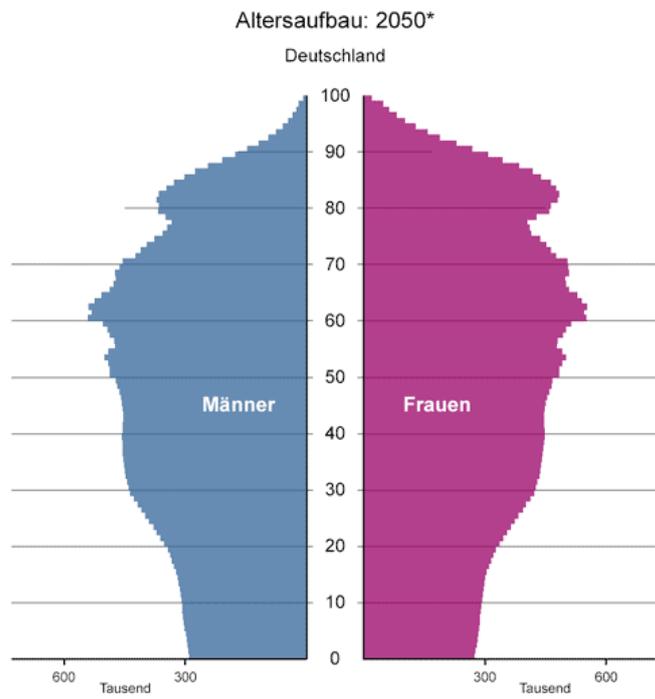


Abbildung 3: voraussichtlicher Altersaufbau im Jahre 2050.

Gründe für diese starke Altersverschiebung zum höheren Alter sind zum einen der starke Geburtenrückgang. Nach dem Babyboom in den sechziger Jahren sank die Geburtenrate rapide ab. Zu Beginn jenes Jahrzehnts bekam eine Frau im Durchschnitt 2,5 Kinder. Mittlerweile beträgt der Durchschnitt nur noch 1,4 und wird sich laut statistischem Bundesamt auch in den nächsten Jahren auf diesem Niveau stabilisieren.

Zum anderen hat die Lebenserwartung in den letzten Jahrzehnten stetig zugenommen. Ein Kind, welches heute geboren wird, hat im Gegensatz zu einem Kind, welches vor 100 Jahren geboren wurde, eine um 30 Jahre höhere Lebenserwartung. Zugleich hat auch die Säuglingssterblichkeit in den letzten Jahren abgenommen (alle Angaben vom statistischen Bundesamt [1]).

In unserer Gesellschaft wird also der Anteil älterer Menschen in den kommenden Jahren zunehmen. Dies wird zu Problemen im Gesundheits- und Sozialbereich führen. Die Rente muss länger ausbezahlt werden, das Rentenalter wird in den nächsten Jahren vermutlich weiter nach oben korrigiert werden. Ältere Menschen müssen dementsprechend länger arbeiten, sich länger auf einem hohen Leistungsniveau befinden.

Mit zunehmendem Alter steigt zudem die Erkrankungshäufigkeit. Dies führt zu vermehrten Ausgaben im Gesundheitssystem. Während im Jahre 2002 in der Altersklasse 15 bis 45 Jahre 1510,- Euro pro Jahr pro Einwohner für Erkrankungen vom Gesundheitssystem gezahlt wurden, steigt diese Zahl in der Altersklasse 45 bis 65 bereits auf 2960,- Euro, also auf fast das Doppelte. Bei den über 65jährigen belaufen sich die Kosten sogar auf 6740,- Euro pro Jahr pro Einwohner [2].

Es wird in den folgenden Jahren daher zunehmend nach Möglichkeiten gesucht werden, altersbedingten Veränderungen entgegenzutreten zu können [3]. Damit dies geschehen kann, müssen diese Veränderungen zunächst bekannt sein und es muss vor allem verstanden sein, welche von ihnen unausweichlich sind (also durch das Altern per se bedingt sind) und welche durch einen im Alter geänderten Lebensstil bedingt sind.

In dieser Arbeit werden altersabhängige Veränderungen im Bereich des Muskelsystems untersucht. Gerade ein Nachlassen in diesem Bereich hat für viele Menschen einschneidende Folgen im Sinne eines Verlustes der Unabhängigkeit und Selbstständigkeit.

1.2 Die Probleme des alternden Muskels

Rosenberg erwähnte 1989 erstmals den Terminus „Sarcopenie“ [4]. Dies ist ein Begriff, der die Abnahme der Muskelmasse und der Muskelkraft im Alter beschreiben sollte. Er stammt von den beiden griechischen Wörtern *sarco* (Muskel) und *penia* (Verlust). Die Folgen der Sarcopenie liegen im Verlust an Selbstständigkeit. Einfache alltägliche Dinge wie Einkaufen, Treppensteigen oder Spaziergehen werden zunehmend eingeschränkt.

Durch eine Sarcopenie erhöht sich auch das Sturzrisiko [5]. Dadurch steigt bei älteren Personen die Frakturgefahr. Dies ist zum einem durch das gehäufte Auftreten von Stürzen bedingt. Zum anderen kommt es aber auch durch insuffiziente Muskulatur zu einem insuffizienten Knochen, dies beispielsweise bei Bedreststudien gezeigt werden konnte [6]. Weiterhin kommt es durch die mangelhafte Bewegung zu sekundären Problemen wie beispielsweise Adipositas, Verschlechterung der Herz-Kreislauf-Situation und Lungenfunktion, bzw. Verschlimmerung bereits vorhandener Erkrankungen.

Im Folgenden soll eine Möglichkeit aufgezeigt werden, die Sarcopenie zu quantifizieren.

1.3 Die Sprungleistung als Maß für die Muskelleistung des Menschen

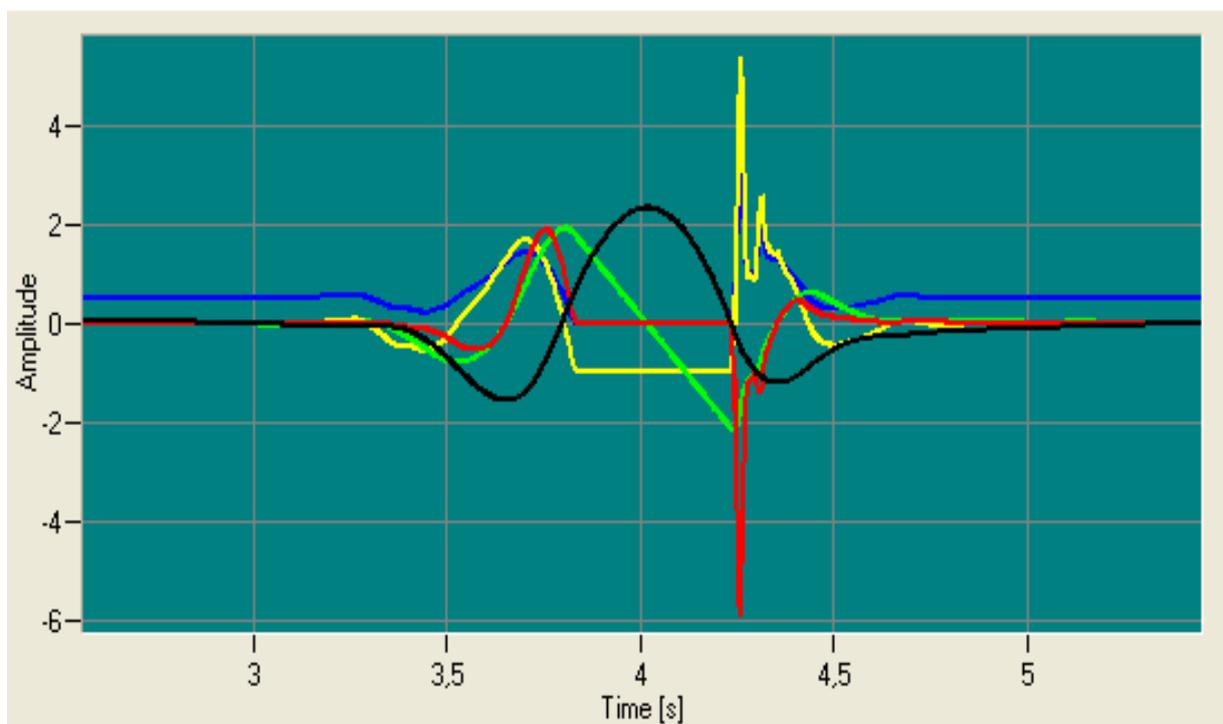
1.3.1 Die Bodenreaktionsplatte

Mit der Bodenreaktionsplatte lässt sich die muskuläre Sprungleistung eines Menschen messen. Sie besteht aus einer zweigeteilten (für den rechten und linken Fuß) rechteckigen ca. 66 x 66 cm großen Metallplatte mit Dehnungsmessstreifen an jeder Ecke der Plattform. Werden die Streifen durch Kraft verformt, so erzeugen sie eine dieser Kraft proportionale elektrische Spannung, die durch einen Computer ausgewertet werden kann.

Vom Computer wird nun der zeitliche Verlauf der Bodenreaktionskraft aufgezeichnet. Durch Integration der gemessenen Kraft abzüglich der Gewichtskraft berechnet der Computer die vom Probanden erzielte Sprunggeschwindigkeit. Die aufgebrachte Leistung wird durch das Produkt der Kraft und der Geschwindigkeit berechnet.

$$P = F * v$$

In Abbildung 14 sieht man den typischen Verlauf aller während eines Sprunges aufgenommenen Parameter.



	Parameter
	Time [s]
Blue	Force [kN]
Yellow	Acceleration [10m/s ²]
Green	Velocity [m/s]
Red	Power [kW]
Black	Height [dm]

Abbildung 4: Graphische Darstellung der Sprungmechanographie auf der Leonardo Bodenreaktionsplatte.

Erklärung der einzelnen Kurven (siehe Abbildung 4):

Kraftkurve (blau):

Die Kraft, die der Proband bereits im ruhenden Zustand auf die Platte ausübt, ist seine Gewichtskraft. Man sieht zunächst ein leichtes Absinken der Kurve. Dies entspricht dem In-die-Hocke-gehen des Probanden. Es folgt ein Maximum der Kurve

beim Absprung, der Moment, in dem der Proband die größte Kraft auf die Platte ausübt. Anschließend bleibt die Kurve für einige Zeit konstant bei 0. In dieser Zeit befindet sich der Proband in der Luft und übt folglich keine Kraft auf die Platte aus. Das folgende Maximum entspricht der Landung gefolgt von einem leichten Absinken der Kurve. Letzteres ist der Moment, in dem der Proband den Sprung abfängt und dabei leicht in die Hocke geht.

Sprunghöhenkurve (schwarz):

Die Höhenangabe gibt die Positionsänderung des Körperschwerpunktes des Probanden im Vergleich zur Ausgangssituation im Stehen an. Dadurch kommt es in der Hocke infolge der Verlagerung des Masseschwerpunktes zu negativen Höhenangaben. Maßgebend für die spätere Auswertung ist die maximale Sprunghöhe.

Man sieht zunächst den Stand (die Kurve bleibt konstant bei 0), das folgende Absinken entspricht wieder der Hocke des Probanden vor dem Sprung. Beim anschließenden Sprung steigt die Kurve an, bis der Proband seine maximale Höhe erreicht hat. Nach einer Landephase bleibt die Kurve wieder konstant bei 0.

Leistungskurve (rot):

Auch bei dieser Kurve beobachtet man den Stand und die darauf folgende Hocke. Das Maximum entspricht dem Absprung. Während der Sprungphase (der Proband berührt die Platte nicht) ist die Leistung konstant 0. Das starke Absinken der Kurve im letzten Teil zeigt die Landung des Probanden an. Bevor die Kurve wieder auf die 0-Position zurückgeht, sieht man noch das kurze Aufrichten des Probanden, wenn er aus der leichten Hocke (zum Abfangen) wieder in den aufrechten Stand zurückkommt.

Die Werte der gelben Kurve (Beschleunigung) und der grünen Kurve (Geschwindigkeit) werden vom Computer benutzt, um Leistung und Höhe zu errechnen. Auf sie wird in der Auswertung nicht weiter eingegangen.

1.3.2 Ergebnisse der Sprungtests auf der Leonardo-Plattform in der normalen Bevölkerung

In einer im Jahr 2004 veröffentlichten Studie zeigten Runge et al. die Ergebnisse eines Sprungtests von einer Gruppe gesunder Menschen im Alter zwischen 18 und 88 Jahren [7]. Gemessen wurde die Muskelleistung auf einer Bodenreaktionsplatte. Sowohl bei den männlichen Studienteilnehmern als auch bei den weiblichen kam es mit zunehmendem Alter zu einer linearen Abnahme der Sprungleistung.

Runge et al. fanden zudem einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des Sprungtests und den Ergebnissen im „Chair-rising-Test“. Bei diesem Test muss die Versuchsperson so rasch wie möglich fünf Mal mit gekreuzten Armen von einem Stuhl aufstehen und sich wieder hinsetzen. Testergebnis ist die benötigte Zeit in Sekunden. Dieser Test hat eine hohe prädiktive Aussagekraft für Sturzgefahr, Gefahr von Hüftfrakturen, sowie den Verlust von Mobilität und funktioneller Selbstständigkeit [8] [9]. Je besser ein Proband beim Sprungtest abschneidet, desto geringer sollte sein diesbezügliches Risiko sein.

Bei den Probanden handelte es sich um Menschen, die nicht sonderlich sportlich waren. Je älter jedoch der Mensch wird, desto stärker sinkt sein Maß an körperlicher Betätigung. Die Muskeln werden nicht mehr so beansprucht wie in jungen Jahren. Die Frage stellt sich also, ob die abnehmende Muskelleistung durch den reduzierten Aktivitätslevel zumindest zu einem Teil erklärt werden kann. Um diese Frage beantworten zu können, benötigt man Menschen, die bis ins hohe Alter sportlich aktiv sind, bei denen es also nicht zu einer Abnahme des Aktivitätslevels kommt.

In der vorliegenden Studie wurden daher Master Athleten als Studienteilnehmer ausgewählt. Diese werden im folgenden Kapitel näher beschrieben.

1.4 Master Athleten

Master Athleten sind Frauen und Männer über 35 Jahre, die regelmäßig trainieren und an Wettkämpfen teilnehmen. Dieser Bereich des Seniorensportes ist mittlerweile zu mehr als nur Breitensport geworden. Die Geschichte der Master Athleten begann

im Jahre 1966, als der Amerikaner David Pain Veranstalter von Leichtathletikwettkämpfen überredete, eine so genannte Masters Mile einzuführen [10]. Dies war ein spezieller Lauf sein, zu dem nur Sportler über 40 Jahre zugelassen werden sollten. Im Jahre 1975 gab es dann die erste Weltmeisterschaft der Leichtathletik der Senioren. Zwei Jahre später erfolgte die Gründung der World Association of Veteran Athletes (WAVA). Ein weiteres Jahr später (1978) wurde die European Veterans Athletic Association (EVAA) gegründet. Im selben Jahr wurde auch die erste Europameisterschaft abgehalten. Mittlerweile existiert ein eng gestaffelter Wettkampfkalender für Senioren mit regelmäßigen nationalen und internationalen Wettkämpfen.

Auch in Deutschland ist der Anteil der Master Athleten in den letzten Jahren stark gewachsen. Von den ca. 800.000 Mitgliedern, die der deutsche Leichtathletikverband zu Beginn des Jahres 2003 hatte, waren fast 46% Senioren [11]. Eine ähnliche Entwicklung ist auch in anderen Ländern zu beobachten.

Die bei den Meisterschaften der Master Athleten erbrachten Leistungen sind nur von gesunden und trainierten Sportlern zu erbringen. Probleme wie Multimorbidität oder mangelnde Bewegung im Alter treten bei dieser Population in den Hintergrund. Man hofft somit bei dieser Population das Altern per se untersuchen zu können, ohne störenden Einfluss von Kofaktoren, untersuchen zu können [12].

1.5 Fragestellung

In der vorliegenden Studie wird die Sprungleistung von Master Athleten untersucht, die in verschiedenen Laufdisziplinen an der Europameisterschaft der Leichtathletik der Senioren im Sommer 2002 in Potsdam teilgenommen haben. Es wird untersucht, inwieweit sich die Sprungleistung mit dem Alter ändert. Zudem wird überprüft, ob sich verschiedene Trainingsarten (Sprint versus Ausdauer) unterschiedlich auf die Änderungen der Muskelleistung auswirken.

Des Weiteren sollen die Ergebnisse dieser Studie mit den Ergebnisse von Runge et al. [7] verglichen werden, die den gleichen Test bei einer Gruppe von gesunden Nicht-Leistungssportlern durchgeführt haben.

Ein weiterer Aspekt dieser Studie befasst sich mit der Frage, ob der Sprungtest als prädiktiver Test genutzt werden kann, um die möglichen Wettkampfergebnisse der Athleten vorherzusagen. Hierzu wurde die Laufgeschwindigkeit auf mögliche Zusammenhänge mit der Sprungleistung hin untersucht.