

**Entwicklung der körperlichen Aktivität, motorischen
Leistungsfähigkeit und Gesundheit im Erwachsenenalter**

Eine Längsschnittstudie über 18 Untersuchungsjahre

Zur Erlangung des akademischen Grades eines

DOKTORS DER PHILOSOPHIE

(Dr. phil.)

**von der Fakultät für Geistes- und Sozialwissenschaften
des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) angenommene**

DISSERTATION

von

Steffen Schmidt

aus Linkenheim-Hochstetten

Dekan: Prof. Dr. Andreas Böhn

1. Gutachter: Prof. Dr. Klaus Bös

2. Gutachter: Prof. Dr. Alexander Woll

Datum der mündlichen Prüfung: 21.12.2016

Inhaltsverzeichnis

0	Vorwort	5
1	Einführung	6
1.1	Problemstellung.....	6
1.2	Ziel der Arbeit.....	9
1.3	Aufbau der Arbeit.....	10
2	Begriffsbestimmung und Grundlagen	11
2.1	Aktivität, körperliche Aktivität, körperlich-sportliche Aktivität	11
2.2	Motorische Leistungsfähigkeit (mLf).....	13
2.3	Gesundheit.....	14
2.4	Der Faktor Zeit in Entwicklungsmodellen	15
2.5	Der Alternsprozess und „erfolgreiches Altern“ beim Menschen.....	17
3	Forschungsstand	22
3.1	Körperliche Aktivität im Erwachsenenalter	22
3.2	Determinanten der Aktivität im Erwachsenenalter	26
3.3	Körperliche Aktivität und Gesundheit im Erwachsenenalter	28
3.4	Körperliche Aktivität und mLf im Erwachsenenalter	31
3.4.1	Körperliche Aktivität und Ausdauer.....	33
3.4.2	Körperliche Aktivität und Kraft.....	37
3.4.3	Körperliche Aktivität und koordinative Fähigkeiten.....	42
3.4.4	Körperliche Aktivität und Beweglichkeit	46
3.4.5	Körperliche Aktivität und funktionelle Motorik	48
3.4.6	Zusammenfassung: Körperliche Aktivität und Motorik	54
4	Modellvorstellungen zur mLf und Gesundheit	57
5	Studiendesign und Stichprobe	68
5.1	Design des Projekts Gesundheit zum Mitmachen	68
5.2	Stichprobe	70
5.2.1	Setting und Zielpopulation	70

5.2.2	Rekrutierung	71
5.3	Selektionseffekte	75
5.4	Zusammenfassende Bewertung des Bias durch Drop-Out.....	86
6	Methodik der Studie	89
6.1	Körperliche Aktivität.....	89
6.1.1	Index sportliche Aktivität (SA)	90
6.1.2	Index habituelle Aktivität (HA)	99
6.1.3	Index körperliche Aktivität im Beruf (WRA)	100
6.2	Motorische Leistungsfähigkeit	102
6.2.1	Ausschlusskriterien	103
6.2.2	Gütekriterien der Instrumente	103
6.2.3	Skalen der motorischen Fähigkeiten.....	104
6.3	Parameter der Gesundheit	109
6.3.1	Body Mass Index	109
6.3.2	Gesundheitliche Einschränkungen (objektive Gesundheit).....	109
6.3.3	Selbsteinschätzung der Gesundheit (subjektive Gesundheit).....	110
6.4	Daten zur Person.....	112
6.5	Unberücksichtigte Konstrukte.....	112
7	Methodik der Analysen	114
7.1	Auswahl der statistischen Methode	114
7.2	Vorüberlegungen und Hinweise zur Interpretation der Analysen.....	116
7.3	Vorgehensweise der Analysen	119
7.4	Statistik.....	121
7.5	Multikollinearität.....	124
8	Ergebnisse und Diskussion der Analysen	126
8.1	Entwicklung der körperlichen Aktivität	126
8.1.1	Sportliche Aktivität (SA)	127
8.1.2	Habituelle Aktivität (HA)	132

8.1.3	Arbeitsplatzbezogene Aktivität (WRA)	135
8.1.4	Zusammenfassung und Diskussion: Aktivität.....	137
8.2	Entwicklung der motorischen Leistungsfähigkeit	140
8.2.1	Ausdauer	140
8.2.2	Kraft	146
8.2.3	Beweglichkeit.....	151
8.2.4	Koordination.....	156
8.2.5	Zusammenfassung und Diskussion: Motorische Leistungsfähigkeit ...	160
8.3	Entwicklung der Konstitution und Gesundheit	167
8.3.1	BMI	167
8.3.2	Gesundheitliche Einschränkungen (objektive Gesundheit).....	171
8.3.3	Subjektive Gesundheit	175
8.3.4	Zusammenfassung und Diskussion: Konstitution und Gesundheit	178
9	Fazit der Analysen.....	184
9.1	Fragestellung I.....	184
9.2	Fragestellung II.....	186
9.3	Fragestellung III.....	187
9.4	Fragestellung IV	192
9.5	Fragestellung V	200
9.6	Schwächen und zukünftige Studien.....	204
10	Zusammenfassung und Ausblick	209
	Literatur	210
	Anhang	225

0 Vorwort

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den Daten des Forschungsprojekts „Gesundheit zum Mitmachen“, welches im Jahr 1991 als interkulturelle Studie „FINGER - FINish-GERman Study on Physical Activity, Fitness and Health“ vom Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Frankfurt gemeinsam mit dem UKK Institute Tampere ins Leben gerufen wurde. Seit 1999 wird das Projekt am Institut für Sport und Sportwissenschaft des Karlsruher Instituts für Technologie unter der Leitung von Prof. Dr. Klaus Bös und Prof. Dr. Alexander Woll fortgeführt.

Die im Zuge dieser Arbeit durchgeführten Analysen zu einer differenziert erhobenen Aktivität, Fitness und Gesundheit über ein Altersspektrum von mehr als vierzig Jahren sind in dieser Form einmalig und heute nur dank der akribischen Arbeit der ehemaligen Mitarbeiter des Projekts möglich. Mein Dank gilt damit allen Kolleginnen und Kollegen, die zur Schaffung dieses Datensatzes beigetragen haben oder dies noch tun, allen voran die Leitung der verschiedenen Erhebungswellen: Rita Wittelsberger, Christian Sigg, Prof. Dr. Susanne Tittlbach und Prof. Dr. Alexander Woll. Erst ermöglicht haben diese Arbeit jedoch die Projektleiter und Koordinatoren Prof. Dr. Klaus Bös und Prof. Dr. Alexander Woll, die Gemeinde Bad Schönborn und die AOK Mittlerer-Oberrhein, die das Projekt über die vielen Jahre am Leben gehalten und finanziert haben. Ihnen gilt mein besonderer Dank.

Meinem Doktorvater Prof. Dr. Klaus Bös will ich neben seinen Verdiensten für das Projekt ganz besonders dafür danken, dass er es ermöglicht hat, meine Leidenschaft für die Sportwissenschaft und Statistik zu entdecken. Darüber hinaus hat er sich während der Erstellung dieser Arbeit stets die Zeit genommen, mir mit Rat und Tat und motivierenden Gesprächen zur Seite zu stehen.

Ein spezielles herzliches Dankeschön richte ich an Prof. Dr. Alexander Woll, der mich nach seinem Lehrstuhlwechsel von Konstanz nach Karlsruhe sofort unterstützt und gefördert hat und ebenfalls mit Rat und wertvollen Tipps zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Steffen Schmidt

Karlsruhe, im Juli 2016

1 Einführung

Im Zuge dieser Arbeit werden Aktivitäts- Motorik- und Gesundheitsdaten des Projekts „Gesundheit zum Mitmachen“ aus den Jahren 1992, 1997, 2002 und 2010 analysiert. Im Fokus steht dabei der Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und der motorischen Leistungsfähigkeit sowie verschiedenen Parametern der Gesundheit im Erwachsenenalter. Den Analysen geht eine Darstellung des Forschungsstandes, die Methodik mit den verwendeten Indizes und eine umfassende Deskription der Rohdaten voraus.

1.1 Problemstellung

Gesundheit und motorische Leistungsfähigkeit (mLf) sind zentrale Aspekte im Leben der Menschen und beiden ist gemein, dass sie im Zusammenhang mit der körperlichen Aktivität stehen und ihre Bedeutung für die Lebensqualität mit steigendem Alter zunimmt (Giné-Garriga et al., 2014; Anton et al., 2015). In einem aktuellen Review konstatieren die europäischen Gesellschaften für kardiologische Erkrankungen, dass regelmäßige körperliche Aktivität den Kernbereich der Prävention von kardiovaskulären Erkrankungen darstellt (European Society of Cardiology, 2016). Körperliche Aktivität reduziert sowohl das Auftreten von kardiovaskulären Erkrankungen als auch die allgemeine Mortalität. Außerdem verbessert regelmäßige körperliche Aktivität die psychische Gesundheit und die Fitness (European Society of Cardiology, 2016). Mit steigendem Wissen um die Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität, mLf und Gesundheit wird es auch zunehmend zum Anliegen der Sportwissenschaft, einen Beitrag zur Gesundheitswissenschaft zu leisten (vgl. z.B. Nikander et al. 2010; O'Shea, Taylor & Paratz, 2009). Die Sportwissenschaft ist mit ihrem Wissen um den Menschen in Bewegung auch deshalb gefragt, weil nicht alle Formen körperlicher Aktivität gleichermaßen zum Erhalt der mLf und der Gesundheit führen (Oja, 2001). Gerade im hohen Erwachsenenalter sind Verschleißerscheinungen und Verletzungen durch körperliche Aktivität keine Seltenheit (Buford et al. 2014) und es besteht keine Einigkeit über ein allgemeingültiges Dosis-Wirkungsprinzip (Oja, 2001). Trotzdem ist körperliche Aktivität auch im höheren Erwachsenenalter unverzichtbar, da sich die Anforderungen des Alltags nur mit Hilfe eines Mindestmaßes an Mobilität bewältigen lassen (Crocker et al., 2013; Chou, Hwang & Wu, 2012). Da der Prozess des Alterns mit einem unweigerlichen Rückgang der mLf und der Mobilität verbunden ist, müssen Methoden und Empfehlungen gefunden werden, anhand derer durch re-

regelmäßige körperliche Aktivität sowohl mLf als auch Gesundheit positiv beeinflusst werden. Dies ist Aufgabe der Sportwissenschaft, die sowohl in Form von Grundlagenforschung im Bereich der Zusammenhänge zwischen Aktivität, mLf und Gesundheit als auch durch die Entwicklung von aktivitätsnahen Gesundheitsprogrammen einen Beitrag leisten kann.

Aktuelle Studien zeigen, dass neben Verschleiß und Verletzungen vor allem der im Altersbereich zwischen 40 und 60 Jahren beginnende Rückgang an Muskulatur und Muskelkraft den destruktiven Alternsprozess bestimmt (Fielding et al., 2011). Durch diesen als Sarkopenie bezeichneten Prozess ist die Fähigkeit, Muskelkraft zu entwickeln, im Alter von 80 Jahren bei ca. 60% des Wertes im Vergleich zu Mitte 20 (Doherty, 2003). Dies führt zu einer Verminderung der Lebensqualität und Eigenständigkeit im Alter (Roubenoff & Hughes, 2000; Visser & Schaap, 2011). Gleichzeitig erhöht sich mit sinkender mLf auch die allgemeine Morbidität und Mortalität, beispielsweise aufgrund von Stürzen und Gebrechlichkeit (Newman, et al., 2001; Morley, 2003). Im Zusammenhang mit dem demographischen Wandel hin zu einer älteren Bevölkerung in fast allen Industrienationen stellt dies eine enorme Belastung für die Gesundheitssysteme der Länder dar. Laut statistischem Bundesamt (2006) ist die Geburtenrate in der Bundesrepublik seit 1972 niedriger als die Sterberate. Gleichzeitig steigt die Lebenserwartung aufgrund des medizinischen Fortschritts weiter an. Nach Berechnungen einer Expertengruppe der Vereinten Nationen betrug die Lebenserwartung in Industrieländern im Jahr 2010 im Mittel ca. 77 Jahre und soll zum Ende des Jahrhunderts bei 88 Jahren liegen (United Nations, 2011). Im Vergleich dazu lag sie in Deutschland im Jahr 2010 bei 77 Jahren und 4 Monaten für neugeborene Jungen und bei 82 Jahren und 6 Monaten für neugeborene Mädchen (Statistisches Bundesamt, 2006). Es ist damit nicht verwunderlich, dass zunehmend auch Personen im hohen Erwachsenenalter in den Fokus sportwissenschaftlicher Studien geraten, da besonders hier starke Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität, mLf und Gesundheit bestehen (Morley et al., 2006). Um klare Empfehlungen zu formulieren, fehlt es jedoch noch an Kenntnis darüber, welche Formen, Intensitäten und Umfänge von lebenslanger körperlicher Aktivität zu einer ausreichenden mLf und Gesundheit im Alter beitragen. Es mangelt an methodisch hochwertigen, langfristig angelegten Längsschnittstudien zum Einfluss von regelmäßiger körperlicher Aktivität und einem gesunden Lebensstil auf den Alternsprozess. Viele Längsschnittstudien betrachten nur höchst selektive Stichproben, relativ kurze Zeiträume

und die verwendeten Untersuchungsmethoden sind uneinheitlich (Okonek, 2000). In einem aktuellen Review zum Zusammenhang von Aktivität und Gesundheit im höheren Erwachsenenalter (>55 Jahre) bemängeln die Autorinnen und Autoren¹ die Qualität der vorhandenen Studien und finden allgemein nur schwache Zusammenhänge (Koeneman, Verheijden, Chinapaw & Hopman-Rock, 2011). Zur Aufdeckung kausaler Zusammenhänge fordern viele Autoren daher experimentelle Designs mit Kontrollgruppen, welche allgemein den Studientyp mit der höchsten Evidenzklasse darstellen (Higgins & Green, 2011). Im Bereich der experimentellen Studien zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und mLf ist der Forschungsstand daher bereits sehr umfassend. Die experimentellen Studien zeigen, dass eine Erhöhung der körperlichen Aktivität und gezieltes Krafttraining die mLf in nahezu jedem Alter steigern können (Forbes, Little & Candow, 2012). Allerdings bleibt es fraglich, inwiefern anhand dieser in vitro Studien Empfehlungen für einen lebensspannenübergreifenden gesunden und aktiven Lebensstil ausgesprochen werden können. Ein experimentelles Design mit Aktivitätsintervention beinhaltet immer eine meist deutliche, kontrollierte Änderung der Lebensgewohnheiten und kurzfristige Auswirkungen, etwa auf Konstitution oder mLf, sind damit nicht überraschend. Inwiefern diese Effekte jedoch stabil sind und Verschleißerscheinungen und Verletzungen nicht unter Umständen langfristig eine Umkehr des Zusammenhangs herbeiführen können, bleibt fraglich. Ein experimentelles Design über ein vollständiges Erwachsenenleben ist kaum denkbar. Aus diesem Grund müssen parallel zur Grundlagenforschung über experimentelle Designs auch langfristig angelegte Längsschnittstudien einen Beitrag zur Erforschung des Kausalitätsgefüges zwischen der lebenslangen habituellen körperlichen Aktivität und der Entwicklung von körperlicher Leistungsfähigkeit und Gesundheit leisten. Bei der hier vorliegenden Studie handelt es sich um eine solche.

Aktuelle Defizite in der sportwissenschaftlichen Forschung zum Thema

- Es mangelt an Längsschnittstudien zum Zusammenhang von Aktivität und Fitness und Gesundheit über die Lebensspanne.
- Längsschnittstudien betrachten häufig nur selektive Stichproben.
- Die Untersuchungsmethoden zur Operationalisierung von Aktivität, mLf und Gesundheit sind uneinheitlich.
- Experimentelle „in vitro“ Studien bilden die Effekt von lebenslanger Aktivität nicht uneingeschränkt ab.

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beide Geschlechter.

1.2 Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, sowohl die Entwicklung als auch die Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Parametern der mLf und Gesundheit im Erwachsenenalter anhand der Längsschnittdaten des Projekts Gesundheit zum Mitmachen zu beschreiben. Folgende Fragestellungen bilden den Kern der Arbeit:

- I. *Wie sehen die Entwicklungsverläufe der Aktivität, mLf und betrachteten Gesundheitsparametern aus? Gibt es differentielle Merkmale?*
- II. *Wie beeinflussen Geschlecht und sozialer Status die Entwicklungsverläufe von körperlicher Aktivität, mLf und Gesundheit?*
- III. *Wie beeinflusst die körperliche Aktivität die Ausprägung und Entwicklung der mLf und der Gesundheitsparameter?*

Neben diesen Kernfragestellungen werden anhand der gefundenen Ergebnisse noch folgende, spezifizierte Fragestellungen bearbeitet:

- IV. *Lassen sich anhand der Ergebnisse die theoretischen Ansätze des Alternsprozesses von Baltes bestätigen, widerlegen oder ergänzen?*

Baltes veröffentlichte in den 1980er-Jahren sechs Thesen, die ein theoretisches Modell des Alternsprozesses bilden (Baltes & Baltes, 1989). Diese werden noch immer in aktueller Literatur zitiert und bilden bis heute den theoretischen Ansatz vieler Interventionen. Es wird diskutiert, inwiefern die empirischen Ergebnisse der vorliegenden Studien diese Thesen stützen oder ihnen widersprechen.

Die fünfte Fragestellung reflektiert die gefundenen Ergebnisse auf zurückliegende Arbeiten mit dem Datensatz:

- V. *Können die Ergebnisse zur Entwicklung der mLf aus bisherigen Auswertungen des Datensatzes durch das Hinzufügen des vierten Messzeitpunkts und der hierarchischen linearen Modellierung (HLM) bestätigt oder erweitert werden?*

Zu den Kernfragestellungen dieser Studie gibt es bereits Auswertungen von unter anderem Tittlbach (2002), Woll (2006) und Jekauc (2009). Die gefundenen Ergebnisse werden vor dem Hintergrund dieser Arbeiten diskutiert und es wird festgestellt, ob bestehende Ergebnisse bestätigt, erweitert oder widerlegt werden können.

1.3 Aufbau der Arbeit

Im ersten Teil der Arbeit erfolgt zunächst eine Begriffsbestimmung der zentralen Konstrukte. Anschließend wird der Forschungsstand über Zusammenhänge zwischen der Aktivität, der Gesundheit und der körperlichen Leistungsfähigkeit im Erwachsenenalter dargestellt. Der zweite Teil der Arbeit widmet sich der Analyse der Daten der Studie „Gesundheit zum Mitmachen“ von 1992 bis 2010. Es erfolgt eine ausführliche Darstellung der Methodik mit den verwendeten Variablen und Indizes. Mit Hilfe eines Mehrebenen-Ansatzes werden Modelle zum Verlauf verschiedener Parameter der körperlichen Leistungsfähigkeit und Gesundheit unter dem Einfluss der körperlichen Aktivität aufgestellt und vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstandes diskutiert. Eine Deskription der Rohdaten, sowie der modellierten Verläufe der verschiedenen Parameter der körperlichen Aktivität, mLf und Gesundheit findet sich im Anhang der Arbeit.

2 Begriffsbestimmung und Grundlagen

Eine unmissverständliche Definition der Untersuchungsgegenstände ist Grundlage jedweder Diskussion über diese. In vielen Bereichen der Wissenschaft, wie etwa der Physik oder Chemie, ist eine Definition des oder der Untersuchungsgegenstände oft trivial einfach, beispielsweise in der Biologie der Organismus *Vespula germanica* oder die Verbindung Dichlorbenzol in der Chemie. Die in dieser Arbeit behandelten Konstrukte „körperliche Aktivität“, „motorische Leistungsfähigkeit“ und „Gesundheit“ erlauben allerdings verschiedene Formen der Operationalisierung und bedürfen daher einer Definition. Eine einheitliche Operationalisierung bzw. einheitliche Definition ist allerdings aufgrund der Komplexität dieser Konstrukte bisher nicht vorhanden. Im Folgenden werden verschiedenen Definitionen dieser Konstrukte diskutiert und die eigene Interpretation dargestellt.

2.1 Aktivität, körperliche Aktivität, körperlich-sportliche Aktivität

Der Begriff Aktivität im Zusammenhang mit dem Menschen ist vielschichtig und wird in der Literatur mit den verschiedensten Prä- und Suffixen gepaart, um unterschiedliche Aspekte z.B. der Bewegung, des Verhaltens oder einzelne Stoffab-, Stoffauf- und Stoffumbauprozesse im menschlichen Körper zu beschreiben. Operationalisieren lässt sich die Aktivität zunächst im allgemeinen Sinne durch einen Energieumsatz pro Zeiteinheit, beispielsweise des täglichen Gesamtenergieumsatzes eines Menschen („total energy expenditure“ TEE, vgl. z.B. Goran, Reynolds & Lindquist, 1999).

Die Sportwissenschaft fokussiert sich in ihren verschiedenen Disziplinen meist jedoch nur auf den Aspekt der vom Menschen bewusst herbeigeführten Bewegung und verwendet dafür das Präfix „körperlich“ (Englisch: „physical“). Eine zentrale Definition der körperlichen Aktivität liefern Bouchard, Shephard und Stevens (1994, S. 77ff) unter Anlehnung an Caspersen, Powell & Christenson (1985, S. 127):

„Physical activity comprises any body movement produced by the skeletal muscles that results in a substantial increase over the resting energy expenditure.“

Demzufolge ist körperliche Aktivität die Summe an Bewegung, die von der Skelettmuskulatur herbeigeführt wird und zu einer merklichen Erhöhung des Energieumsatzes führt. In diesem Zusammenhang ist das Suffix „körperlich“ als Übersetzung von „physical“ nicht intuitiv, da es keinen Hinweis darauf enthält, dass hier nur Muskelarbeit betrachtet wird (und z.B. keine kognitive Aktivität). Aus diesem Grund wird in vie-

len deutschsprachigen Veröffentlichungen der Begriff „körperlich-sportliche Aktivität“ synonym zum Begriff „körperliche Aktivität“ gebraucht (vgl. z.B. Lampert, Mensink, Romahn & Woll, 2007). Auch dieser Begriff ist jedoch nicht uneingeschränkt intuitiv, da man meinen könnte, ein sportlicher Kontext sei bei der körperlich-sportlichen Aktivität obligatorisch. Dies ist bei der „physical activity“ jedoch nicht zwangsläufig der Fall. Wenn lediglich körperliche Aktivität im Rahmen von Sporttreiben gemeint ist, wird allgemein von „Sport“ oder „sportlicher Aktivität“ gesprochen. Diese Aktivitätsformen lassen sich nach Caspersen, Powell und Christenson (1985) als jedwede Aktivität definieren, die „in geplanter, strukturierter und sich wiederholender Form abläuft, mit dem Ziel, eine oder mehrere Komponenten der körperlichen Fitness zu verbessern oder aufrechtzuerhalten“ (Caspersen, Powell & Christenson, 1985, zitiert nach Bös et al., 2009). Auch im Folgenden werden die beiden Begriffe körperliche Aktivität und körperlich-sportliche Aktivität synonym als Pendant zum zentralen Begriff der „physical activity“ nach Bouchard, Shephard und Stephens (1994) verwendet.

Das schnell wachsende Feld der Aktivitätsforschung zeigte jedoch, dass ein einzelner zentraler Begriff nicht ausreicht, um die verschiedenen Effekte der körperlichen Aktivität zu beschreiben. Studien in den 2000er Jahren konnten darlegen, dass für das Auftreten von Übergewicht und Adipositas neben dem Essverhalten als zentrale Einflussgröße nicht nur körperliche Aktivität im Sinne einer messbaren Bewegung der Skelettmuskulatur, sondern auch unbewusste, durch den Metabolismus des Körpers bestimmte Energieumsätze eine Rolle spielen (Snyder et al., 2004; Levine, 2007; Hansen, Gilman & Odland, 2010; Gesta, Tseng & Kahn, 2007; Alahmadi, Hills, King & Byrne, 2011). Um diese Effekte zu beschreiben wurden andere, physiologisch orientierte Begriffe eingeführt. Neben dem Grundumsatz wurden die Begriffe „exercise activity thermogenesis: EAT“ und „non-exercise activity thermogenesis: NEAT“ geprägt (Snyder et al., 2004). Diese spiegeln in ihrer Summe den Gesamtenergieverbrauch TEE wider. Dabei umfasst die EAT den Energieumsatz durch Aktivitäten der Skelettmuskulatur im Sinne von Bouchard und Kollegen und die NEAT den Energieumsatz aufgrund anderer metabolischer Prozesse, wie beispielsweise der Wärmeregulation. Nach Snyder et al. (2004) sowie Levine (2007) spielt NEAT beim Gesamtenergieumsatz eine weitaus größere Rolle als EAT. Allerdings zeigen Studien, dass EAT die Höhe der NEAT beeinflusst und zwar je nach Art, Ausmaß und Dauer der Aktivität in unterschiedlicher Art und Weise. Colley und Kollegen (2010) berichten

beispielsweise eine kontraproduktive Verringerung der NEAT nach einer Walking-Intervention. Bei einem zusätzlichen Energieumsatzes von 1500 kcal pro Woche durch EAT verringerte sich der NEAT Energieumsatz um 1225 kcal pro Woche. Aber auch Erhöhungen der NEAT im Sinne eines „Nachbrenneffekts“ nach intensiver körperlicher Aktivität werden berichtet. Neben methodischen Problemen könnten diese Effekte der Grund dafür sein, warum Interventionsstudien mit verschiedenen Methoden der Aktivitätsmessung immer wieder zu unterschiedlich starken Zusammenhängen zwischen Aktivität und Übergewicht kommen (Colley, Hills, King & Byrne, 2010). Beispielsweise werden mit Hilfe der doubly labeled water Methode Änderungen im NEAT berücksichtigt, mit Hilfe von Akzelerometern oder Fragebögen zur Erfassung der körperlichen Aktivität jedoch nicht.

Die körperliche Aktivität im Sinne von Bouchard kann weiter untergliedert werden. Dabei sprechen Schlicht und Brand (2007, S.16) von körperlicher Aktivität als einem Oberbegriff für sportliche Aktivität und körperliche Aktivität im Sinne von Lebensstilaktivität. Die Lebensstilaktivität kann wiederum in Aktivität in der Freizeit und berufs- oder arbeitsplatzbezogene Aktivität („work related activity“: WRA) untergliedert werden (Halldin, Rosell, de Faire & Hellénus, 2007; Guitiérrez-Fijsac et al., 2002).

Zusammenfassend lässt sich damit die körperliche Aktivität (physical activity) damit noch einmal in die Bereiche sportliche Aktivität (SA, sports activity), habituelle Aktivität (HA, habitual activity oder Alltagsaktivität) und arbeitsplatzbezogene Aktivität (WRA, work related activity) unterteilen. Will man die körperliche Aktivität anhand des erreichten Energieumsatzes operationalisieren, so müssen neben der geleisteten Arbeit strenggenommen auch Interaktionen mit anderen Aktivitätsformen wie dem NEAT berücksichtigt werden. Im Folgenden wird unter körperlicher oder körperlich-sportlicher Aktivität die Summe der Aktivitätsarten SA, HA und WRA verstanden.

2.2 Motorische Leistungsfähigkeit (mLf)

Neben der Aktivitätsforschung ist auch das Messen und Erfassen der körperlichen Leistungsfähigkeit der Menschen ein zentraler Bestandteil der Sportwissenschaft. Unterschiedliche Eigenschaften von Stichproben (Kinder, Erwachsene, Gesunde, Kranke), Testmaterialien, Testvoraussetzungen (Temperatur, Wetter, Motivation) und die Komplexität der Motorik an sich (z.B. funktionelle Motorik, leistungsorientierte Motorik) führten jedoch dazu, dass bisher publizierte Daten kaum miteinander vergleichbar sind und lediglich globale Aussagen den Forschungsstand prägen (Freiberger,

de Vreede & Schoene, 2012; Purath, Buchholz & Kark, 2009). In dieser Arbeit wird der Operationalisierung der motorischen Leistungsfähigkeit das Fähigkeitskonzept der Motorik nach Bös und Mechling (1983) zugrunde gelegt. Dieses ist u.a. bei Tittlbach (2002, S.44ff) ausführlich beschrieben. Diesem Ansatz zufolge werden die motorischen Fähigkeiten in fünf Dimensionen gegliedert: Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Koordination und Beweglichkeit (vgl. Abbildung 1).

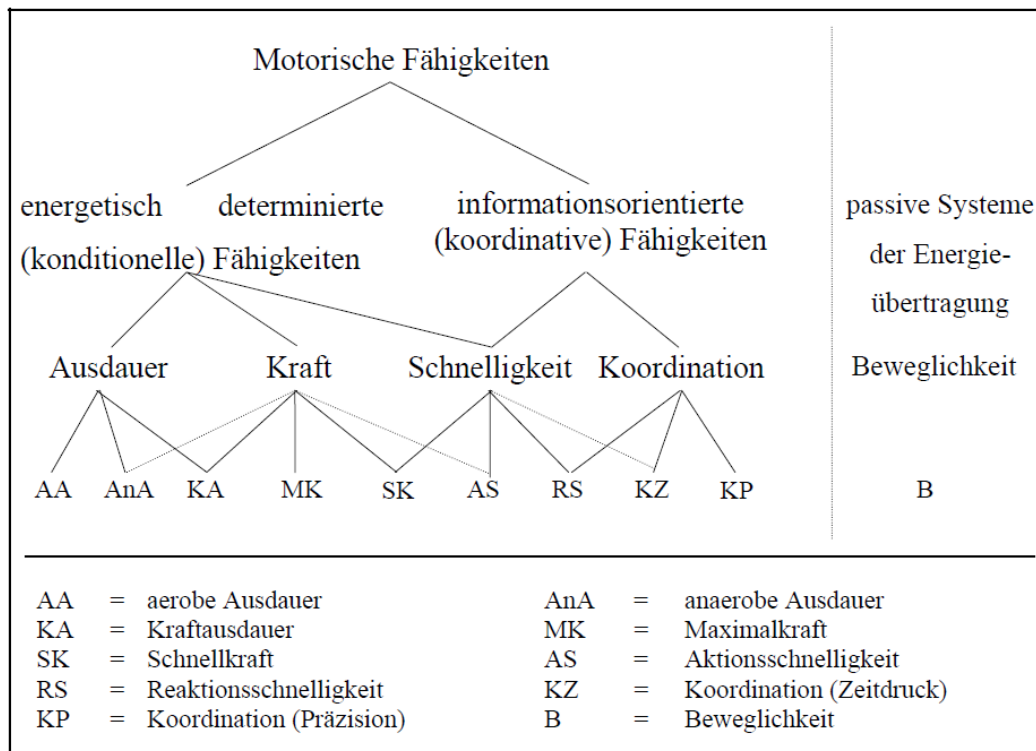


Abbildung 1: Motorische Fähigkeiten nach Bös (1987)

Da die Koordination im Vergleich zu den anderen Fähigkeiten als weit weniger ein-dimensional erachtet wird, ist hier auch der Begriff „koordinative Fähigkeiten“ verbreitet. Die Schnelligkeit wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit nicht betrachtet, da sie als gesundheitlich nur marginal relevant (Tittlbach, 2002, S.46) und weitestgehend kraftabhängig (Schmidtbleicher, 1994) gilt. Zur Operationalisierung der anderen Fähigkeiten werden jeweils verschiedene motorische Testaufgaben herangezogen. Eine Beschreibung dieser Operationalisierung erfolgt im Methodenteil.

2.3 Gesundheit

Unabhängig vom Trainingszustand ist ein Mensch nur dann körperlich leistungsfähig, wenn er frei von einschränkenden Krankheiten oder Verletzungen ist. Gerade im hohen Erwachsenenalter wird eine gute Alltagsmotorik daher weniger vom individuellen motorischen Leistungsniveau, als vielmehr vom Ausbleiben von Krankheiten, Ver-

schleißerscheinungen und Verletzungen bestimmt. Aktivität, Gesundheit und motorische Leistungsfähigkeit bedingen sich gegenseitig und der Zusammenhang ist multidirektional (Oja, 2001). Nur wer gesund ist, kann aktiv sein und Aktivität fördert ihrerseits die Gesundheit. In einem einfachen definitorischen Ansatz wird Gesundheit als das Freisein von Krankheiten bezeichnet (De Marees & Mester, 1991). Diese Operationalisierung ist allerdings stark von vorhandenen Diagnosen abhängig und differenziert nicht im Hinblick auf die Schwere der Krankheit, bzw. die auftretenden Symptome und Einschränkungen. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert Gesundheit deshalb als den „Zustand völligen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens, der nicht lediglich durch Abwesenheit von Krankheit und Schwäche zu erreichen ist“ (WHO, 2010).

Im empirischen Teil dieser Arbeit wird die Gesundheit in Anlehnung an die Definition der WHO als Kontinuum angesehen. Operationalisiert wird dieses Gesundheit-Krankheit Kontinuum anhand einer zwölfstufigen Skala über drei vierstufige ärztliche Diagnosen von keinen Einschränkungen bis hin zu starken Einschränkungen in den Bereichen Orthopädie, Neurologie und Herz-Kreislaufsystem. Zusätzlich werden der BMI als gesundheitsrelevantes Konstitutionsmerkmal und die subjektive Gesundheit anhand der individuellen Einschätzung der Teilnehmer als weitere Parameter der Gesundheit betrachtet.

Damit werden folgende Parameter der Gesundheit in dieser Arbeit analysiert:

- Ärztliche Diagnose zu gesundheitlichen Einschränkungen
- Body Mass Index (BMI)
- Subjektive Gesundheit

2.4 Der Faktor Zeit in Entwicklungsmodellen

Neben einer exakten Definition der untersuchten Parameter bedarf es bei der Modellierung von Entwicklungsprozessen auch einer Klärung des Zeitbegriffs. Abhängig von Stichprobe und Art der Untersuchung kann ein signifikanter Zeiteffekt durch verschiedenste Ursachen hervorgerufen werden. Bei der Betrachtung von Entwicklungsverläufen im Kindes- und Jugendalter wird dieser durch Reifungsprozesse erzeugt, bei der Betrachtung von Erwachsenenkollektiven durch Alternsprozesse mit kritischen Lebensereignissen und bei der Evaluation einer Intervention durch auftre-

tende Interventionseffekte. Das Alter steht dabei häufig stellvertretend für vergangene Zeit.

Obwohl die Altersvariable oft starke Einflüsse auf untersuchte Parameter zeigt, sollte aus theoretischer Sicht beachtet werden, dass die Zeit prinzipiell nicht zur kausalen Erklärung von Entwicklungsverläufen herangezogen werden kann (Conzelmann, 1994, S. 162). Sie wird vielmehr als „Trägervariable“ (Trautner, 1978) verstanden und quantifiziert in ihr ablaufende, nicht beobachtete, psychologische und biologische Prozesse.

Auch in der vorliegenden Untersuchung steht das Alter als Markervariable für den Zeiteffekt, wobei ein steigendes Alter als Alternsprozess ab 33 Jahren verstanden wird. Die Operationalisierung des Alters umfasst damit die verlebten Jahre ab einem Alter von 33 (jüngste Teilnehmer). Beispielsweise erhält ein 43-jähriger damit den Wert 10. Dies signalisiert den fortschreitenden Alternsprozess im Vergleich zu den jüngsten Teilnehmern. Eine solche Zentrierung, bzw. Nullsetzung erlaubt die Interpretation der gefundenen Modellkonstanten als Ausgangswerte (vgl. Kapitel. 7.4).

Eine Modellierung des Zeiteffekts auf Personenebene erlaubt eine Betrachtung des Alternsprozesses weitestgehend frei von Kohorteneffekten und gesellschaftlichen Einflüssen. In der vorliegenden Untersuchung wird dies durch das Einbeziehen von Personen unterschiedlichen Alters zu allen Messzeitpunkten erreicht. Zu welchem Messzeitpunkt eine Person teilgenommen hat, spielt dabei prinzipiell keine Rolle. Es wird dabei nicht unterschieden, ob beispielsweise ein 65-jähriger Mann im Jahr 1992 oder 2002 um 5 Jahre altert. Lediglich das Alter der Person geht in die Analysen ein. Während zu untersuchende Parameter der Personen auf der Ordinate aufgetragen werden, bildet das Alter die Abszisse. Durch dieses Vorgehen werden die Alternseffekte im untersuchten Zeitraum von 1992 bis 2010 verallgemeinert und sind nicht spezifisch für einen Startpunkt von beispielsweise 33 Jahren im Jahr 1992. Dies schwächt, bzw. mittelt den Einfluss von diversen Kontexteffekten, wie z.B. der Verfügbarkeit von Sportstätten, Ernährungsangeboten und Gesundheitsinformationen. Da diese zeitinvarianten gesellschaftlichen und umweltbedingten Effekte jedoch einen starken Einfluss auf das Aktivitätsverhalten und die Gesundheit nehmen (Willimczik, Voelcker-Rehage & Wiertz, 2006), muss der Umgang mit diesen stets in die Interpretation der Ergebnissen von Entwicklungsmodellen mit einfließen.

Neben der Abschwächung von möglichen Kontexteffekten hat der gewählte Ansatz außerdem den Vorteil, dass die Daten von allen Studienteilnehmern in die Ergebnisse mit einfließen, was Selektionseffekte reduziert. Trotzdem müssen die in dieser Studie gefundenen Ergebnisse vor dem Hintergrund der vorherrschenden Umweltbedingungen im Zeitraum von 1992 bis 2010 gesehen werden und Verallgemeinerungen auf Vergangenes und Zukünftiges sind nur möglich, wenn der Wandel von Kontexteffekten bedacht wird.

2.5 Der Alternsprozess und „erfolgreiches Altern“ beim Menschen

Unter dem Alternsprozess des Menschen versteht man die Entwicklung des Organismus über die Zeit. Es existiert eine Vielzahl an Theorien und Modellen über die Ursache und den Verlauf dieses Prozesses. Abhängig von der jeweiligen Theorie, wird der Beginn des Alterns entweder bereits ab der Empfängnis, oder erst nach Vollendung bestimmter Reifungsprozesse verstanden. Eine Übersicht über verbreitete naturwissenschaftliche und sozialwissenschaftliche Theorien und Modelle zum Alternsprozess findet sich u.a. bei Tittlbach (2002). Aus naturwissenschaftlicher Sicht lassen sich prinzipiell zwei Arten von Theorien unterscheiden. Die stochastischen Theorien beschäftigen sich mit dem „Wie“ des Alterns. Der Ansatz dieser Theorien ist, den Alternsprozess als unumgänglich anzusehen und Prozesse zu finden und zu beschreiben, die diesen auslösen und vorantreiben. Beispiele sind die Verschleißtheorie von Pearl (1924), die Theorie der freien Radikale von Harman (1954, zitiert nach Theimer, 1973) oder die Mutationstheorie von Curtis (1968). Aktuelle Studien auf diesem Gebiet unterstützen die Theorie der freien Radikale, präzisieren diese auf den negativen Einfluss sogenannter reaktiver Sauerstoffverbindungen und fassen den Prozess unter den Auswirkungen von „oxidativem Stress“ zusammen (Wu, Hsiung & Hsu, 2014). Diesen Theorien gemein ist die Tatsache, dass sie nur erklären wie es zum Alterungsprozess kommt, nicht jedoch warum. Die zweite Art naturwissenschaftlicher Theorien, die deterministischen Theorien, beschäftigt sich mit dem „Warum“ des Alterns. Hayflick fand bereits im Jahr 1965 heraus, dass die Zellen des menschlichen Organismus nur über eine bestimmte, genetisch determinierte Anzahl an Zellteilungen verfügen (Hayflick, 1965). Von anderen Lebewesen weiß man jedoch, dass dieser Umstand keineswegs zwangsläufig ist. Süßwasserpolyphen (*Hydra spec.*) verfügen beispielsweise über eine vollständige Regenerationsfähigkeit ihrer Zellen und unterliegen damit keinem genetisch programmierten, deterministischen Alterungsprozess (Chapman et al., 2010). Sie verfügen über pluripotente Stammzel-

len, die sich ständig zu jeder Art von Körperzelle differenzieren können (David & Murphy, 1977). Vieles spricht dafür, dass das Vorhandensein eines Alterungsprozesses einer Art, bzw. -im Sinne eines genzentrierten Selektionsansatzes- den Genen, evolutionäre Vorteile verschafft. Aus der Tatsache, dass die Individuen fast aller Arten altern, dies jedoch erwiesenermaßen nicht unumgänglich ist, könnte man also folgern: Eine Art, deren Individuen altern, ist einer nicht alternden Art evolutionär überlegen. Ein Erklärungsansatz für diesen Umstand ist, dass ein an die Lebensweise der eigenen Art angepasster Generationenzyklus für Dynamik im Genpool sorgt, was diesen flexibel gegenüber Änderungen der Umwelteinflüsse macht. Würden die Individuen einer Art nicht altern, so stünden jüngere Generationen ständig in Nahrungs- und Fortpflanzungskonkurrenz mit den älteren, was zu einer geringeren Zahl an Nachkommen der jungen, potentiell mutierten Merkmalsträger führen würde. Dieser Ansicht liegt die Theorie des genzentrierten Selektionsansatzes zugrunde (Dawkins, 1978), wo nicht das Individuum, sondern die einzelnen Gene als kleinste egoistische Einheit angesehen werden. Auch wenn das Altern auf der Ebene der Individuen nachteilig erscheint, birgt es auf Ebene der Art oder der Gene Vorteile. Diese Vorteile haben wahrscheinlich dazu geführt, dass Gene die diesen Prozess aktiv herbeiführen, bei einem Großteil der heute auf der Erde existierenden Lebensformen positiv selektiert wurden.

So überzeugend die Argumente des Alterns für das Überleben einer Art oder bestimmten Genen auch sein mögen, aus sozialwissenschaftlicher Sicht ist die kleinste individuelle Einheit noch immer der Mensch. Dieser sieht sich zweier substantieller Probleme gegenüber: Der Alternsprozess ist a) bisher unaufhaltsam und b) in seiner Summe destruktiv (er ist nicht destruktiv sondern ein individuelles Nullsummenspiel, wenn man den Startpunkt auf den Zeitpunkt der Empfängnis setzt). Vor diesem Hintergrund ist es ein sozialwissenschaftliches Ziel, den Alternsprozess nicht etwa aufzuheben oder umzukehren, sondern so erfolgreich wie möglich zu gestalten. Das Konzept des „erfolgreichen Alterns“ geht auf die Arbeiten von Williams und Wirths (1965) zurück und wurde unter anderem von dem Sozialpsychologen Paul Baltes aufgegriffen. Seine Veröffentlichungen aus den 80er und 90er Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts bilden einen theoretischen Rahmen, wie erfolgreiches Altern zu definieren und zu verstehen ist (Baltes & Baltes, 1989; Baltes, 1990) und schaffen damit eine Grundlage für die Ziele von Gesundheitsinterventionen.

Baltes stellt sechs Thesen auf, die den Alternsprozess aus sozialwissenschaftlicher Sicht beschreiben.

„These 1: Man kann zwischen normalem, optimalem und krankem Altern unterscheiden“ (Baltes & Baltes, 1989, S. 88)

Auch wenn der Alternsprozess als prinzipiell destruktiv anzusehen ist, kann dieser in Relation zu anderen Individuen positiver oder negativer ablaufen. Nach Baltes ist unter „normalem Altern“ ein Alternsprozess ohne das Auftreten von gravierenden körperlichen oder geistigen Erkrankungen zu sehen. Er versteht darunter ein Altern ohne manifeste Krankheitsbilder, das in der Gesellschaft überwiegend vorzufinden ist (Baltes & Baltes, 1989, S. 88). „Optimales Altern“ bezeichnet Baltes als eine Art Utopie, als Altern unter entwicklungsfördernden und altersfreundlichen Bedingungen (Baltes & Baltes, 1989, S. 88). Mit „krankem Altern“ meint Baltes ein Altern, das deutlich durch medizinische Eingriffe und Krankheitsprozesse geprägt ist (Baltes & Baltes, 1989, S. 88). Ob es ein normales Altern ohne den zwangsläufigen Übergang in krankes Altern gibt, lässt Baltes offen. Es ist ungeklärt, ob es prinzipiell möglich ist, chronische Krankheiten beliebig lange zu unterdrücken, oder ob ein durchgängig normales Alter immer als vorzeitig durch den Tod beendeter Prozess gesehen werden kann (bevor der Übergang zu krankem Altern vollzogen wurde).

„These 2: Der Alternsvorgang ist heterogen (variabel)“ (Baltes & Baltes, 1989, S.89)

Der Alternsprozess ist ein stark heterogener Prozess mit einem hohen Maß an interindividueller Variabilität. Jeder Mensch altert auf andere Art und Weise. Baltes unterscheidet dabei genotypische und phänotypische Einflussfaktoren. Es gibt zum einen starke individuelle Unterschiede, die sich in der genetischen Ausstattung der Menschen widerspiegeln (vgl. Baltes & Baltes, 1989, S. 89), zum anderen nehmen Faktoren wie Umwelt, soziale Kontakte und kritische Lebensereignisse einen entscheidenden Einfluss auf den Verlauf.

„These 3: Es gibt eine beträchtliche 'stille Reserve' (Plastizität)“ (Baltes & Baltes, 1989, S. 90)

Unter dem „Plastizitätskonzept“ (Baltes & Baltes, 1989, S. 90) fasst Baltes das Wissen über die Trainierbarkeit verschiedener psychologischer und physischer Leistungsfaktoren bis in das hohe Alter zusammen. Eine Vielzahl an Interventionsstudien (vgl. z.B. die im Kapitel 3.4 vorgestellten Studien) konnte zeigen, dass sowohl Parameter der mLf, als auch kognitive Leistungsfaktoren wie Gedächtnis und Intelligenz

(Baltes & Baltes, 1989) noch im hohen Alter gesteigert und trainiert werden können. Diese Kapazitätsreserven sind bei vielen Menschen ungenutzt und bieten Potential, den Alternsprozess zu optimieren.

„These 4: In der Nähe der Leistungsreservegrenzen gibt es einen altersbedingten Verlust“ (Baltes & Baltes, 1989, S. 91)

Die maximal erreichbare Leistungsfähigkeit nimmt mit zunehmendem Alter ab. Aus Trainingswissenschaftlicher und physiologischer Sicht gilt dies weitestgehend als bewiesen und erklärt (vgl. z.B. die aktuellen Arbeiten zur Sarkopenie (Fielding & et al., 2011)). Als Psychologe nähert sich Baltes dieser Thematik aus der Sicht von mehr kognitiven Leistungsfaktoren wie Gedächtnisleistung, aber auch der Reaktionsfähigkeit. Auch hier kommt er zu dem Ergebnis, dass die Studienlage eindeutig ist. Die kognitiven Leistungsreserven nehmen mit dem Alter ab.

„These 5: Mit fortschreitendem Alter wird die Bilanz von Entwicklungsgewinn und -verlust zunehmend negativ“ (Baltes & Baltes, 1989, S. 92)

Baltes versteht Entwicklung allgemein als Bilanz zwischen Gewinn und Verlust, wobei im Kindes- und Jugendalter der Gewinn und im Alter der Verlust überwiegt. Als Grund führt Baltes zum einen den in These 4 angesprochenen Rückgang der Kapazitätsreserven an (Baltes & Baltes, 1989, S. 93). Mit zunehmendem Alter verliert der Mensch Kapazitätsreserven, die zur Kompensation von negativen Einflüssen genutzt werden könnten. Zum anderen ist der Entwicklungsprozess laut Baltes von Spezialisierungen gekennzeichnet. Jedwede Spezialisierung birgt neben einem Gewinn jedoch immer auch gleichzeitig ein Verlust in Form noch nicht genutzten, anderen Entwicklungsmöglichkeiten. Als Beispiel nennt Baltes die Ausbildung differenzierter neuronaler Bahnen im Gehirn, die, einmal angelegt, kaum noch Plastizität bzw. Entwicklungspotential aufweisen.

„These 6: Das Selbstbild bleibt auch im hohen Alter intakt“ (Baltes & Baltes, 1989, S. 93)

Ältere Menschen neigen dazu, Parameter ihres Selbstbilds wie subjektive Gesundheit oder Lebenszufriedenheit nicht an sich selbst in jungen Jahren, sondern an ihren eigenen Erwartungen und Personen ihres Alters zu messen. Dies führt dazu, dass sich die mittleren Ausprägungen der subjektiven Gesundheit und Lebenszufriedenheit zwischen älteren und jungen Menschen kaum unterscheiden (Butt & Beiser, 1987; Baltes & Baltes, 1986). Baltes nennt dafür drei Gründe. Erstens besitzen Men-

schen mehr als nur ein Selbstbild von sich. Zweitens ist das Selbstbild variabel und wird ständig aufgrund von Erfahrungen und Ereignissen verändert und korrigiert. Und drittens nutzen Menschen den sozialen Vergleich, sie ändern ihr Selbstbild analog zu den Veränderungen in der Bezugsgruppe (Baltes & Baltes, 1989), welche in den meisten Fällen Gleichaltrige darstellen.

Obwohl Baltes und Mitarbeiter den Alternsprozess aus einer psychologischen Sichtweise beschreiben, sind die aufgestellten Thesen in ihrer allgemeinen Formulierung auch auf die Entwicklung der mLf übertragbar (vgl. dazu Willimczik, Voelcker-Rehage & Wiertz, 2006). Sie bilden damit im Folgenden die theoretische Grundlage der Diskussion um die gefundenen Entwicklungskurven und werden im Zuge der vierten Fragestellung der Studie noch einmal vor dem Hintergrund der gefundenen Ergebnisse diskutiert.

3 Forschungsstand

Im Folgenden werden Daten zur körperlichen Aktivität im Erwachsenenalter und der Forschungsstand zu deren Zusammenhang zur mLf und Gesundheit dargestellt (Stand 2016).

3.1 Körperliche Aktivität im Erwachsenenalter

In einem Übersichtsartikel zur Erfüllung aktueller Aktivitätsempfehlungen wie die der WHO (2010), kommen Hallal und Kollegen (2012) zu dem Schluss, dass nur sieben von zehn Erwachsenen und nur zwei von zehn Kindern weltweit ausreichend aktiv sind. Diese Zahlen stehen und fallen jedoch mit den gegebenen Aktivitätsempfehlungen. Im Review von Hallal et al. sind dies bei Kindern 60 Minuten moderate Aktivität täglich und bei Erwachsenen 30 Minuten moderate Aktivität bzw. 20 Minuten intensive Aktivität an fünf von sieben Wochentagen. Pfeifer und Kollegen empfehlen für Erwachsene in Deutschland 150 Minuten körperliche Aktivität mit mindestens moderater Intensität (Pfeifer, Banzer, Ferrari, Füzéki, Geidl, et al., 2016). Die Autoren bemängeln die uneinheitlichen Erfassungsmethoden in den vorhandenen Studien und korrigieren die Daten von Selbstauskünften, da diese tendenziell zu hoch ausfallen (Ekelund, Sepp, Brage et al., 2006; Rzewnicki, Vanden Auweele & Bourdeaudhuij, 2003). Es bleibt jedoch in jedem Fall zu konstatieren, dass eine große Zahl an Menschen weltweit an den Folgen von Inaktivität leidet (Lee et al., 2012). Dabei sind in Europa vor allem Personen aus niedrigen sozialen Schichten betroffen (Beenackers et al., 2012). Diese zeigen signifikant weniger Freizeitaktivität bei gleichzeitig höherer arbeitsplatzbezogener Aktivität.

Mögliche Einflussfaktoren auf das Aktivitätsverhalten sind vielschichtig und soziokulturell geprägt. Aus diesem Grund konzentrieren sich große Studien auf nationale Prävalenzen für Aktivitätsdaten. Im Zuge des umfassenden National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), wurde die Aktivität der amerikanischen Bevölkerung im Zeitraum 2003-2004 via Akzelerometermessung bestimmt (N=6830, 6-60+ Jahre). Die dabei gesammelten Daten (vgl. Tabelle 1) sind repräsentativ für die US-amerikanische Bevölkerung und geben wichtige Informationen zum Einfluss von Alter und Geschlecht auf die körperliche Aktivität. Außerdem dienen sie als Vergleichsdaten für methodisch ähnliche Untersuchungen in anderen Ländern. Tabelle 1 zeigt die Mittelwerte der gefundenen Aktivitätszeiten (in Minuten pro Woche) in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht.

Tabelle 2 zeigt dies ebenfalls, allerdings werden hier nur Aktivitäten berücksichtigt, die für mindestens 10 Minuten ununterbrochen andauerten.

Tabelle 1: Akzelerometermessung der körperlichen Aktivität der US-Amerikanischen Bevölkerung in Minuten pro Tag (Troiano et al., 2008)

Alter	männlich			weiblich		
	moderat	anstrengend	Summe	moderat	anstrengend	Summe
6-11	79,5±3,7	16,0±1,3	95,4±4,7	65,1±1,6	10,1±0,6	75,2±2,0
12-15	39,2±2,7	6,0±0,7	45,3±3,4	21,7±1,4	2,9±0,58	24,6±1,8
16-19	29,8±2,1	3,0±0,3	32,7±2,2	18,5±2,3	1,1±0,3	19,6±2,4
20-29	37,9±1,9	1,9±0,3	39,7±2,0	22,4±1,0	1,3±0,3	23,6±1,1
30-39	41,3±2,0	1,6±0,4	42,8±2,1	19,9±1,4	1,4±0,3	21,3±1,5
40-49	33,4±1,7	1,3±0,2	34,7±1,7	19,3±1,3	0,5±0,1	19,9±1,2
50-59	25,3±1,4	1,1±0,3	26,4±1,5	15,0±1,3	0,4±0,2	15,4±1,4
60-69	16,3±1,1	0,4±0,2	16,7±1,2	12,3±0,9	0,1±0,0	12,4±0,9
70+	8,6±0,7	0,1±0,0	8,7±0,7	5,4±0,4	0,0±0,0	5,4±0,3

Tabelle 2: Akzelerometermessung der körperlichen Aktivität der US-Amerikanischen Bevölkerung in Minuten pro Tag wenn Dauer einer Einheit >10min (Troiano et al., 2008)

Alter	männlich			weiblich		
	moderat	anstrengend	Summe ¹	moderat	anstrengend	Summe ¹
6-11	22,4±2,2	4,2±0,7	45,1±3,9	12,8±0,6	1,8±0,3	26,2±1,3
12-15	11,6±1,4	1,4±0,3	18,6±2,3	4,4±0,4	0,9±0,4	7,1±0,9
16-19	7,7±0,9	0,9±0,3	10,9±1,1	4,2±1,1	0,4±0,2	5,5±1,3
20-29	8,3±0,8	0,9±0,3	10,3±1,0	5,8±0,7	0,7 ±0,2	7,4±0,8
30-39	8,0±0,9	0,7±0,3	9,9±1,4	4,8±0,9	1,2±0,3	6,5±1,1
40-49	7,9±0,9	0,8±0,1	9,3±0,8	5,9±0,8	0,4±0,1	6,6±0,8
50-59	5,7±1,0	0,9±0,3	7,1±1,2	5,2±0,8	0,2±0,2	5,7±0,9
60-69	6,0±1,0	0,2±0,1	6,5±1,1	5,7±0,8	0,0±0,0	5,8±0,9
70+	3,5±0,4	0,1±0,0	3,5±0,4	2,2±0,4	0,0±0,0	2,20±0,4

¹: Unter den Rubriken „moderat“ und „anstrengend“ fließen hier Aktivitätszeiten nur dann ein, wenn sie mindestens für zehn Minuten durchgängig auf dem jeweiligen Intensitätsniveau durchgeführt wurden. Die Spalte „Summe“ bezieht sich auf Aktivitätszeiten, die durchgängig zehn Minuten moderat *und/oder* anstrengend betrieben wurden und ist daher höher als die einzelnen Werte für moderat, bzw. anstrengend.

Colley und Kollegen (2011) publizierten methodisch vergleichbare Ergebnisse für Kanada und kamen zu vergleichbaren (leicht niedrigeren) Werten für die körperliche Aktivität.

In der Bundesrepublik Deutschland werden vom Robert Koch Institut (RKI) regelmäßig repräsentative Studien zum Gesundheitsverhalten der Bevölkerung erhoben. Daten zur Aktivität wurden dabei zuletzt beim Bundesgesundheitsurvey im Jahr 1998

und der Folgeuntersuchung DEGS1 (Studie zur Gesundheit der Erwachsenen in Deutschland, Welle 1) im Jahr 2013 erhoben. Es handelt sich dabei um Fragebogendaten, die im Zuge der Berichtserstattung des RKI publiziert wurden (Mensink, 1999). Schneider und Becker (2005) kommen anhand der Daten des ersten Gesundheits-survey zu dem Ergebnis, dass 46,7% der Deutschen keinerlei Sport treiben. Die Fragebogendaten der aktuellsten Untersuchung (DEGS1) sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Fragebogendaten zur Aktivität in Deutschland (mod. nach Krug et al., 2013)

Aktivitätsniveau		Altersgruppen						Gesamt
		18-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	
Frauen	keine sportliche Betätigung	25,7%	39,7%	33,3%	32,7%	34,0%	44,9%	34,3%
	Bis zu 2h / Woche	46,9%	43,8%	45,6%	43,5%	42,4%	40,1%	44,0%
	Regelmäßig min. 2 Stunden pro Woche	27,5%	16,4%	21,1%	23,8%	23,6%	15,0%	21,6%
Männer	keine sportliche Betätigung	17,6%	28,0%	36,6%	38,6%	38,5%	44,4%	33,0%
	Bis zu 2h / Woche	36,4%	43%	37,6%	39,1%	36,0%	33,0%	37,7%
	Regelmäßig min. 2 Stunden pro Woche	46,0%	29,1%	25,9%	22,3%	25,5%	22,6%	29,3%
Gesamt	keine sportliche Betätigung	21,5%	33,9%	34,9%	35,7%	36,2%	44,7%	33,7%
	Bis zu 2h / Woche	41,4%	43,4%	41,5%	41,3%	39,3%	37,0%	40,9%
	Regelmäßig min. 2 Stunden pro Woche	36,9%	22,7%	23,5%	23,0%	24,5%	18,4%	25,4%

Während 1998 noch 46,7% der Deutschen angaben, keinerlei Aktivität zu betreiben, sind dies bei DEGS1 (2008-2011) nur noch rund 33,7% (vgl. Tabelle 3). Im Sinne von gesundheitswirksamem Sporttreiben berechneten Krug und Kollegen (2013) neben den in Tabelle 3 dargestellten Daten auch den Anteil der Personen, die wöchentlich weniger als 2,5 Stunden aktiv sind. Es zeigte sich dabei, dass lediglich 25,4% der Männer und 15,5% der Frauen mindestens 2,5 Stunden pro Woche aktiv sind (Krug et al., 2013).

Betrachtet man die US-amerikanischen Aktivitätsdaten in Tabelle 1 und Tabelle 2, so fällt der starke Rückgang der Aktivität in den ersten drei Altersgruppen auf. Dieses Ergebnis bestätigt die Arbeit von Sallis (2000), der in einem Übersichtsartikel den stärksten Rückgang der Aktivität im Alter von 12 bis 18 Jahren findet. Mögliche Ursachen für diesen Rückgang werden häufig speziell bei den Kindern und Ju-

gendlichen der jeweils aktuellen Generation gesucht - ein Umstand, der bereits im Jahr 1865 auf parodistisch-satirische Weise von Wilhelm Busch in Form des pummeligen Max in „Max und Moritz“ aufgegriffen wurde. Ein solches Lamento der Älteren lässt sich ohne qualitativ hochwertige Kohortenstudien jedoch retrospektiv nur sehr schwer belegen. Es ist nicht lückenlos dokumentiert, zu welchen Epochen der Menschheitsgeschichte Jugendliche mehr oder weniger aktiv waren. Retrospektive Studien geben einen Hinweis darauf, dass die Qualität des Bewegungsverhaltens sich zwar durchaus ändert, die Quantität jedoch weitestgehend stabil bleibt (Bös, Krug & Schmidt, 2011). Interessanterweise zeigt der Rückgang der Aktivität vom Jugend- in das Erwachsenenalter Parallelen zum Verhalten von Tieren. Auch hier findet ein starker Rückgang der Aktivität beim Übergang in das adulte Alter statt (Ingram, 2000) - und zwar konsistent von Insekten über Nager bis hin zu höheren Säugern. Aber auch adulte Tiere verlieren im Schnitt noch 50% ihrer Aktivitätszeiten über die Jahre in denen sie geschlechtsreif sind (Ingram, 2000). Sallis folgert daraus, dass das menschliche Verhalten zumindest teilweise genetischer Natur ist.

Ansätze zur Beantwortung der Frage, inwieweit das aktuelle Aktivitätsverhalten sozio-demographisch bedingt ist, liefern Studien zur Aktivität der Menschen in deren evolutionären Entwicklung, sowie Vergleiche mit heute noch von der Zivilisation weitestgehend abgeschnitten lebenden Völkern. In der Menschheitsgeschichte war die Energieaufnahme über lange Entwicklungsphasen direkt an die Nahrungsmittelbeschaffung gekoppelt (Eaton & Eaton, 2003). Die Beschaffung von Nahrungsmitteln (Jagen oder Sammeln) bedingte einen Einsatz von mehr oder weniger adäquater Energie. Dieser Umstand hat sich im Zuge der Industrialisierung verändert. Nahrung ist in westlichen Ländern auch ohne das Aufbringen großer Mengen Aktivität verfügbar. Laut einer Studie von Cordain (1998) betrug die durchschnittliche tägliche Kalorienzufuhr in der Steinzeit ca. 2900 kcal bei ca. 1240 kcal Verbrauch durch körperliche Aktivität. Ein mehr oder weniger inaktiver Durchschnittsbürger in westlichen Ländern verbraucht heute ca. 555 kcal durch körperliche Aktivität, bei 2030 kcal Nahrungszufuhr (Cordain, Gotshall & Eaton, 1998). Daraus resultiert eine Steigerung der Effizienz (Quotient aus Nahrungsmittelzufuhr und Verbrauch durch körperliche Aktivität) von ca. 50%. Diese Steigerung der Effizienz erleichtert es, zu hohe Energiemengen zu sich zu nehmen. Die Folgen sind die aktuellen epidemiologischen Problemfelder Übergewicht und Adipositas (Eaton & Eaton, 2003).

Diese Daten sind jedoch nur mehr oder weniger genaue Schätzungen aus der Analyse von Skelettfunden. In einem anderen Ansatz vergleicht man aktuelle Aktivitätsverhalten mit jenem von zurückgezogen lebenden, traditionellen Jäger-Sammler Völkern (Jenike, 2001). In einer aktuellen Studie auf diesem Gebiet vergleichen Pontzer und Kollegen (2012) das Aktivitätsniveau von traditionell lebenden Hadza Jägern und Sammlern mit dem von westlichen Bevölkerungsgruppen. Sie kommen dabei zu dem Ergebnis, dass der wöchentliche Gesamtenergieumsatz (doubly labeled water Methode) des Hadza Volkes nicht höher ist als der eines westlich lebenden Büroangestellten. Der mittlere BMI der Jäger und Sammler war hingegen deutlich niedriger als der der westlichen Vergleichsstichprobe. Unterschiede im BMI konnten weder zwischen noch innerhalb der Stichproben durch das Aktivitätsniveau (physical activity level PAL) oder den Gesamtenergieumsatz TEE erklärt werden. Die Autoren kommen daher zu dem Ergebnis, dass Unterschiede zwischen den Völkergruppen bezüglich des Auftretens von Übergewicht weitestgehend durch die Energieaufnahme bzw. die Art der Ernährung bestimmt werden. Diese Schlussfolgerung wird in anderen Übersichtsarbeiten geteilt (Dugas et al., 2011).

Auch wenn geringe Umfänge an körperlicher Aktivität nicht per se negative Folgen nach sich ziehen, so gelten doch positive Effekte eines aktiven Lebensstils als gesichert (vgl. Kapitel 3.3). Aktivitätsinterventionen und -empfehlungen sind daher bei Personen mit geringen Umfängen an körperlicher Aktivität durchaus sinnvoll. Um diese gezielt einzusetzen, bedarf es jedoch an Wissen um die Determinanten der Aktivität, beispielsweise beim Ausmachen von Zielgruppen oder der Spezifizierung von Interventionsinhalten.

3.2 Determinanten der Aktivität im Erwachsenenalter

Koeneman und Kollegen fassen in einem Review aus dem Jahr 2011 den aktuellen Literaturstand über die Determinanten von körperlicher Aktivität im Erwachsenenalter zusammen. Ihre Analysen beruhen auf den Ergebnissen von 30 Studien, deren Ergebnisse in 34 Artikeln veröffentlicht wurden. Sie finden hinsichtlich der (nicht-sportlichen) habituellen Aktivität (HA) lediglich eine mittlere Evidenz für einen positiven Zusammenhang zwischen Geschlecht und HA sowie zwischen Alter und HA, wobei jüngere Menschen und Männer eine höhere HA aufweisen. Hinsichtlich sportlicher Aktivität (SA) fanden Koeneman et al. keinen Zusammenhang mit dem allgemeinen Gesundheitszustand (general physical health) und moderate Evidenz für ei-

nen Zusammenhang zur funktionellen Motorik (general physical functioning). Sie fanden ebenfalls moderate Evidenz für einen negativen Zusammenhang zwischen chronischen Erkrankungen sowie dem Auftreten von Depressionen und sportlicher Aktivität und einen positiven Zusammenhang zwischen vergangener sportlicher Aktivität und der aktuellen. Auch eine positive Einschätzung der Aktivität hinsichtlich einer gesundheitlichen Wirkung ist mit mehr sportlicher Aktivität verbunden. Ein negativer Einfluss auf die sportliche Aktivität konnte kritischen Lebensereignissen zugeordnet werden. In der Diskussion ihrer Arbeit beklagen die Autoren, dass der Forschungsstand bezüglich vieler potentieller Einflussgrößen der körperlichen Aktivität im Erwachsenenalter noch nicht ausreichend ist, um verlässliche Aussagen treffen zu können.

Neben direkt messbaren Personeneigenschaften existiert in der Sportpsychologie ein ganzes Forschungsfeld zu psychologischen Einflüssen auf die Stabilität, bzw. das Aufrechterhalten von Aktivität. Jekauc (2015) findet beispielsweise, dass der Spaß an körperlicher Aktivität eine entscheidende Rolle beim Aufrechterhalten von sportlicher Aktivität spielt. Der Forschungsstand zu den Einflüssen von körperlicher Aktivität auf die Gefühlszustände (sog. affective states) und vice versa ist noch uneinheitlich. Zwar konnten einige Studien eindeutige Zusammenhänge zwischen dem Gefühlszustand am Morgen und der Chance, über den Tag aktiv zu sein, nachweisen (Carels et al. 2007). Andere Studien zeigen jedoch, dass die Zusammenhänge komplex sind und sowohl zwischen als auch innerhalb von Personen stark variieren (Kanning, Ebner-Priemer & Schlicht, 2013).

Der aktuelle Forschungsstand um die Vielzahl an Determinanten von körperlicher Aktivität macht deutlich, warum sowohl Aktivitätsempfehlungen als auch -interventionen wissenschaftlich durchdacht und methodisch abgesichert sein müssen. Außerdem erklärt er zumindest ansatzweise, warum Menschen so unterschiedlich aktiv sind. Die Vielzahl an publizierten Studien zu Aktivitätsinterventionen zeigt jedoch, dass die Motivation der Bewegungswissenschaftler, Einfluss auf das Aktivitätsverhalten der Menschen zu üben, nie höher war als heute. Triebkraft ist dabei sicherlich das differenzierte Wissen um die Zusammenhänge zwischen adäquater sportlicher Aktivität und der Gesundheit.

3.3 Körperliche Aktivität und Gesundheit im Erwachsenenalter

Zentrale Fragestellung des Forschungsfeldes Sport und Gesundheit ist die Frage um das Dosis-Wirkungsprinzip von körperlicher Aktivität und Gesundheit. Wie viel Aktivität benötigt ein Mensch, um gesund zu bleiben? In einem Review zum historischen Verlauf von Aktivitätsempfehlungen arbeiten Blair und Kollegen (2004) den Forschungsstand der ersten Arbeiten von Morris (Morris & Crawford, 1958; Morris, Pollard, Everitt & Chave, 1980; Morris, Clayton, Everitt, Semmence & Burgess, 1990) über Paffenbarger (Paffenbarger, Wing & Hyeoun-Ae, 1978; Paffenbarger, Hyde, Wing & Steinmetz, 1984; Paffenbarger, Hyde, Wing & Hsieh, 1986; Paffenbarger et al., 1993) bis zum Jahr 2003 (Saris, Blair & van Baak, 2003) systematisch auf. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass der empfohlene Aktivitätsumfang in den letzten 40 Jahren von 3-5 Mal pro Woche 20-45 Minuten auf bis zu 7 Mal die Woche 60 Minuten moderate Aktivität (abhängig von der Altersgruppe) angestiegen ist. Die empirische Fundierung dieser Empfehlungen ist jedoch aufgrund von unterschiedlichen Methoden nicht immer vergleichbar und es fällt daher schwer, diese Empfehlungen anhand ihrer Evidenz gegeneinander abzuwägen. In Konsens mit den Empfehlungen von Saris et al. (2003) kommen sie zu dem Fazit, dass 30 Minuten moderate Aktivität täglich ausreicht, um gesundheitliche Effekte zu erzielen und ungewünschten Gewichtszunahmen vorzubeugen. Die WHO rät derzeit Kindern bis 17 Jahren zu täglich 60 Minuten körperlicher Aktivität mit mittlerer bis hoher Intensität und Erwachsenen ab 18 Jahren zu wöchentlich 150 Minuten Aktivität mit mittlerer, bzw. 75 Minuten mit hoher Intensität (WHO, 2010). Die Empfehlung von 150 Minuten körperlicher Aktivität mit mittlerer oder 75 Minuten mit hoher Intensität teilen auch Pfeifer und Kollegen in den nationalen Bewegungsempfehlungen für Deutschland (Pfeifer, Banzer, Ferrari, Füzéki, Geidl, et al., 2016).

Lee und Skerrett (2001) finden in einer Meta-Analyse zum Dosis-Wirkungsprinzip zwischen körperlicher Aktivität und Mortalität heraus, dass körperliche Aktivitäten im Umfang von 1000 kcal pro Woche das Sterberisiko im betrachteten Zeitintervall um 20-30% senkt. Allerdings zeigen von ihnen ausgewählte Studien auch, dass selbst geringere Umfänge schon positive Effekte aufweisen. In Einklang mit den Ergebnissen einer Meta-Analyse von Oja (2001) kommen sie trotzdem zu dem Schluss, dass die Intensität der Aktivität eine große Rolle spielt, möglicherweise eine größere als der Umfang an sich. Während Aktivitäten mit niedriger Intensität (<4,5 MET) in vielen Studien zu keinen nachweisbaren Effekten führen, zeigen Aktivitäten mit relativ ho-

hen Intensitäten (>6,0 MET) die größten Effekte. Knoll findet in einer umfassenden Meta-Analyse keinen globalen, umfang- und intensitätsunabhängigen Zusammenhang zwischen Sport und Gesundheit (Knoll & Woll, 2008). Keine der Übersichtsarbeiten behauptet allerdings, ein klares Dosis-Wirkungsprinzip aus der verfügbaren Literatur ableiten zu können. Lee und Skerrett bewerten den Evidenzgrad zum Vorhandensein eines klar definierbaren Dosis-Wirkungsprinzip mit der Kategorie C (schwache Evidenz), Oja mit der Kategorie B (mittelmäßige Studienlage), wenn man auf Interventionsstudien zurückgreift und C, wenn die Daten von Beobachtungsstudien herangezogen werden.

Die Studien, auf denen diese Aktivitätsempfehlungen beruhen, betrachten die Gesundheit fast ausschließlich anhand von globalen Morbiditäts- und Mortalitätsraten. Aber auch hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen körperlicher Aktivität und dem Auftreten, bzw. dem Verlauf einzelner Krankheitsbilder existiert eine Vielzahl an qualitativ hochwertigen Studien und Übersichtsarbeiten.

Der Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und dem Auftreten von Übergewicht und Adipositas bzw. derer Begleiterkrankung Diabetes mellitus ist der derzeit am eingehendsten untersuchte Forschungsbereich innerhalb der Aktivitätsforschung. In seiner Dissertationsschrift konnte Bonadt (2016) zeigen, dass aktive und körperlich fitte Personen ein niedrigeres Risiko besitzen, Erkrankungen des metabolischen Syndroms zu entwickeln. Reviews und Metaanalysen von van Baak (1999), Stehr und von Lengerke (2012), sowie Stephens, Cobiac und Veerman (2014) zeigen einen einheitlichen Kenntnisstand. Aktivitätsinterventionen führen zu einer Reduktion des Körpergewichts bei Übergewichtigen und beugen Gewichtszunahmen vor. Allerdings sind die Effekte als niedrig bis mittel einzustufen. Eine Reduktion der zugeführten Kalorien über eine Diät führt im Allgemeinen zu größeren Erfolgen, eine Kombination von Aktivität und Kalorienreduktion zu den größten (Ross et al. 2000; Miller et al., 2013). Hier spielt die Intensität der Aktivität im Gegensatz zu den Effekten auf die körperliche Leistungsfähigkeit eine geringere Rolle, auch Interventionen mit schwachen Intensitätsniveaus führen zu Erfolgen (Stehr & von Lengerke, 2012). Es ist die Kalorienbilanz aus aufgenommenen versus verbrauchten Kalorien, welche das Körperbild prägt. Diese wird im Allgemeinen durch eine diätarische Kalorienreduktion stärker beeinflusst als durch körperliche Aktivität (vgl. hierzu z.B. die Studie von Colley et al. (2010) zum Absinken der NEAT nach einer Walking-Intervention).

Ein weiteres wichtiges Forschungsfeld der epidemiologischen Gesundheitsforschung ist das Auftreten von kardiovaskulären Ereignissen. Auch hier zeigt sich ein evidentes Forschungsbild hinsichtlich eines präventiven Effekts körperlich-sportlicher Aktivität (European Society of Cardiology, 2016). Reviews von Ahmet et al. (2012), Cheng et al. (2013) und Sattelmair et al. (2009) bestätigen positive Effekte von körperlicher Aktivität und befürworten die aktuellen Aktivitätsempfehlungen der WHO.

Positive Effekte von körperlicher Aktivität lassen sich unter anderem auch auf das Auftreten von Depressionen (Teychenne, Ball & Salmon, 2008), Osteoporose (Nikander et al., 2010), den Verlauf chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen (O'Shea, Taylor & Paratz, 2009), den Rückgang von Muskelmasse und Kraft bei Krebspatienten (Stene et al., 2013) und die Bewältigung von Alltagsaktivitäten bei Demenz (Blankevoort et al., 2010) nachweisen.

Neben dieser Vielzahl an positiven Effekten von körperlicher Aktivität auf die Gesundheit werden auch negative Effekte diskutiert. In einem Review zum Zusammenhang zwischen Ausdauertraining und Herzrhythmusstörungen über 20 Studien und drei Reviews im Zeitraum von 1995 bis 2011 kommen Graff-Iversen und Kollegen (2012) zu dem Ergebnis, dass langjähriges, intensives Ausdauertraining (>1500 Stunden über die gesamte Lebensspanne) das Risiko für Vorhofflimmern nachweislich erhöht. Allerdings gibt es hier keine Evidenz bezüglich Ausdauertraining mit moderater oder geringer Intensität.

Die Zusammenfassung des Forschungsstands zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Gesundheit zeigt zunächst, dass beide Konstrukte komplex sind und das Auffinden von Effekten und deren Höhe stark von der gewählten Operationalisierung von Aktivität und Gesundheit abhängt. Die Evidenz für eine positive Wirkung von im Zuge von Interventionsstudien applizierter körperlicher Aktivität auf verschiedene Parameter der Gesundheit ist mittel bis hoch. Das Wissen um die Zusammenhänge von lebenslanger körperlicher Aktivität, Inaktivität oder einer möglichen Überdosierung weist jedoch noch erhebliche Forschungslücken auf. Auch indirekte Effekte über eine erhöhte mLf, die wiederum vor Stürzen und Unfällen schützt sind denkbar. Der Forschungsstand zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und mLf im Erwachsenenalter wird im folgenden Kapitel zusammengefasst.

3.4 Körperliche Aktivität und mLf im Erwachsenenalter

Die Antwort auf die Frage nach einem Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und motorischer Leistungsfähigkeit ist aus trainingswissenschaftlicher Sicht trivial. Fragt man allerdings nach der Höhe dieses Zusammenhangs unter verschiedenen Bedingungen (z.B. Alter, Geschlecht und Leistungsstand des Trainierenden, Ausmaß, Frequenz und Intensität der körperlichen Aktivität), so bietet der aktuelle Forschungsstand keine einheitliche Antwort. Die Frage nach der Höhe des Zusammenhangs zwischen körperlicher Aktivität und mLf ist vielleicht die wichtigste Fragestellung der Trainingswissenschaft und kann aufgrund der Komplexität des menschlichen Organismus und des komplizierten Zusammenspiels mit seiner Umwelt wohl nie in allen Details beantwortet werden. Trotz dieser zweifelhaften Erfolgsaussichten wird auf diesem Forschungsfeld viel Grundlagenforschung betrieben. Neben der Relevanz für Leistungssportler gilt die mLf als wichtige Gesundheitsressource (Bouchard et al., 1994; Suni, 2000) und maßgeblicher Faktor der Lebensqualität im Alter (Chou, Hwang & Wu, 2012; de Vries et al., 2012). Das Wissen über ihre Determinanten ist daher von großer Bedeutung. Tittlbach gibt einen Überblick über die wichtigsten Studien und Ergebnisse zur Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit und den Zusammenhang mit der Aktivität im Erwachsenenalter bis zum Jahr 2000 (Tittlbach, 2002, S. 49ff).

Im Folgenden wird der aktuelle Forschungsstand zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und mLf im Erwachsenenalter anhand der Ergebnisse eines Literaturreviews über die Jahre 2000-2014 dargestellt.

Aufgrund der Komplexität des Forschungsstands und der extrem hohen Zahl an Veröffentlichungen und Studien werden für dieses Review *nur* Veröffentlichungen in Form von Reviews und Metaanalysen betrachtet. Abbildung 2 gibt eine Übersicht über den Ablauf und die Fallzahlen des Reviewverfahrens.

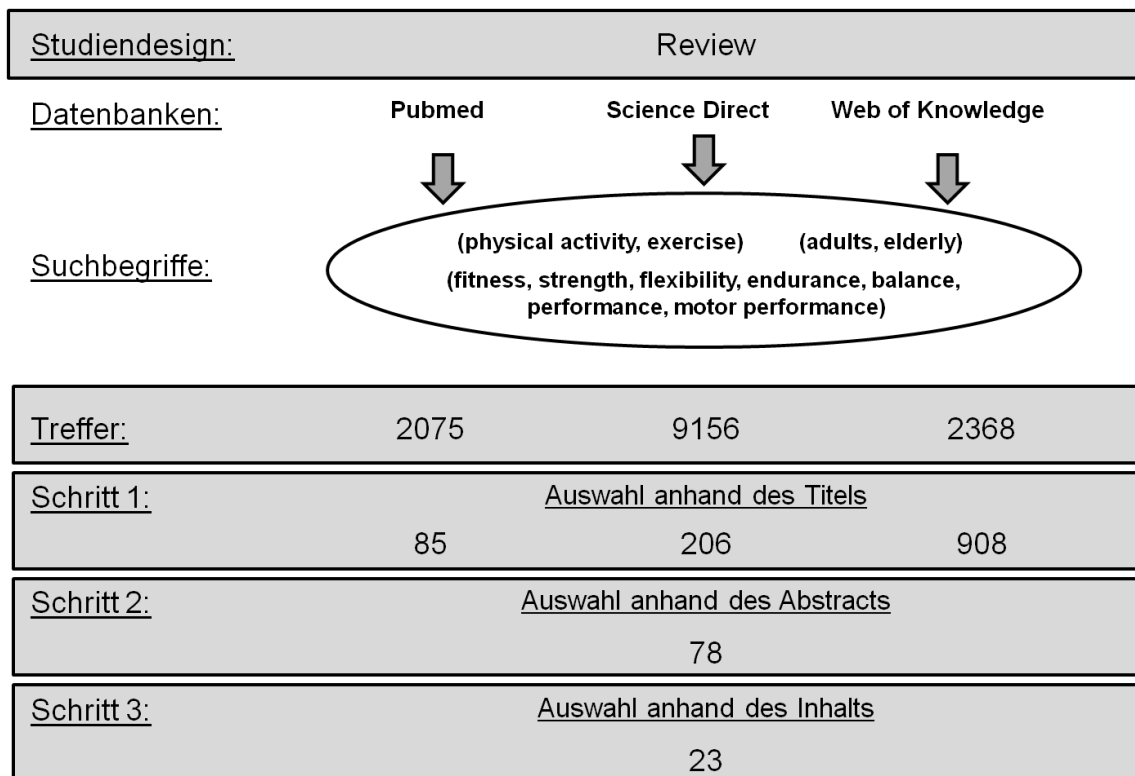


Abbildung 2: Ergebnisse des Literaturreviews zur Aktivität und mLf

Das Review wurde über die Plattformen "Pubmed", "Science Direct" und "Web of Knowledge" durchgeführt. Wie bereits erwähnt wurden nur Veröffentlichungen betrachtet, die dem Studiendesign "Review" (was Metaanalysen beinhaltet) zugeordnet sind. Die Auswahl der Veröffentlichungen erfolgte über folgenden Suchschlüssel:

In Titel, abstract oder MeSH-Term (Schlagwörter):

"Physical activity" oder "exercise" und "adults" oder "elderly" und "fitness" oder "strength" oder "flexibility" oder "endurance" oder "balance" oder "performance" oder "motor performance", Jahr der Veröffentlichung: 2000-2014.

Die Treffer wurden anschließend anhand des Titels und des Abstracts weiter eingegrenzt. Das Reviewverfahren ergab insgesamt 23 relevante Übersichtsarbeiten zum Zusammenhang von Aktivität und mLf im Erwachsenenalter im Zeitraum der Jahre 2000 bis 2014. Diese 23 Übersichtsarbeiten fassen die Ergebnisse von insgesamt 525 qualitativ hochwertigen Studien zum Zusammenhang von Aktivität und mLf zusammen.

Die Ergebnisse der Literatursichtung werden im Folgenden getrennt nach den zugrundeliegenden Fähigkeiten zusammengefasst.

3.4.1 Körperliche Aktivität und Ausdauer

Die Recherche ergab 15 Übersichtsarbeiten zur Ausdauer, welche die Ergebnisse von 402 Einzelstudien zusammenfassen. Es zeigt sich, dass qualitativ hochwertige beobachtende Quer- und Längsschnittstudien, ohne Aktivitätsintervention, selten sind und Interventionsstudien die Studienlandschaft dominieren. Das Review von Dionne und Kollegen (2003) beschreibt sechs Studien, die sich mit dem Zusammenhang von (nicht applizierter) körperlicher Aktivität (Fragebogen oder doubly labeled water Methode) und der kardiovaskulären Fitness in Form der VO_{2max} beschäftigen. Die gefundenen Zusammenhänge reichen von $r=0,25$ bis $r=0,76$ (Brochu, Starling, Ades & Poehlman, 1999; Starling, Toth, Carpenter, Matthews & Poehlman, 1998; MacAuley & Mc Crum, 1998; Tuero, De Paz & Marquez, 2001; Kostka et al., 1997; Dvorak et al., 2000). Der Zusammenhang zwischen Ausdauer und körperlicher Aktivität steigt mit deren Intensität, wobei ein Zusammenhang zwischen Alltagsaktivität auf niedrigem Intensitätsniveau und der Ausdauer in vielen Studien nicht nachgewiesen werden kann. In der Studie von Starling und Kollegen (1998) zeigte sich außerdem eine Reduktion des Zusammenhangs von $r=0,43$ auf $r=0,31$ wenn der Einfluss der Körperzusammensetzung der Probanden berücksichtigt wurde. Dies ist ein Hinweis darauf, dass ein Teil der gefundenen Zusammenhänge zwischen Aktivität und Ausdauerleistungsfähigkeit auf den Zusammenhang von Aktivität und Konstitution zurückzuführen ist. Beim Großteil der qualitativ hochwertigen Studien handelt es sich um Reviews über randomisierte, kontrollierte Experimentalstudien. Hier zeigt sich ein einheitlicher Forschungsstand. Aktivitätsinterventionen erhöhen die Ausdauer, häufig operationalisiert anhand der VO_{2max} , in jedem Lebensalter. Da der Effekt einer Intervention von deren Dauer, Umfang und Intensität, sowie einer Vielzahl anderer Faktoren abhängt, ist es sehr schwer, eine allgemeine Effektstärke zum Zusammenhang zwischen Aktivität und Ausdauer in Interventionsprogrammen zu quantifizieren. Die in den gefundenen Reviews und Metaanalysen geführten Diskussionen über Effektstärken unterscheiden sich in ihren qualitativen Inhalten jedoch nicht sehr stark. Während die Intensität der Belastung eine große Rolle für den Trainingserfolg spielt, ist die Art der Aktivität nur von geringer Bedeutung. Sowohl klassisches Ausdauertraining (Cadore, Pinto, Bottaro & Izquierdo, 2014; Forbes et al., 2012; Huang, Gibson, Tran & Osness, 2005; Paterson & Warburton, 2010), als auch ein Mix aus verschiedenen Trainingsformen (Keysor & Jette, 2001; Gu & Conn, 2008; Cadore et al., 2014; Giné-Garriga, Roqué-Fíguls, Coll-Planas, Sitjà-Rabert & Salvà, 2014; Ferreira

et al., 2012), exzentrisches Muskeltraining (Gault & Willems, 2013) oder Aktivität, die nach motivationalem Training vom Probanden selbst gewählt wird (Chase & Conn, 2014), führen zu vergleichbaren Leistungssteigerungen. Auch Interventionen mit Übungen ausschließlich im Wasser (Bergamin, Zanuso, Alvar, Ermolao & Zaccaria, 2012) oder im Sitzen (Anthony et al., 2013) und Walking-Interventionen (Kook-Hee & Hyeoun-Ae, 2013) zeigen bei Personen über 60 Jahre signifikante Leistungssteigerungen. Interventionsstudien, die neben Trainingsumfang und Leistungsniveau zusätzlich den täglichen Energieverbrauch der Teilnehmer erfassten, konnten zeigen, dass dieser durch Aktivitätsinterventionen bei älteren Probanden konstant bleibt oder sogar abfällt (Goran, & Poehlman, 1992; Morio, Montaurier & Pickering, 1998). Dies führten die Autoren auf eine Reduktion der Alltagsaktivität aufgrund der Ermüdung durch das applizierte Training zurück.

Zusammenhang zwischen Ausdauer und körperlicher Aktivität

Eine Steigerung der Aktivität kann in allen Altersgruppen zu einer steigenden Ausdauerleistungsfähigkeit führen. Die Intensität hat dabei einen größeren Einfluss auf den Trainingserfolg als die Art der Aktivität. Die Effektstärken reichen von nicht nachweisbaren Effekten bei niederschweligen Interventionen bis hin zu hohen Effekten mit mittleren Steigerungen von $d=0,73$ bei gezielten Ausdauerinterventionen. Quer- und Längsschnittstudien zeigen, dass Personen mit einem höheren Alltagsaktivitätsniveau eine erhöhte Ausdauerleistungsfähigkeit besitzen. Ein direktes Dosis-Wirkungsprinzip zwischen den Aktivitätsparametern Häufigkeit, Dauer, Intensität, Art der Aktivität und der Ausdauerleistungsfähigkeit ist trotz einer Vielzahl an Interventionsstudien nicht bekannt.

Tabelle 4: Übersichtsarbeiten zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und Ausdauerleistungsfähigkeit im Erwachsenenalter

Autoren (nach Jahr)	Thema	Design	Aktivitätsform	Effekt
(Cadore et al., 2014)	Kraft und Ausdauertraining im Erwachsenenalter	Metaanalyse: 5 Interventionsstudien (RCT, CT & UT)	Ausdauertraining, verschiedene Trainingsformen	VO ₂ peak: (+ 8-20%; 7/7 Studien) VO ₂ max: (+ 8-19%; 5/5 Studien)
(Chase & Conn, 2014)	Motivationale Aktivitätsinterventionen und kardiovaskuläre Fitness	Metaanalyse: 135 Interventionsstudien (RCT & UT) N=11.458. Mittleres Alter 44j	Aktivität, induziert durch motivationale Intervention	Ausdauer, VO ₂ max: (+ d=.42 für RCT; d=.32 für UT) Kein Intensitätseffekt
(Gault & Willems, 2013)	Exzentrisches Training, Altern und funktionelle Motorik	Übersichtsarbeit: 14 Interventionsstudien, „older adults“	Exzentrisches Muskeltraining	Ausdauer: (+)
(Kook-Hee & Hyeoun-Ae, 2013)	Metaanalyse zu Effekten von Walking auf Ausdauer und Beweglichkeit	Metaanalyse: 16 Interventionsstudien (RCT)	„walking exercise“	Aerobe Ausdauer, 6min Lauf: (+ d=0.41) Ausdauer Beinmuskulatur, Chair Stand test: (+ d=1.06)
(Miller et al., 2013)	Training und Kalorienreduzierung bei übergewichtigen Erwachsenen	Review: 14 Interventionsstudien (RCT), >18 Jahre, BMI >30	„exercise training and energy restriction“	Ausdauer, VO ₂ max: (+) (13/14 Studien)
(Bergamin et al., 2012)	Training im Wasser zur Steigerung der Fitness bei älteren Erwachsenen	Review: 9 Interventionsstudien (5 RCT, 1 CT & 3 UT), 60+ Jahre	Training im Wasser	Ausdauer, VO ₂ max: (+10-42% 4/5 Studien)
(Ferreira et al., 2012)	Training zur Verbesserung von Kraft, Gleichgewicht und Ausdauer bei Erwachsenen	Metaanalyse: 17 Interventionsstudien (RCT & quasi-RCT), (40-65 Jahre)	verschiedene Trainingsformen	Ausdauer: (+ d=0,73)
(Forbes et al., 2012)	Training und Nahrungsergänzungsmittel zur Prävention der Sarkopenie	Übersichtsarbeit: 49 Interventionsstudien und andere Übersichtsarbeiten	Ausdauertraining	Mitochondrienzahl: (+) Mitochondrien-Transkriptionsfaktoren (PGC-1α): (+) Insulin Sensitivität: (+)

(Paterson & Warburton, 2010)	kSA und funktionelle Einschränkungen bei älteren Erwachsenen	Review: 14 Interventionsstudien (RCT & non-RCT) 65-85 Jahre	Ausdauertraining, im Mittel 3x pro Woche 30-45min	Ausdauer: (+)
(Gu & Conn, 2008)	Metaanalyse zu Trainingsinterventionen und Alltagsmotorik bei älteren Erwachsenen	Metaanalyse: 19 RCT, 65y+	76,7% Kraft-, 30% Ausdauer-, 23,3% Gleichgewichts- 13,3% Beweglichkeits- und 16,7% funktionelle Trainingskomponente	Ausdauer: (+ d=.21)
(Huang et al., 2005)	Ausdauertraining und VO ₂ max	Metaanalyse 49 Interventionsstudien (RCT), >60 Jahre	Ausdauertraining im Mittel 3x/w für 30min	VO ₂ max: (+16,3%)
(Dionne, Ades & Poehlman, 2003)	Aktivität, Kardiovaskuläre Fitness und Parameter der Gesundheit	Metaanalyse: 3 Interventionsstudien (RCT), 35-78 Jahre	Aktivität (doubly-labeled water Methode)	Kardiovaskuläre Fitness +3,4-9,0%, aber: Rückgang der Alltagsaktivität
		Metaanalyse: 6 Querschnittsstudien (18-90 Jahre)	Aktivität: Fragebogen	VO ₂ max vs. Alltagsaktivität: r=.25-.76, hohe Intensität = höherer Zusammenhang. Konstitution erklärt ca. 50% des Zusammenhangs.

Übersichtsarbeiten mit uneinheitlichen Ergebnissen oder keinen Effekten

(Giné-Garriga et al., 2014)	Trainingsinterventionen zur Verbesserung von physischen Funktionen im hohen Erwachsenenalter	Review: 19 Interventionsstudien (RCT, frail older adults 65+)	verschiedene Trainingsformen	-Ausdauer: (0)
(Anthony et al., 2013)	Training im Sitzen im hohen Erwachsenenalter	Review: 2 Interventionsstudien (RCT & CT), 65+ Jahre	Training im Sitzen	Ausdauer, 6min Walking Strecke: (0 1/2 Studien)

3.4.2 Körperliche Aktivität und Kraft

Das Literaturreview fand 11 Übersichtsarbeiten zum Thema Krafftähigkeit, welche die Ergebnisse von 246 Einzelstudien zusammenfassen. Im Bereich der qualitativ hochwertigen Studien, derer sich Reviews und Meta-Analysen vornehmlich bedienen, dominieren auch im Bereich der Kraft die Interventionsstudien, welche direkt Krafttraining oder körperliche Aktivität applizieren.

Paterson und Warburton (2010) finden in ihrem Review insgesamt 35 Längs- und Querschnittstudien, die sich mit dem Thema körperliche Aktivität und Kraft bzw. funktionellen Einschränkungen auseinandersetzen. Sie kommen zu dem Schluss, dass aktive Personen zwar eine höhere Krafftähigkeit besitzen, körperliche Aktivität und die Krafftähigkeit jedoch weitestgehend unabhängige Einflussgrößen auf funktionelle Einschränkungen sind (Buchman et al., 2007).

Bezüglich der Einflussfaktoren auf das Zusammenspiel zwischen Kraft und verschiedenen Aktivitätsformen, zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Ausdauer. Eine Steigerung der körperlichen Aktivität, in den betrachteten Studien vornehmlich in Form von Interventionen mit Krafttraining, zeigt bis ins hohe Alter positive Einflüsse auf die Krafftähigkeit. Die berichteten Effektstärken hängen auch hier stark von Dauer, Umfang und Intensität des Krafttrainings ab und variieren zwischen den Studien. Paterson und Warburton (2010) berichten eine Steigerung des Trainingserfolgs von 5,5% pro Intensitätsgruppe (vier Gruppen: <60% 1RM²; 60-69% 1RM; 70-79% 1RM; >80% 1RM).

Zwei umfassende Reviews von Forbes und Kollegen (2012) und Cadore et al. (2014) kommen zu dem Ergebnis, dass ein Mix aus ausdauer- und kraftorientierten Aktivitätsformen dem altersbedingten Muskel und Kraftverlust am effektivsten entgegenwirkt. Forbes et al. fassen ihr postuliertes Wirkungsgefüge in einem Modell zusammen, das den Einfluss von Nahrungsergänzungsmitteln, Kraft- und Ausdauertraining auf die Sarkopenie darstellt (vgl. Abbildung 3).

² 1RM: One repetition maximum, maximale Last, die in einer Wiederholung geleistet werden kann.

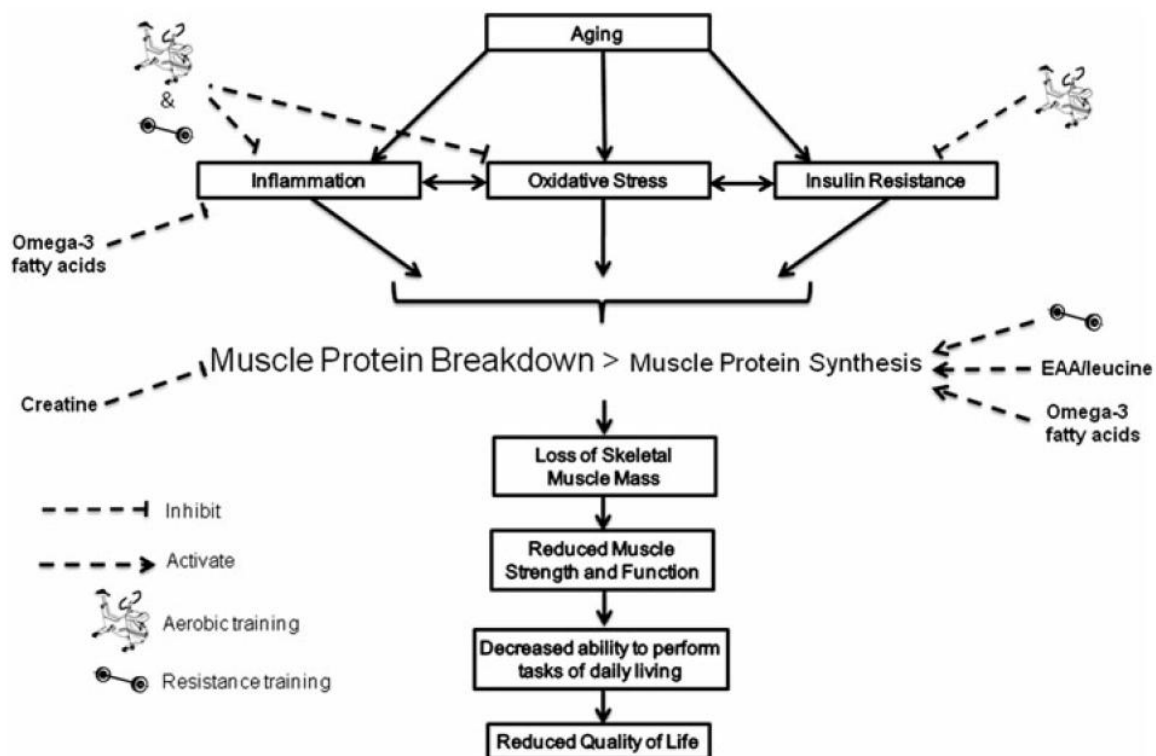


Abbildung 3: Einfluss von Ernährung, Ausdauer- und Krafttraining auf die Sarkopenie (Forbes et al., 2012).

Nach Forbes und Kollegen (2012) wirken sowohl ausdauer- als auch kraftorientierte Aktivitätsformen hemmend auf Entzündungsreaktionen und oxidativen Stress und fördern die Mitochondrienaktivität. Ausdauerorientierte Aktivitätsformen wie Walking oder Radfahren wirken außerdem hemmend auf die Bildung von Insulinresistenzen und Krafttraining führt zu einer erhöhten Muskelproteinsynthese (Hypertrophie). All dies führt zu einer Verlangsamung der Sarkopenie und zu einer höheren Muskelkraft.

Cadore et al. (2014) gehen in einer Metaanalyse auch auf die Effizienz verschiedener Aktivitätsformen ein. Aus Studien mit jüngeren Stichproben und Sportlern leiten sie ab, dass ein Mix aus Ausdauer- und Krafttrainingsformen zu einem Interferenzeffekt führen kann, der den Kraftzuwachs vermindert (vgl. z.B. Bell, Syrotuik, Socha, Maclean & Quinney, 1997). Dieser Effekt ist für ältere Personen laut Cadore et al. jedoch nicht sehr stark ausgeprägt, interessanterweise vor allem dann nicht, wenn nicht mehr als zwei Aktivitätseinheiten wöchentlich absolviert werden und kraftorientierte Aktivitätsformen zeitlich vor dem Ausdauertraining stattfinden. Sie fassen anhand der Ergebnisse von neun Studien zusammen, dass der simultane Benefit im Bereich Kraft und Herz-Kreislaufsystem eines gemischten Trainingsprogramms die Einbußen im Kraftzuwachs gegenüber eines kraftorientierten Programms rechtfertigt.

In welchem Maße bereits moderate Alltagsaktivität wie zu Fuß gehen oder lockeres Radfahren einen Einfluss auf die Krafftähigkeit im Erwachsenenalter besitzt, wird nur in wenigen Arbeiten diskutiert. Reviews über Aktivitätsinterventionen, die nicht speziell auf Kraft- oder Ausdauertraining abzielen, wie Ganzkörpertraining im Wasser (Bergamin et al., 2012) oder im Sitzen (Anthony et al., 2013), finden ebenfalls Effekte auf die Krafftähigkeit. Jedoch werden auch bei diesen Studien aktiv Interventionen mit speziellen Inhalten appliziert. Ein Review von Miller und Kollegen (2014) zur Effektivität von Videospiele mit körperlicher Aktivität (Exergames) zeigte keine signifikante Verbesserung der Kraft. Sie kommen zu dem Schluss, dass ein Mindestmaß an Intensität mit diesen Systemen nicht erreicht wird. Dieses Mindestmaß ist individuell jedoch stark unterschiedlich und hängt vom Trainingsniveau der Person ab, weshalb Aussagen zu Effekten von Alltagsaktivität aus diesen Studien nur schwer ableitbar sind. Erst bei Personenkollektiven im höheren Erwachsenenalter (65J+) rücken Studien zum Zusammenhang zwischen Alltagsaktivität und mLf wieder in den Vordergrund. In diesen Stichproben wird die mLf jedoch selten vor dem Hintergrund eines fähigkeitsorientierten Ansatzes operationalisiert. Stattdessen wird die mLf anhand von Alltagsaktivitäten (activities of daily living, ADL) unter dem Aspekt einer funktionellen Motorik oder Alltagsmotorik erfasst. Die Ergebnisse der Literaturrecherche auf diesem Gebiet werden im letzten Kapitel dieses Reviews diskutiert.

Zusammenhang zwischen Krafftähigkeit und körperlicher Aktivität

Aktive Personen besitzen eine höhere Krafftähigkeit als inaktive. Gezielte ausdauer- oder kraftorientierte Aktivitätsformen mit mittlerer oder hohen Intensität führen in allen Altersgruppen zu einer steigenden Kraftleistungsfähigkeit. Die Effektstärke ist von der Art der Aktivitätsformen, deren zeitlicher Anordnung, Häufigkeit pro Woche und Intensität abhängig. Bei Intensiven Aktivitätsinterventionen sind Steigerungen von bis zu 80 Prozent der Maximalkraft in 14 Wochen möglich (Cadore et al., 2014). Bei Personen im höheren Erwachsenenalter sind zwei Aktivitätseinheiten pro Woche mit gemischten Aktivitätsformen (kraft- vor ausdauerorientiert) empfehlenswert. Ein bedeutsamer positiver Einfluss von allgemeiner Alltagsaktivitäten mit niedriger Intensität auf die Kraft ist nicht nachgewiesen. Zusammenhänge zwischen einer hohen Alltagsaktivität und der funktionellen Motorik im hohen Erwachsenenalter legen jedoch nahe, dass Aktivitäten im niedrigen Intensitätsbereich zumindest den Rückgang der Krafftähigkeit im Alter verlangsamen.

Tabelle 5: Übersichtsarbeiten zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und Kraft im Erwachsenenalter

Autoren (nach Jahr)	Thema	Design	Aktivitätsform	Effekt
(Cadore et al., 2014)	Kraft und Ausdauertraining im Erwachsenenalter	Metaanalyse: 8 Interventionsstudien (RCT, CT & UT)	Krafttraining verschiedene Trainingsformen	-Kraft: (+ 65-80% 1RM Maximalkraft; 40-60% 1RM: Kraftausdauer) -In den ersten 6 Wochen entspricht der Effekt von 1-Satz Training dem von 3 Satz-Training, danach 3 Satz effektiver; 2-3 Einheiten höheren Effekt als 1 Einheit Hyperthrophie: (+)
(Gault & Willems, 2013)	Exzentrisches Training, Altern und funktionelle Motorik	Übersichtsarbeit: 14 Interventionsstudien, „older adults“	Exzentrisches Muskeltraining	-Kraft: (+)
(Bergamin et al., 2012)	Training im Wasser zur Steigerung der Fitness bei älteren Erwachsenen	Review: 9 Interventionsstudien (5 RCT, 1 CT & 3 UT), 60+ Jahre	Training im Wasser	-Kraft: (+ 7/8 Studien)
(Ferreira et al., 2012)	Training zur Verbesserung von Kraft, Gleichgewicht und Ausdauer bei Erwachsenen	Metaanalyse: 17 Interventionsstudien (RCT & quasi-RCT), (40-65 Jahre)	verschiedene Trainingsformen	-Kraft: (+ d= 0,54)
(Forbes et al., 2012)	Training und Nahrungsergänzungsmittel zur Prävention der Sarkopenie	Übersichtsarbeit: 49 Interventionsstudien und andere Übersichtsarbeiten	Krafttraining Schnellkrafttraining Ausdauertraining Schnellkrafttraining	-Kraft: (+) -Hypertrophie: (+) -Katabolische Zytokine: (-) -Schnellkraft, Typ 2-Fasern Rekrutierung: (+)

(Paterson & Warburton, 2010)	kSA und funktionelle Einschränkungen bei älteren Erwachsenen	Review: 35 Längsschnittstudien (N=83.740), 65-85 Jahre	Körperliche Aktivität „physical activity“	-Kraft: (+) -Handgrip: (+) (3 Studien)
		Review: 17 Interventionsstudien (RCT & non-RCT) 65-85 Jahre	Krafttraining	-Kraft: (+)
(Peterson, Rhea, Sen & Gordon, 2010)	Krafttraining und Muskelkraft bei älteren Erwachsenen	Review: 47 Interventionsstudien (RCT & non-RCT) 50+ Jahre	Ganzkörper Krafttraining (im Mittel 2,5 Einheiten pro Woche)	-Kraft: (+ 24% Bankdrücken bis 33% Beinstrecker) -5,5% höher pro Intensitätsgruppe (<60% 1Rm, 60-69% 1Rm, 70-79% 1Rm >80% 1Rm)
(Gu & Conn, 2008)	Meta Analyse zu Trainingsinterventionen und Alltagsmotorik bei älteren Erwachsenen	Metaanalyse: 19 RCT, 65y+	76,7% Kraft, 30% Ausdauer, 23,3% Gleichgewicht 13,3% Beweglichkeit und 16,7% funktionelle Trainingskomponente	-Kraft: (+ d=.27)
(Keysor & Jette, 2001)	Auswirkungen von Training im hohen Erwachsenenalter	Review: 31 Interventionsstudien (RCT und quasi-RCT)	„strengthening and aerobic exercise“	-Kraft: (+) (23/26 Studien)

Übersichtsarbeiten mit uneinheitlichen Ergebnissen oder keinen Effekten

(Miller et al., 2014)	Digitale Spiele zur Förderung der Aktivität und Auswirkungen auf die Alltagsfitness bei älteren Erwachsenen	Review: 14 Studien (RCT und case series mit und ohne Kontrollgruppe, 45y+)	„physical activity associated with virtual reality gaming“	-Kraft: (0) (1 Studie)
(Anthony et al., 2013)	Training im Sitzen im hohen Erwachsenenalter	Review: 3 Interventionsstudien (RCT & CT), 65+ Jahre	Training im Sitzen	-Kraft: (+ 2/3 Studien)

3.4.3 Körperliche Aktivität und koordinative Fähigkeiten

In einem Review zum Thema Trainingsinterventionen und Koordinationsleistung unter Dual-Task-Bedingungen finden Gobbo und Kollegen (2014) nur uneinheitliche Ergebnisse. Viele der auf diesem Gebiet publizierten Untersuchungen finden keine Verbesserung der Koordination bzw. der koordinativen Fähigkeiten nach einer Trainingsintervention, auch wenn diese explizit die Gleichgewichtsfähigkeit schult. Dies gilt sowohl für das dynamische und das statische Gleichgewicht unter Dual-Task-Bedingungen. Keysor und Jette (2001) finden in 5 von 8 Studien positive Effekte von Kraft- und Ausdauertraining auf die Koordinationsfähigkeit. Gu und Conn (2008) finden in einer Meta-Analyse über 19 randomisierte, kontrollierte Interventionsstudien mit Personen über 65 Jahren eine Steigerung der Koordinationsfähigkeit in Höhe von $d=0,27$ Standardabweichungen durch verschiedene Trainingsformen. Die betrachteten Interventionen dauerten im Mittel 45 Minuten, 3-5 Mal die Woche für 8 bis 96 Wochen. Ferreira und Kollegen (2012) analysierten 6 Studien zum Effekt von körperlicher Aktivität auf die Balance und fanden zusammenfassend einen mittleren Effekt der körperlichen Aktivität.

Der Forschungsstand zum Zusammenhang zwischen körperlichen Aktivitätsformen und den koordinativen Fähigkeiten ist weniger einheitlich als jener der Kraft-, oder Ausdauerleistungsfähigkeit. Ein Grund dafür ist sicherlich die Operationalisierung der koordinativen Fähigkeiten. Zur Erfassung dieser existieren weniger einheitliche Operationalisierungsvorschriften im Sinne von standardisierten Test-Items. Beziehungsweise es existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Testitems und -batterien. Außerdem ist die Koordination aus trainingswissenschaftlicher Sicht für den Leistungssport weniger interessant als die Kraft oder Ausdauer, was zu einer allgemeinschwächeren Studienlage führt. Studien zur Koordination finden sich vermehrt mit Probandenkollektiven im höheren Erwachsenenalter und im Zusammenhang mit der Lebensqualität und der funktionellen Motorik. Hier wird die Koordination meist in Form von Gleichgewichtstests (z.B. Einbeinstand) gemessen und die Metaanalyse von Gu und Conn fand nur schwache Effekte verschiedener Trainingsformen (2008). Keine der gefundenen Übersichtsarbeiten beschäftigte sich mit dem Einfluss von Alltagsaktivität auf die Koordination.

Zusammenhang zwischen koordinativen Fähigkeiten und körperlicher Aktivität

Der Forschungsstand zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Koordination ist weniger einheitlich als der zur Kraft oder Ausdauer. Die gefundenen Effekte von Aktivitätsinterventionen auf die Koordinationsfähigkeit bewegen sich im Bereich von mittleren, über schwache bis hin zu keinen gefundenen Effekten. Dies veranlasst die Autoren einiger Übersichtsarbeiten dazu, die Effekte von allgemeiner körperlicher Aktivität auf die Koordination als nicht evident zu erachten (Gobbo, Bergamin, Sieverdes, Ermolao & Zaccaria, 2014; Giné-Garriga et al., 2014). Nur wenn die koordinativen Fähigkeiten gezielt geschult werden, steigen die Effekte hin zu mittelgroßen Effektstärken von $d=0,5$ und höher (Ferreira et al., 2012). Das von vielen Autoren bemängelte Fehlen von qualitativ hochwertigen Studien zum Zusammenhang von Alltagsaktivität und Koordinationsfähigkeit (vgl. z.B. Gobbo et al., 2014) lässt die Frage offen, wie aktiv man im Alter sein sollte und vor allem welche Aktivitätsformen zu wählen sind, um die koordinativen Fähigkeiten auf einem ausreichenden Niveau zu halten.

Tabelle 6: Übersichtsarbeiten zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und Koordination im Erwachsenenalter

Autoren (nach Jahr)	Thema	Design	Aktivitätsform	Effekt
(Gobbo et al., 2014)	Einfluss von Training auf Gleichgewicht unter Dual-Task-Bedingungen	Review: 8 Interventionsstudien (RCT), >60 Jahre	Verschiedene Trainingsformen (Kraft, Gleichgewicht, Tai Chi)	-Gleichgewicht: (0)
(Miller et al., 2014)	Digitale Spiele zur Förderung der Aktivität und Auswirkungen auf die Alltagsfitness bei älteren Erwachsenen	Review: 14 Studien (RCT und case series mit und ohne Kontrollgruppe, 45+)	„physical activity associated with virtual reality gaming“	-Gleichgewichtsfähigkeit: (+) (3 Studien)
(Chou et al., 2012)	Effekt von Training auf physische Funktionen, ADL und Lebensqualität bei Erwachsenen im hohen Lebensalter	Metaanalyse: 3 Interventionsstudien (N=356), frailty older adults	verschiedene Trainingsformen	-Gleichgewicht: (+ 1,69 Berg Balance Score)
(Ferreira et al., 2012)	Training zur Verbesserung von Kraft, Gleichgewicht und Ausdauer bei Erwachsenen	Metaanalyse: 17 Interventionsstudien (RCT & quasi-RCT), (40-65 Jahre)	verschiedene Trainingsformen	-Gleichgewicht: (+ d= 0,52)
(Keysor & Jette, 2001)	Auswirkungen von Training im hohen Erwachsenenalter	Review: 31 Interventionsstudien (RCT und quasi-RCT)	„strengthening and aerobic exercise“	-Gleichgewicht: (+) (5/8 Studien)
(Gu & Conn, 2008)	Meta Analyse zu Trainingsinterventionen und Alltagsmotorik bei älteren Erwachsenen	Metaanalyse: 19 RCT, 65+	76,7% Kraft-, 30% Ausdauer-, 23,3% Gleichgewichts- 13,3% Beweglichkeits- u. 16,7% funktionelles Training	-Gleichgewicht: (+ d=.27)

Übersichtsarbeiten mit uneinheitlichen Ergebnissen oder keinen Effekten

(Giné-Garriga et al., 2014)	Trainingsinterventionen zur Verbesserung von physischen Funktionen im hohen Erwachsenenalter	Review: 19 Interventionsstudien (RCT, frail older adults 65+)	verschiedene Trainingsformen	-Gleichgewicht: (0)
(Gobbo et al., 2014)	Einfluss von Training auf Gleichgewicht unter Dual-Task-Bedingungen	Review: 8 Interventionsstudien (RCT), >60 Jahre	Verschiedene Trainingsformen (Kraft, Gleichgewicht, Tai Chi)	-Gleichgewicht: (0)

3.4.4 Körperliche Aktivität und Beweglichkeit

Nur wenige der in den letzten zehn Jahren veröffentlichten Reviews und Meta-Analysen zu Aktivität und Motorik befassen sich explizit mit dem Thema Beweglichkeit. Kook-Hee und Hyeoun-Aee (2013) finden in 16 randomisierten, kontrollierten Studien mit Walking-Intervention eine schwache Verbesserung der Beweglichkeit (sit and reach & stand and reach) mit einer Effektstärke von $d=0,29$. In einem Review von Bergamin und Kollegen (Bergamin et al., 2012) finden diese in etwa zwei Dritteln der begutachteten Untersuchungen positive Effekte von Aktivitätsinterventionen auf die Beweglichkeit. Keysor und Jette (2001) analysierten 31 qualitativ hochwertige Studien zu Aktivitätsinterventionen im höheren Erwachsenenalter und fanden ebenfalls in 63% der Studien positive Effekte auf die Beweglichkeit. Im Vergleich dazu fanden sie bei 70% positive Auswirkungen auf die Ausdauer und bei 88% auf die Kraft. Einige der von Keysor und Jette (2001) betrachteten Aktivitätsinterventionen, bezogen sich dabei jedoch explizit auf die Förderung der Beweglichkeit (Yoga und Stretching). Außerdem beschäftigte sich keine der betrachteten Metaanalysen mit Beobachtungsdaten (Quer- und Längsschnittstudien) zum Einfluss der Alltagsaktivität auf die Beweglichkeit. Inwiefern Alltagsaktivität und verschiedene Formen von sportlicher Aktivität ohne explizite Dehn- und Beweglichkeitsaspekte die Beweglichkeit erhöhen, bleibt damit unbeantwortet. Die Studienlage zeigt lediglich, dass dies durch gezieltes Training auch bis ins hohe Alter möglich ist, im Bereich von langfristig angelegten Beobachtungsstudien herrscht noch Forschungsbedarf.

Zusammenhang zwischen Beweglichkeit und körperlicher Aktivität

Der Forschungsstand zum Zusammenhang zwischen Aktivität und Beweglichkeit zeigt analog zu den anderen Fähigkeiten, dass die Beweglichkeit durch Aktivitätsinterventionen bis ins hohe Alter trainierbar ist. Die gefundenen Effektstärken sind jedoch vergleichsweise geringer und der durchschnittliche Trainingserfolg in Interventionsstudien ist im Bereich von geringen bis mittleren Effektstärken mit $d=0,27$ bis $d=0,52$ anzusiedeln. Dies ist teilweise darauf zurückzuführen, dass der Aspekt der Beweglichkeit in den verwendeten Aktivitätsinterventionen nur eine untergeordnete Rolle spielt und viele Aktivitätsformen zu keinen Anpassungseffekten im Bereich der Beweglichkeit führen. Inwiefern ein aktives Alltagsleben und Freizeitsport positive Effekte auf die Beweglichkeit besitzen, bleibt offen.

Tabelle 7: Übersichtsarbeiten zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und Beweglichkeit im Erwachsenenalter

Autoren (nach Jahr)	Thema	Design	Aktivitätsform	Effekt
(Kook-Hee & Hyeoun-Ae, 2013)	Meta Analyse zu Effekten von Walking auf Ausdauer und Beweglichkeit	Metaanalyse: 16 Interventionsstudien (RCT)	„walking exercise“	-Beweglichkeit, Sit/Stand and reach: (+ d=0,29)
(Bergamin et al., 2012)	Training im Wasser zur Steigerung der Fitness bei älteren Erwachsenen	Review: 9 Interventionsstudien (5 RCT, 1 CT & 3 UT), 60+ Jahre	Training im Wasser	-Beweglichkeit: (+) (4/6 Studien)
(Keysor & Jette, 2001)	Auswirkungen von Training im hohen Erwachsenenalter	Review: 31 Interventionsstudien (RCT und quasi-RCT)	„strengthening and aerobic exercise“	-Beweglichkeit: (+) (5/8 Studien)
Übersichtsarbeiten mit uneinheitlichen Ergebnissen oder keinen Effekten				
-				

3.4.5 Körperliche Aktivität und funktionelle Motorik

Bei Zielgruppen im hohen Erwachsenenalter greifen viele Studien und Interventionsprojekte auf eine möglichst alltagsnahe Operationalisierung der Motorik zurück. Ziel von Aktivitätsinterventionen im hohen Erwachsenenalter ist meist nicht explizit die Steigerung von beispielsweise der Kraft- oder Ausdauerleistungsfähigkeit, sondern das Steigern bzw. Aufrechterhalten von motorischen Grundfertigkeiten. Dabei werden motorische Testaufgaben eingesetzt, die explizit einfache alltagsrelevante Fertigkeiten prüfen. Diese alltagsrelevanten Fertigkeiten können unter dem Begriff „funktionelle Motorik“ (functional performance) zusammengefasst werden (vgl. z.B. Miller et al. 2013). Eine spezialisierte Form stellen dabei Tests oder Fragebögen, die grundlegende Alltagsaktivitäten (ADLs, activities of daily living) oder explizit funktionelle Einschränkungen (Paterson & Warburton, 2010) messen, dar. Auch das Erfassen von Stürzen oder des Mobilitätsradius kann als Hinweis einer mangelnden Alltagsmotorik zur Operationalisierung der funktionellen Motorik dienen.

Im Folgenden sind wichtige Übersichtsarbeiten dargestellt, die sich mit den Auswirkungen von körperlicher Aktivität und verschiedenen Trainingsformen auf die funktionelle Motorik mit deren unterschiedlichen Operationalisierungsarten beschäftigen.

Einzelne Querschnittstudien berichteten schon in den 1980er Jahren, dass hohe Aktivitätsraten das Risiko von Stürzen im Alter minimieren können (Tinetti, Speechley & Ginter, 1988; Greenspan, Myers, Maitland, Resnick & Hyes, 1994). Ein Review von Karlsson et al. (2008), das sich speziell mit dem Thema der Prävention von Stürzen durch körperliche Aktivität beschäftigt, zeigt schwache Effekte bis hin zu lediglich gefundenen Trends. Gleiches gilt für das Auftreten von Frakturen (Karlsson, Nordqvist & Karlsson, 2008). Paterson und Kollegen (2010) beklagen bei Querschnittstudien größtenteils methodische Mängel und uneinheitliche Ergebnisse.

Greift man auf das Wissen aus Reviews über Interventionsstudien zurück, so zeigt sich erwartungskonform ein allgemein positiver Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der funktionellen Motorik bzw. anderer alltagsrelevanter Parameter. In Abhängigkeit von Aktivitätsart und untersuchtem Parameter zeigen sich jedoch Unterschiede in der Höhe der Effekte.

Was das Auftreten von Stürzen betrifft, zeigt eine Übersichtsarbeit von Gault und Kollegen (2013) positive Effekte von exzentrischem Muskeltraining. Im mittleren Erwachsenenalter wird lediglich von sehr geringen Effekten von Aktivitätsprogrammen

auf das Sturzrisiko gesprochen (Karlsson et al., 2008), bei sehr alten Personen werden diese gänzlich angezweifelt (Mulrow et al., 1994). Ein Review über 23 Interventionsstudien mit verschiedenen Trainingsformen von Simek et al. (2012) zeigt keinen nachweisbaren Effekt auf die Anzahl der Stürze. Campbell et al. (1999) kommen in ihrer kontrollierten Interventionsstudie zu dem Ergebnis, dass positive Effekte einer Intervention zwei Jahre nach dieser nicht mehr nachzuweisen sind.

Bezüglich der Mobilität, bzw. dem Mobilitätsradius zeigt sich der Forschungsstand einheitlich. Die Mobilität lässt sich durch Aktivitätsinterventionen nachweislich steigern. Sowohl Muskeltraining (Gault & Willems, 2013), als auch Training im Sitzen (Anthony et al., 2013), mit digitalen Spielen (Miller et al., 2014) oder anderen gemischten Trainingsformen (Simek, McPhate & Haines, 2012; Keysor & Jette, 2001; Miller et al., 2013; Chou et al., 2012; Crocker et al., 2013) zeigen positive Effekte auf die Mobilität im hohen Erwachsenenalter. Eine Metaanalyse von de Vries und Kollegen (2012) über zehn randomisierte, kontrollierte Interventionsstudien zeigt eine Steigerung der Mobilität durch körperliche Aktivität mit einer Effektstärke von $d=0,18$ Standardabweichungen.

Reviews und Meta-Analysen die sich komplexer Testbatterien zur Erfassung der funktionellen Motorik bedienen konstatieren positive Effekte der körperlichen Aktivität von niedriger bis mittlerer Effektstärke (Gu & Conn, 2008; de Vries et al., 2012; Giné-Garriga et al., 2014). Eine Ausnahme bildet das Review von Paterson und Warburton (2010). Sie betrachteten 17 randomisierte, kontrollierte Studien mit einer Krafttrainingsintervention und kamen zu keinem evidenten positiven Effekt des Trainings auf funktionelle Einschränkungen und funktionelle Motorik.

Alle Übersichtsarbeiten zu Aktivitätsinterventionen und ADLs fanden positive Effekte der Aktivität (Gu & Conn, 2008; Paterson & Warburton, 2010; Chou et al., 2012; Crocker et al., 2013). Bei Gu und Conn waren die Effekte mit im Mittel $d=.05$ jedoch an der Grenze zur Bedeutsamkeit.

Ähnlich der Ausdauer scheint der Zusammenhang von Aktivität und funktioneller Motorik durch die Konstitution moderiert zu werden. Villareal und Kollegen (2011) untersuchten den Einfluss von einer Kalorienreduktion und einer Kalorienreduktion mit einer gleichzeitigen Trainingsintervention auf die funktionelle Motorik. Die reine Kalorienreduktion führte bereits zu einer Verbesserung der funktionellen Motorik um 12%, die kombinierte Intervention zu einer Verbesserung um 21%.

Zusammenhang zwischen funktioneller Motorik und körperlicher Aktivität

Da eine gute Alltagsmotorik im hohen Erwachsenenalter die Lebensqualität maßgeblich erhöht, ist der Forschungsstand auf dem Gebiet der Alltagsmotorik sehr differenziert. Während positive Effekte von Aktivitätsinterventionen zur Prävention von Stürzen und Frakturen umstritten sind (Keysor & Jette, 2001), zeigt der aktuelle Forschungsstand in den Bereichen allgemeine funktionelle Motorik, Mobilität, Ganggeschwindigkeit und ADLs positive Effekte von körperlicher Aktivität. Längsschnittstudien zeigen, dass sich durch ein hohes Niveau an Alltagsaktivität das Risiko im Alter unter funktionellen Einschränkungen zu leiden um bis zu 50 Prozent reduzieren lässt (Paterson & Warburton, 2010). Zu bemängeln ist dabei jedoch die Vielzahl an unterschiedlichen Testinstrumentarien zur Erfassung der funktionellen Motorik, die das Formulieren einheitlicher Effektstärken erschwert.

Tabelle 8: Übersichtsarbeiten zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und funktionelle Motorik im Erwachsenenalter

Autoren (nach Jahr)	Thema	Design	Aktivitätsform	Effekt
(Miller et al., 2014)	Digitale Spiele zur Förderung der Aktivität und Auswirkungen auf die Alltagsfitness bei älteren Erwachsenen	Review: 14 Studien (RCT und case series mit und ohne Kontrollgruppe, 45y+)	„physical activity associated with virtual reality gaming“	-Mobilitätsradius: (+) (1 Studie)
(Anthony et al., 2013)	Training im Sitzen im hohen Erwachsenenalter	Review: 3 Interventionsstudien (RCT & CT), 65+ Jahre	Training im Sitzen	-Mobilität (+ 3/3 Studien) -Ganggeschwindigkeit (+ 2/2 Studien) -Aufstehzeit (+ 1 Studie)
(Gault & Willems, 2013)	Exzentrisches Training, Altern und funktionelle Motorik	Übersichtsarbeit: 14 Interventionsstudien, „older adults“	Exzentrisches Muskeltraining	-Stürze: (+) -Mobilität: (+)
(Miller et al., 2013)	Training und Kalorienreduzierung bei übergewichtigen Erwachsenen	Review: 1 Interventionsstudie (RCT), >18 Jahre, BMI >30	„exercise training and energy restriction“	-Funktionelle Motorik: (+ 21%)
			„energy restriction“	-Funktionelle Motorik: (+ 12%)
(Crocker et al., 2013)	Rehabilitation und Alltagsaktivitäten im Pflegeheim	Metaanalyse: 13 Interventionsstudien (N=2379), mittleres Alter 84	verschiedene Trainingsformen	-ADL: (+ d=0,24)
(de Vries et al., 2012)	Effekte von Training auf Mobilität, physische Funktionen und Lebensqualität bei multimorbiden älteren Erwachsenen	Metaanalyse: 10 Interventionsstudien (RCT), 60-85 Jahre	verschiedene Trainingsformen	-Mobilität: (+ d=0,18; 6/10 Studien finden signifikante Effekte)

(Gu & Conn, 2008)	Metaanalyse zu Trainingsinterventionen und Alltagsmotorik bei älteren Erwachsenen	Metaanalyse: 19 RCT, 65y+	76,7% Kraft-, 30% Ausdauer-, 23,3% Gleichgewichts- 13,3% Beweglichkeits- und 16,7% funktionelles Training	-ADL ³ : (+ d=.05) -Funktionelle Motorik: (+ d=.37)
(Karlsson et al., 2008)	Training, Sturz- und Frakturprävention	Review: 4 Interventionsstudien (RCT)	Verschiedene Trainingsformen (Kraft, Gleichgewicht, Ausdauer)	-Stürze (+ geringe Effekte)
		11 Längsschnittstudien 7 Case-Control Studien	„Physical activity“	-Frakturen (Hüfte): (+ geringe Effekte) -Frakturen (Andere): (0)
(Dionne et al., 2003)	Aktivität, Kardiovaskuläre Fitness und Parameter der Gesundheit	Metaanalyse: Querschnittsstudien (18-90 Jahre)	Aktivität (Fragebogen)	-Funktionelle Motorik und Aktivität: r=.31-59, steigt mit Intensität, moderiert durch BMI

Übersichtsarbeiten mit uneinheitlichen Ergebnissen oder keinen Effekten

(Giné-Garriga et al., 2014)	Trainingsinterventionen zur Verbesserung von physischen Funktionen im hohen Erwachsenenalter	Review: 19 Interventionsstudien (RCT, frail older adults 65+)	verschiedene Trainingsformen	-Ganggeschwindigkeit: (+ 0,07 m/s) -funktionelle Motorik, short physical performance battery: (+) -ADL: (0)
-----------------------------	--	--	------------------------------	---

³ ADL: Activitys of daily living

(Chou et al., 2012)	Effekt von Training auf physische Funktionen, ADL und Lebensqualität bei Erwachsenen im hohen Lebensalter	Metaanalyse: 4 Interventionsstudien (N=459), frailty older adults	verschiedene Trainingsformen	-Gehgeschwindigkeit: (+ 0.07m/s)
		Metaanalyse: 3 Interventionsstudien, frailty older adults	verschiedene Trainingsformen	-ADLs, Fragebogen: (+)
		Metaanalyse: 3 Interventionsstudien (N=400), frailty older adults	verschiedene Trainingsformen	-Timed Up and Go test: (0)
(Simek et al., 2012)	Training zu Hause und Sturzprävention	Review: 23 Interventionsstudien (RCT), 80% "older adults"	Verschiedene Trainingsformen (Kraft, Gleichgewicht, Beweglichkeit, Tai Chi)	-Stürze: (0)
(Paterson & Warburton, 2010)	kSA und funktionelle Einschränkungen bei älteren Erwachsenen	Review: 35 Längsschnittstudien (N=83.740), 65-85 Jahre	Körperliche Aktivität „physical activity“	-Funktionelle Einschränkungen: (+ Risikoreduktion um 30-50%) ADL: (+)
		Review: Querschnittstudien 65-85 Jahre	Verschiedene Trainingsformen	-Methodische Mängel, Ergebnisse uneinheitlich
		Review: 14 Interventionsstudien (RCT & non-RCT) 65-85 Jahre	Ausdauertraining, im Mittel 3x pro Woche 30-45min	-Funktionelle Einschränkungen: (0)
		Review: 17 Interventionsstudien (RCT & non-RCT) 65-85 Jahre	Krafttraining	-Funktionelle Einschränkungen: (0) -Funktionelle Motorik: (0) (5/9 Studien positiver Effekt)
(Keysor & Jette, 2001)	Auswirkungen von Training im hohen Erwachsenenalter	Review: 31 Interventionsstudien (RCT und quasi-RCT)	„strengthening and aerobic exercise“	-Körperliche Einschränkungen (Disability) (0) (5/14 Studien)

3.4.6 Zusammenfassung: Körperliche Aktivität und Motorik

Im Zuge des Reviews wurden die Ergebnisse von 31 Übersichtsarbeiten (Reviews und Metaanalysen) über insgesamt 525 Studien zum Thema Aktivität und mLf im Erwachsenenalter zusammengefasst.

Der aktuelle Forschungsstand zeigt erwartungskonform, dass die mLf mit dem Alter abnimmt. Konsens herrscht auch darüber, dass das individuelle Niveau in allen Bereichen der Motorik durch gezielte Aktivitätsinterventionen gesteigert werden kann. Ein maximales Alter scheint es dabei nicht zu geben, die mLf kann bis in das hohe Erwachsenenalter gesteigert werden. Die Effektstärken von Aktivitätsinterventionen sind im Bereich der Kraft und Ausdauer am höchsten, gefolgt von der Koordination und der funktionellen Motorik. Auch die Beweglichkeit lässt sich durch gezielte Intervention steigern. Die berichteten Effekte sind dabei jedoch etwas niedriger als bei den anderen Fähigkeiten. Inwiefern dieser Umstand auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass viele Aktivitäten (z.B. Walking-Interventionen) nicht explizit die Beweglichkeit fördern, oder die Beweglichkeit tatsächlich eine geringere Trainierbarkeit aufweist, bleibt offen.

Neben dem Konsens über die prinzipiell positiven Effekte von Aktivität auf die mLf ist auffallend, dass trotz jahrelanger Forschung im Bereich der Trainingswissenschaft immer wieder Interventionsstudien veröffentlicht werden, bei denen ein signifikanter Trainingserfolg ausbleibt. Es besteht keine Einigkeit über optimale Trainingsumfänge, Trainingsfrequenz, Intensität oder Trainingsart. Dieser Umstand resultiert laut einer Vielzahl der Autoren der betrachteten Übersichtsarbeiten auf der einen Seite aus der Verwendung uneinheitlicher Methoden zur Evaluierung der Trainingserfolge, auf der anderen Seite aus suboptimal gestalteten Interventionen (Disput über Umfang, Frequenz, Intensität und Art der Aktivität) oder geringen Stichprobengrößen der Evaluationsstudien.

Die Ergebnisse dieses Reviews machen deutlich, dass die Qualität der Aktivität, bzw. Aktivitätsintervention wichtig ist. Eine individuell optimierte Ausprägung von Aktivitätsart, Umfang, Dauer und Intensität ist entscheidend für einen ganzheitlichen Erfolg. Vor allem Studien zur Krafftähigkeit zeigen, dass in Abhängigkeit der Interventions-, bzw. Aktivitätsform Effekte zwischen keinen messbaren Kraftzuwächsen (Miller et al., 2014) bis hin zu einer Steigerung von 80% der Maximalkraft (Cadore et al., 2014) möglich sind.

Dass eine Erhöhung des Aktivitätsniveaus im Sinne einer planmäßigen Veränderung des Aktivitätsverhaltens kurz- und mittelfristige Auswirkungen auf die mLf hat, ist gesichert. Gleichmaßen spannend und alltagsrelevant ist jedoch die Frage nach Auswirkungen längerfristig konstanter körperlicher Aktivität bzw. Inaktivität. Hier ist der Forschungsstand weniger umfassend. Beispielsweise stellt sich die Frage, mit welchem Umfang und Intensität Aktivität zu empfehlen ist, wenn man vor hat, sie nicht wie in vielen Interventionsstudien sechs bis 52 Wochen, sondern 50 bis 60 Jahre aufrecht zu erhalten. Und zwar ohne dabei aufgrund der Summe an Verschleißerscheinungen und Verletzungen im hohen Erwachsenenalter stärkere Einbußen in der mLf in Kauf zu nehmen als durchgängig Inaktive. Hier können nur langfristig angelegte-Längsschnittstudien oder breite retrospektive Kohortenstudien Aufschluss geben.

Hinsichtlich der Auswirkungen von längerfristig betriebener Alltagsaktivität wird der Forschungsstand von Studien zu funktionellen Einschränkungen bei Personen im höheren Erwachsenenalter (65 Jahre und höher) dominiert. Paterson und Warburton fassen in einem Review den Forschungsstand aus Längsschnittstudien über den Zusammenhang zwischen dem Ausmaß an Alltagsaktivität und den im höheren Erwachsenenalter auftretenden körperlichen Einschränkungen zusammen (2010). Sie kommen zu dem Ergebnis, dass durch ein hohes Ausmaß an Alltagsaktivität eine Risikoreduktion hinsichtlich dem Auftreten von funktionellen Einschränkungen von bis zu 50 Prozent möglich ist. Sie bemängeln jedoch gleichzeitig die Qualität der eingesetzten Methoden zur Aktivitätserfassung in den betrachteten Studien. Die Ergebnisse aus Querschnittstudien und retrospektiven Studien fassen sie als nicht eindeutig mit einer Tendenz zu positiven Effekten der körperlichen Aktivität zusammen.

Die Frage, inwiefern ein allgemein aktiver Lebensstil und gewöhnlicher Freizeitsport in all seinen Facetten positive Auswirkungen auf die einzelnen Bereiche der mLf besitzen, lässt sich anhand der Studienlage nicht zufriedenstellend beantworten. Um verlässliche Ergebnisse aus beobachtenden Querschnittstudien zu ziehen, muss eine große Zahl an Personen untersucht werden, was mit der mLf als Gegenstandsbereich sehr aufwendig ist. Außerdem werden Quer- und Längsschnittstudien gegenüber experimentellen Designs als methodisch schwächer eingestuft und zu erwartende Effekte sind geringer, was möglicherweise Forscher und Institutionen davor abschreckt, diese zu beantragen und durchzuführen. Nichtsdestotrotz ist das Wissen um diese Alltagseffekte, fernab von Laborbedingungen und genormter Interventionen von großer Relevanz, beispielsweise bei der Formulierung von allgemeinen Aktivi-

tätsempfehlungen. Die Notwendigkeit langer Laufzeiten und die damit notwendige Stichprobenpflege machen solche Studien jedoch teuer und aufwendig. Beim im Zuge dieser Arbeit analysierten Projekt Gesundheit zum Mitmachen handelt es sich um eine solche Längsschnittstudie. Die im empirischen Teil dieser Arbeit vorgestellten Daten sollen einen Beitrag liefern, die Forschungslücke im Bereich von langfristig angelegten Längsschnittstudien zu schließen.

4 Modellvorstellungen zur mLf und Gesundheit

Die Literatur birgt eine Vielzahl an unterschiedlichen theoretischen Modellen, die das Auftreten von Gesundheit oder Krankheiten und die Ausprägung der Fitness bzw. mLf vorhersagen und erklären. Die Bandbreite der Modelle reicht von komplizierten Risikofaktorenmodellen zur Vorhersage einzelner Krankheiten bis hin zu ganzheitlichen Modellen zum Zusammenspiel verschiedener Konstrukte und Einflussfaktoren. Im Folgenden werden ausgewählte Modelle vor dem Hintergrund der Relevanz der körperlichen Aktivität als Einflussfaktor vorgestellt und diskutiert. Es zeigt sich dabei, dass die körperliche Aktivität in den letzten Jahrzehnten von einem relativ unbedeutenden Faktor in Risikofaktorenmodellen zu einem zentralen Konstrukt in ganzheitlichen Gesundheitsmodellen avancierte.

Die ältesten systematisch empirisch belegten Modelle zur Vorhersage von Gesundheit stellen die sogenannten Risikofaktorenmodelle dar. Ziel der Risikofaktorenmodelle ist es, die Gesundheit in Form des Ausbleibens von bestimmten Krankheiten vorherzusagen. Auch wenn diese Modelle weder Gesundheit noch Krankheit aus einer ganzheitlichen Perspektive beschreiben, liefern sie noch heute wichtige Erkenntnisse im Bereich der Grundlagenforschung über das Auftreten bestimmter Krankheiten und Beschwerden. Sie stehen damit nicht in direkter Konkurrenz zu umfassenderen Modellen der Gesundheit. Ein Beispiel für ein frühes Risikofaktorenmodell in der Epidemiologie, das bereits die körperliche Aktivität in Betracht zieht, ist das Modell zur Vorhersage von koronaren Ereignissen nach Schaefer und Blohmke (1978, vgl. Abbildung 4). In diesem geht die Aktivität in Form eines Konstrukts „Bewegung“ in das Modell ein. Die Bewegung wird vom Verhalten beeinflusst und reduziert den Blutzucker sowie das Blutfett. In dieser frühen Darstellungsform wird die Tragweite von körperlicher Aktivität noch unterschätzt, was sicherlich auf die damals mangelnde Studienlage zu den protektiven Wirkungen körperlicher Aktivität zurückzuführen ist.

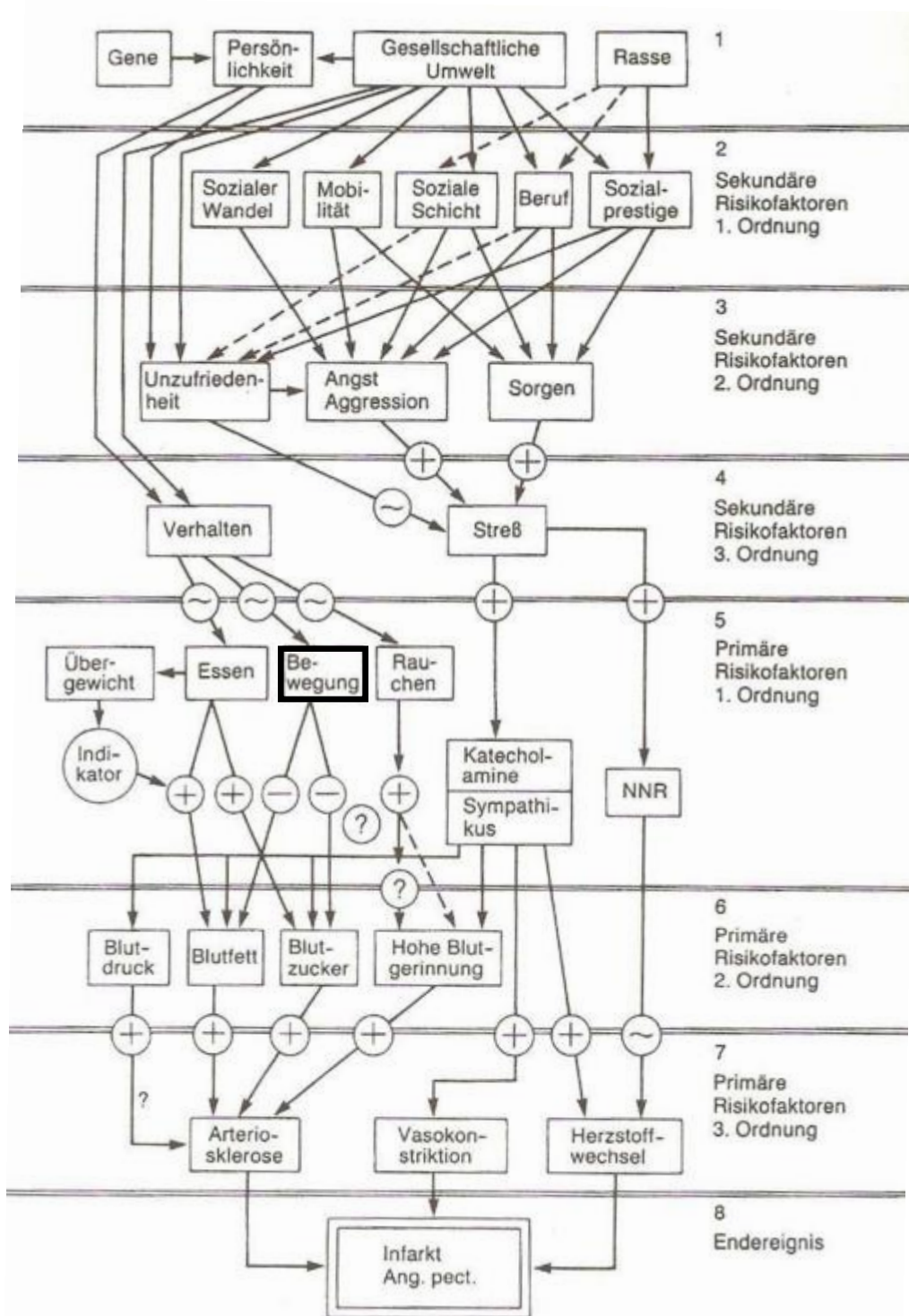


Abbildung 4: Risikofaktorenmodell mod. nach Schaefer und Blohmke (1978, S. 182)

Im Zuge der Institutionalisierung der Sportwissenschaft hin zu einem wichtigen Forschungszweig an vielen Universitäten und Hochschulen in den 1980er-Jahren stieg auch die Anzahl an Veröffentlichungen zum Einfluss von körperlicher Aktivität bzw. Sport auf Gesundheit und Fitness. Die körperliche Aktivität entwickelte sich dabei zu einem bedeutenden Faktor zur Vorhersage der Fitness, verschiedener Krankheitsbilder und speziell von Übergewicht und Adipositas. In einem aktuellen Review zum

Einfluss von körperlicher Aktivität auf die körperliche Leistungsfähigkeit im hohen Erwachsenenalter veröffentlichten Buford und Kollegen (2014) das in Abbildung 5 dargestellte Modell. Sie kommen zu dem Schluss, dass positive Effekte von körperlicher Aktivität als weitestgehend gesichert gelten. Sowohl Interventionsstudien (vgl. z.B. Berk, Hubert & Fries, 2006), als auch Längsschnittstudien (vgl. z.B. The LIFE Study Investigators, 2006) belegen dies für verschiedene Parameter der körperlichen Leistungsfähigkeit. Die körperliche Aktivität nimmt dadurch eine zentrale Rolle im Modell ein und wirkt protektiv gegen Muskelschwund und funktionelle Einschränkungen. In ihrem Review bemerken Buford und Kollegen allerdings auch, dass Effekte nicht bei allen Menschen auftreten (Kohrt, Malley, Coggan A.R. & et al, 1991) und dass die mittleren Effektstärken zwischen den Studien schwanken. Sie deuten dies analog zu einer Übersichtsarbeit von Keysor und Brems (2011) als Hinweis darauf, dass körperliche Aktivität eine notwendige, jedoch keine hinreichende Bedingung für körperliche Leistungsfähigkeit im Alter darstellt.

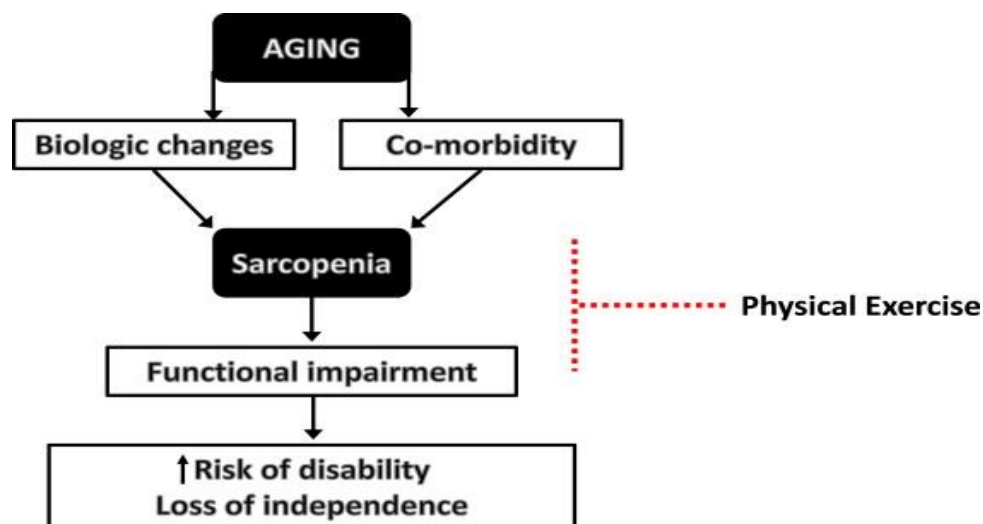


Abbildung 5: Einfluss der Aktivität auf den Verlust der körperlichen Leistungsfähigkeit (Buford, Anton, Clark, Higgins & Cooke, 2014)

In einem anderen aktuellen Review kommen Vincent, Raiser und Vincent (2012) zu dem Ergebnis, dass der mit der Sarkopenie und der Gewichtszunahme im Alter einhergehende Rückgang der körperlichen Leistungsfähigkeit und Mobilität sowie die dadurch resultierende Morbidität durch das Zusammenspiel von körperlichen Aktivität und einer verminderten Kalorienaufnahme (Diät) positiv beeinflusst werden kann. Sie argumentieren dabei auf Grundlage von Ergebnissen verschiedener Grundlagenstudien über die durch den Alternsprozess bedingten physiologischen Veränderungen im Körper (vgl. Abbildung 6).

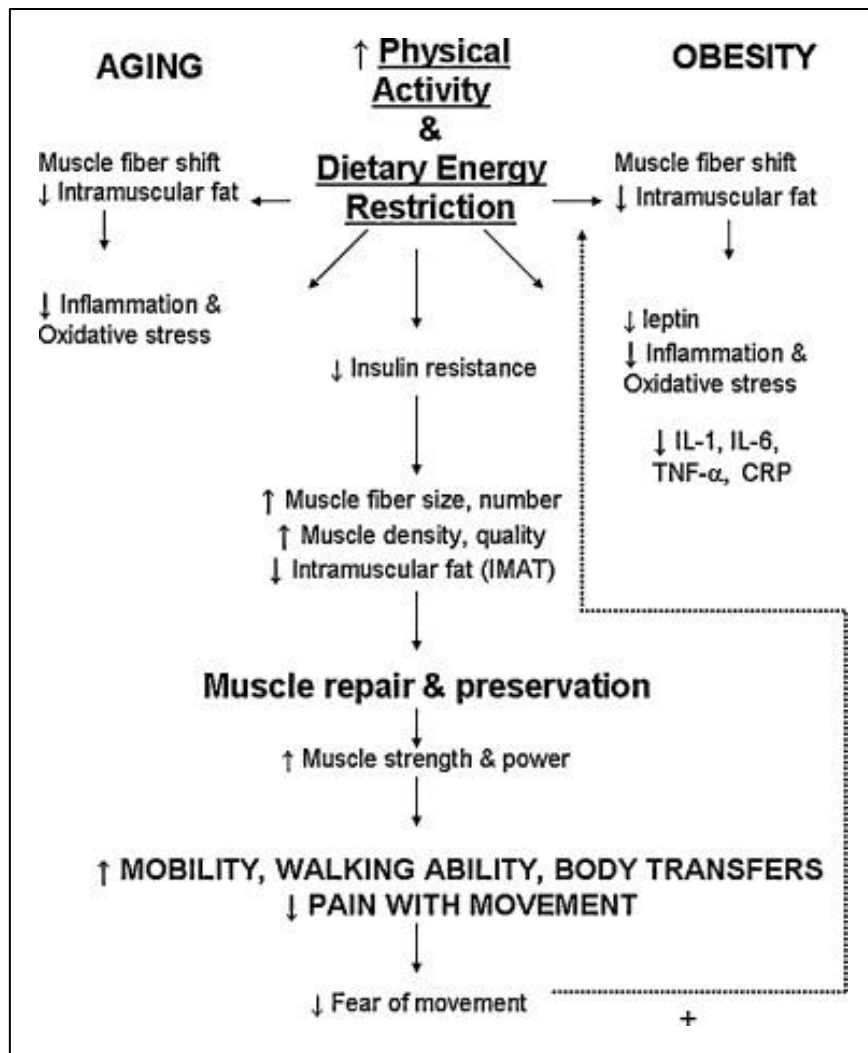


Abbildung 6: Einfluss der körperlichen Aktivität und Ernährung auf die Gesundheit im Altersprozess (Vincent, Raiser & Vincent, 2012)

Neben ihrer Rolle in differenzierten Modellen zur Vorhersage von bestimmten Ereignissen bzw. Krankheiten konnte die körperliche Aktivität ihren Stellenwert auch in ganzheitlichen Gesundheitsmodellen kontinuierlich steigern. Als Geburtsstunde dieser Gesundheitsmodelle werden von vielen Autoren die Arbeiten von Aaron Antonovsky gesehen. Mit Antonovskys Veröffentlichungen vollzog sich in den späten 70er und 80er Jahren des 20. Jahrhunderts ein Paradigmenwechsel, weg von der Vorhersage von Krankheiten und hin zu Ansätzen, die den Erhalt der Gesundheit erklären und vorhersagen (Antonovsky, 1979; Antonovsky, 1987). Dabei wird die Gesundheit nicht als eindimensionales, dichotomes Ereignis betrachtet, sondern als Kontinuum, auf dem sich der Mensch zu jedem Lebenszeitpunkt einordnen lässt (vgl. Abbildung 7).

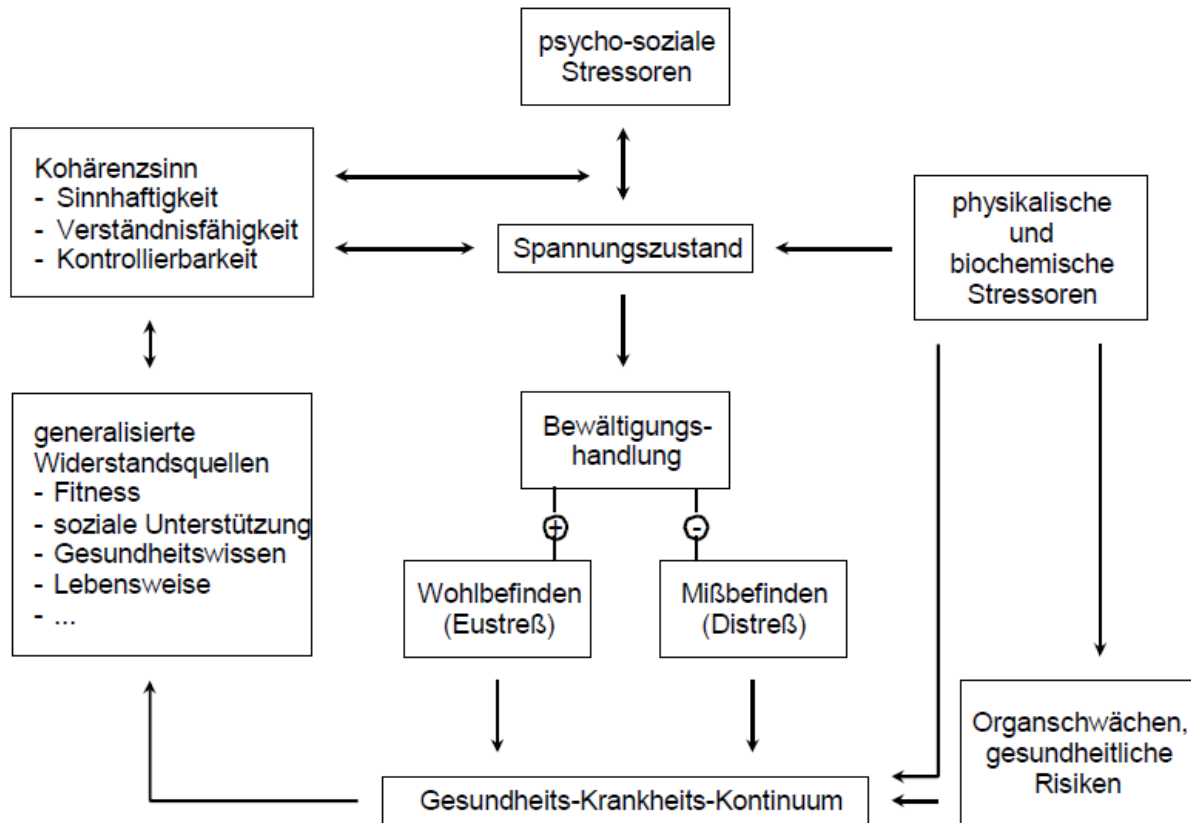


Abbildung 7: Vereinfachtes Salutogenesemodell (nach Antonovsky, 1997, S. 36)

Als ein eher psychologisch orientiertes Modell findet im Salutogenesemodell die körperliche Aktivität noch nicht die Beachtung, die sie in aktuellen Gesundheitsmodellen erfährt. In Form von generalisierten Widerstandsquellen wie der Lebensweise und der Fitness lässt sie sich aber durchaus erahnen. Kritik erfuhr das Salutogenesemodell vor allem aufgrund der Tatsache, dass es bis dato nicht gelang, die zentrale Bedeutung des Kohärenzsinns mit empirischen Daten zu replizieren. Eine im deutschsprachigen Raum verbreitete Variante des Modells bildet das Anforderungs-Ressourcen-Modell nach Becker und Kollegen (2004, vgl. Abbildung 8). Das Modell reduziert die Einflussfaktoren der Gesundheit auf die Überbegriffe „Anforderungen“ und „Ressourcen“, differenziert diese jedoch noch nicht weiter aus.

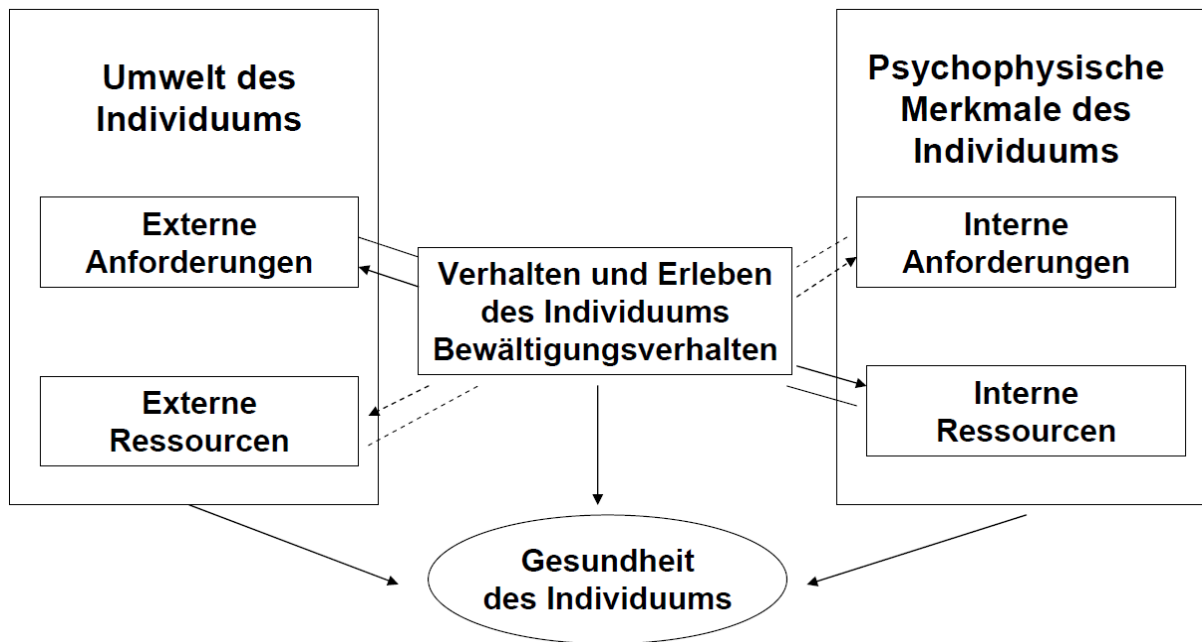


Abbildung 8: Anforderungs-Ressourcen-Modell (nach Becker, Schulz & Schlotz, 2004).

Woll (1996) nutzte eine frühere Version dieser Modellvorstellung und differenzierte, auch unter Berücksichtigung des Salutogenesemodells, verschiedene Anforderungen und Ressourcen in einem eigenen Modell (vgl. Abbildung 9).

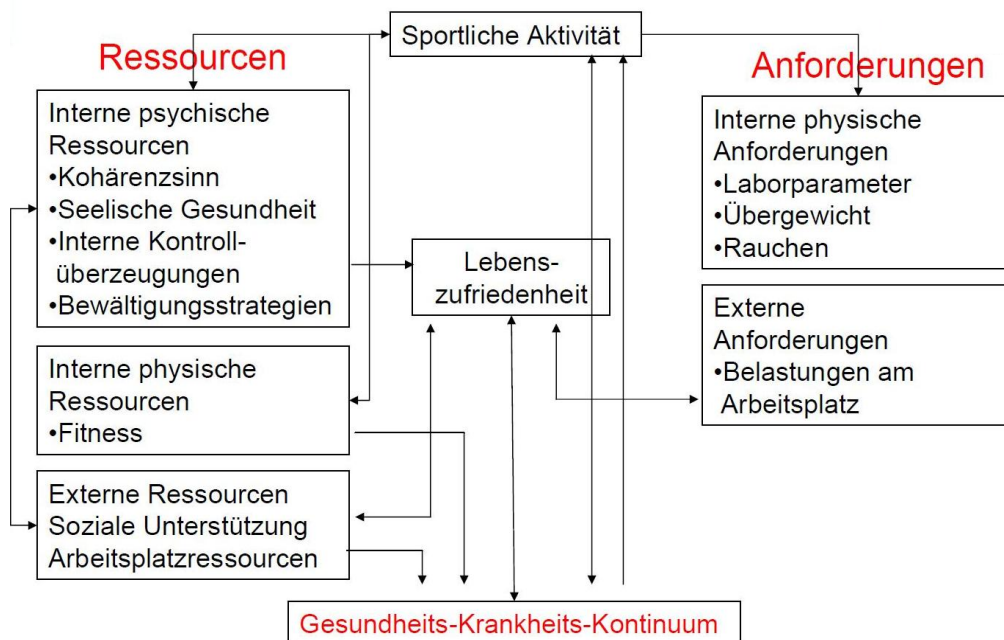


Abbildung 9: Modifiziertes Anforderungs-Ressourcen-Modell (Woll, 1996, S. 319)

Dieses modifizierte Anforderungs-Ressourcen-Modell beinhaltet die sportliche Aktivität als zentrale Größe und postuliert diverse Zusammenhänge zu Anforderungen, Ressourcen, aber auch direkt zum Gesundheits-Krankheits-Kontinuum.

Das in der aktuellen internationalen Literatur am weitesten verbreitete Gesundheitsmodell, ist das Modell von Bouchard, Blair und Haskell (vgl. Abbildung 10).

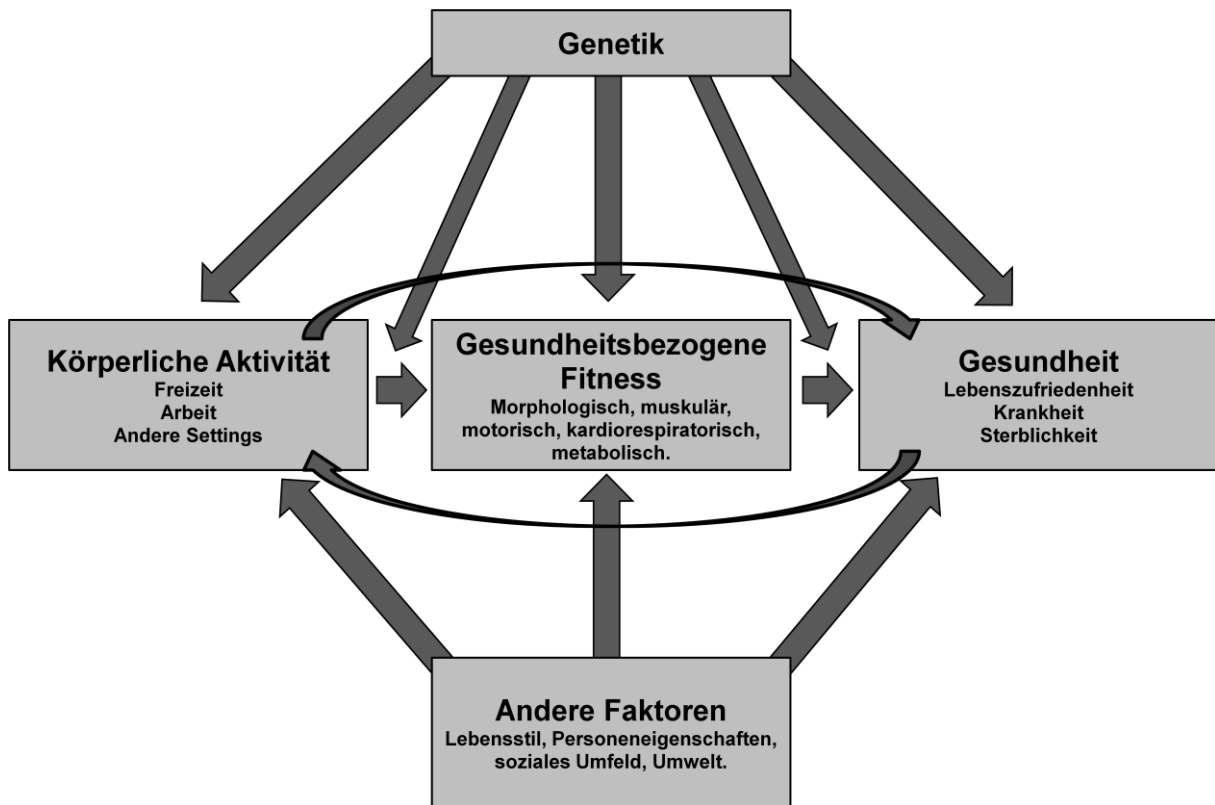


Abbildung 10: Gesundheitsmodell nach Bouchard, Blair und Haskell (mod. u. übersetzt nach Bouchard, Blair und Haskell, 2007)

In diesem Modell stehen körperliche Aktivität, Gesundheit und gesundheitsbezogene Fitness als zentrale Größen im Zusammenhang, wobei die Einflüsse teilweise bidirektional sind. Der Tatsache, dass diese drei Konstrukte nicht ausreichen, um sich gegenseitig vollständig zu erklären, wird mit dem Hinzufügen eines vierten und fünften Konstrukts, den anderen Faktoren und der Genetik, Rechnung getragen. Die anderen Faktoren beinhalten dabei die nur schwer zu operationalisierenden Merkmale Umwelt, Personeneigenschaften bzw. Persönlichkeitsmerkmale, soziales Umfeld und den Lebensstil. Das Modell nach Bouchard, Blair und Haskell ist nicht nur das aktuell verbreitetste Gesundheitsmodell, sondern auch ein Modell, welches den Stellenwert der körperlichen Aktivität mit am stärksten hervorhebt. Es wurde als grundlegende Modellvorstellung der vorliegenden Arbeit gewählt, deren Ziele und Fragestellungen sich größtenteils aus noch offenen Forschungslücken innerhalb dieser Modellvorstellung ergeben. Trotz des Wissens um die Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Fitness bzw. Gesundheit und trotz einer Vielzahl an vorhandener Studien besteht kein Konsens über die Details des von Bouchard, Blair und Haskell postu-

lierten Wirkungsgefüges. Ursache sind vor allem uneinheitliche Erfassungsmethoden der verschiedenen Studien und in hohem Maße auch die Komplexität der Konstrukte an sich. Nur wenige Langzeitstudien liefern gleichzeitig Daten zur körperlichen Aktivität, mLf und Gesundheit und erlauben eine adäquate Operationalisierung und Überprüfung der einzelnen Pfade des Modells. Bei der Bad Schönborn Studie handelt es sich um eine solche. Mit den erhobenen Daten lässt sich die Mehrheit der Konstrukte des Modells abbilden. Abbildung 11 zeigt die gewählte Operationalisierung des Modells anhand der Daten der Bad Schönborn Studie.

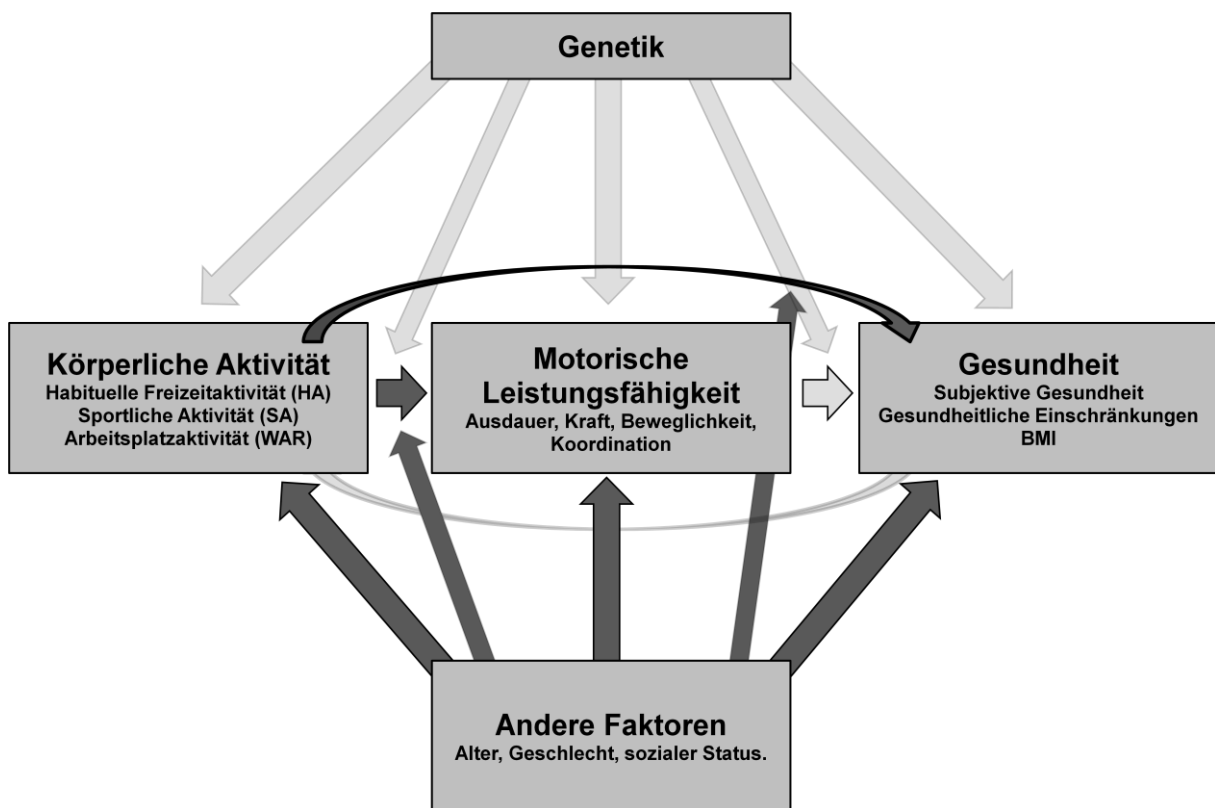


Abbildung 11: Operationalisierung der zu analysierenden Pfade des Modells von Bouchard, Blair und Haskell (2007) anhand der vorliegenden Daten.

Die mit dunklen Pfeilen gekennzeichneten Zusammenhänge werden im Zuge der Analysen dieser Arbeit betrachtet. Die Genetik wurde nicht operationalisiert und zwei Pfeile auf die Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Gesundheit sowie körperlicher Aktivität und mLf symbolisieren die untersuchten Interaktionen. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass die vorliegende Arbeit nicht den Anspruch erhebt, dieses Modell ganzheitlich zu überprüfen. Ziel ist es vielmehr, eine Überprüfung vorzubereiten, indem die im Modell postulierten Wechselwirkungen zwischen körperlicher Aktivität und Fitness bzw. Gesundheit separiert analysiert werden. Dabei soll auch aufgezeigt werden, warum verschiedene Studien immer wieder zu unterschiedlichen

Ergebnissen hinsichtlich der postulierten Zusammenhänge kommen und wie die einzelnen Konstrukte operationalisiert werden können, um Fehler bei der Überprüfung zu vermeiden. Als Überbegriffe der in Beziehung stehenden Konstrukte wurden „Körperliche Aktivität“, „Gesundheit“ und „andere Faktoren“ übernommen. An Stelle der „Gesundheitsbezogenen Fitness“ rückt der Begriff „Motorische Leistungsfähigkeit“, da dieser die vorhandenen Daten besser beschreibt. Die Operationalisierung der mLf wurde im Projekt Gesundheit zum Mitmachen jedoch durchaus vor einem gesundheitsbezogenen Hintergrund festgelegt, was eine Abbildung des Konstrukts der gesundheitsbezogenen Fitness legitimiert. Weitere theoretische Überlegungen zu der Operationalisierung werden im Folgenden dargestellt.

Motorische Leistungsfähigkeit

Vor dem Hintergrund des fähigkeitsorientierten Ansatzes nach Bös werden die Bereiche Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit und Koordination unterschieden, die alle im Zuge des Projekts Gesundheit zum Mitmachen durch verschiedene sportmotorische Tests erfasst werden. Wie im Theorieteil dieser Arbeit bereits erwähnt, wird die Schnelligkeit nicht betrachtet, da sie als gesundheitlich nur marginal relevant (Tittlbach, 2002, S.46) und weitestgehend kraftabhängig (Schmidtbleicher, 1994) gilt. Diese Operationalisierung der motorischen Leistungsfähigkeit deckt damit auf den ersten Blick nicht das gesamte Spektrum des von Bouchard, Blair und Haskell als „gesundheitsbezogene Fitness“ bezeichnete Konstrukt ab. Aufgrund der Tatsache, dass die zur Abbildung der einzelnen motorischen Fähigkeiten verwendeten Testaufgaben jedoch vor einem gesundheitlichen, funktionellen Hintergrund ausgewählt wurden, eignen sich die Daten durchaus zur Operationalisierung einer gesundheitsbezogenen Fitness. Der morphologische Aspekt wurde in Form des BMIs formal zum Konstrukt Gesundheit hinzugefügt, wird jedoch ebenfalls separat betrachtet.

Gesundheit

Zur Operationalisierung wurden drei Gesundheitsparameter ausgewählt, die die Gesundheit einer Person möglichst differenziert erfassen sollen: eine objektive Arzteinschätzung zu körperlichen Einschränkungen, die subjektive Gesundheit und der BMI als gesundheitsrelevantes Konstitutionsmerkmal.

Aktivität

Die körperliche Aktivität wurde in Form eines ausführlichen Fragebogens erfasst. Was die Erhebungsmethode der Aktivität betrifft, stehen sich bei empirischen Studien

objektive und subjektive Methoden gegenüber. Blair und Haskell fassen den Disput in einem lesenswerten Reviewerkommentar aus dem Jahr 2006 zusammen und kommen zu dem Schluss, dass alle Methoden ihre Nachteile besitzen und sich keine klar überlegende Methode abzeichnet (vgl. Blair und Haskell, 2006). Hintergrund der Diskussion ist die häufig replizierte Tatsache, dass objektiv erhobene Fitnessdaten höher mit Parametern der objektiv erhobenen Gesundheit korrelieren als subjektive Daten zur Aktivität. In einer aufwendig angelegten Längsschnittstudie mit der doubly-labeled-water Methode konnten Manini und Kollegen (2006) zeigen, dass die objektiv erfasste Aktivität ähnlich stark mit Gesundheitsdaten korreliert wie die objektiv erfasste mLf. Die parallel durch Fragebögen erfasste Aktivität zeigte dabei nur geringe, bzw. nicht signifikante Zusammenhänge zum Mortalitätsrisiko und wich von der objektiv erfassten Aktivität teilweise stark ab. Blair und Haskell führen diesen Umstand jedoch nicht direkt auf die Vorteile der objektiven Erfassung zurück, sondern geben zu bedenken, dass Teilnehmer in den Wochen der objektiven Aktivitätserfassung ihre Aktivität möglicherweise steigerten, da dies das gesellschaftlich erwünschte Verhalten darstellt. Bei diesen objektiven Erfassungsmethoden wissen die Probanden, dass sie beobachtet werden und es kommt zu sogenannten Beobachtungseffekten. Die objektive Aktivitätserfassung stößt damit an ein Grundproblem der Sportwissenschaft, das Heuer bereits in den 1980er-Jahren metaphorisch als Problem zwischen Sportplatz und Elfenbeinturm beschrieb (Heuer, 1988). Personen verhalten sich unter Labor- bzw. bewussten Beobachtungsbedingungen nicht natürlich. Um Informationen über das natürliche Verhalten zu erhalten, muss entweder verdeckt beobachtet oder retrospektiv befragt werden. Die Fragebogenmethode ist für die Aktivitätsforschung damit weiterhin unersetzlich, wobei es zu beachten gilt, dass noch kein Goldstandard bezüglich eines optimalen Instruments gefunden wurde und viele Fragebögen und Interviewleitfäden erhebliche methodische Mängel aufweisen.

Neben der grundlegenden Erfassungsmethode kritisieren Autoren von Übersichtsarbeiten zum Zusammenhang von Aktivität, Gesundheit und Fitness immer wieder den Umstand, dass zwar die Parameter der Gesundheit und mLf ausdifferenziert werden, die Aktivität aber weitestgehend als eindimensionales Konstrukt in die Modelle eingeht (Oja, 2001). So bemängeln sie beispielsweise, dass die bei Interventionsstudien applizierte körperliche Aktivität aufgrund von Unterschieden in den Faktoren Art, Dauer, Umfang und Intensität zwischen zwei beliebigen Studien quasi nicht vergleichbar ist. Dies führt in Übersichtsarbeiten eine Ausdifferenzierung der körperli-

chen Aktivität in die Einzelaspekte Art, Dauer und Intensität ad absurdum, da sich diese Parameter gegenseitig beeinflussen und zwischen Studien immer mehrere gleichzeitig variiert werden. Eine leichter zu vergleichende Variante der Differenzierung von körperlicher Aktivität stellt die Unterscheidung von verschiedenen Aktivitätsformen in unterschiedlichen Settings bzw. Aktivitätsarten dar (z.B. Arbeitsplatzaktivität, Vereinssportaktivität, Freizeitaktivität). Nachteil dieser Differenzierung ist, dass eine solche Unterscheidung von Settings die Analyse der Effekte unter Laborbedingungen kaum möglich macht. Beispielsweise kann reale Arbeitsplatzaktivität nur schwer simuliert werden. Kontrollierte experimentelle Studien zur Bestimmung der Effekte dieser einzelnen Aktivitätsarten mit höchster Evidenzstufe sind nicht möglich. Notwendig sind hier methodisch hochwertige, langfristig angelegte, beobachtende Längsschnittstudien, an denen es aktuell noch mangelt. Um diese Forschungslücke zu schließen, wird im Zuge der folgenden Analysen die körperliche Aktivität in die Aktivitätsarten sportliche Aktivität (SA), habituelle Aktivität (HA) und Arbeitsplatzaktivität (WRA) ausdifferenziert. Es besteht die Annahme, dass diese Aktivitätsformen teils unterschiedliche, bzw. unterschiedlich starke Auswirkungen auf die mLf und Gesundheit besitzen, auch aufgrund der unterschiedlichen Intentionen und Begleitscheinungen. Die Daten einer eigenen Studie zum Zusammenhang der verschiedenen Aktivitätsarten und Übergewicht bei Studierenden bestätigen dies (Schmidt, Krell, Bös & Stahn, 2014).

Andere Faktoren

Als weitere Einflussgrößen, bzw. personenspezifische Merkmale werden das Alter, das Geschlecht und der soziale Status betrachtet. Der soziale Status kann dabei sowohl als Persönlichkeitsmerkmal, als auch als Umweltfaktor angesehen werden. Weitere Umweltfaktoren werden nicht berücksichtigt, auch weil die analysierten Daten von Personen der gleichen Kommune entstammen. Die genetische Disposition wird nicht explizit operationalisiert. Allerdings wird bei den Analysen mit der HLM-Methode ein statistisches Verfahren gewählt, das individuelle Unterschiede zwischen den Personen in Form der Zufallseffekte modelliert und dadurch der genetischen Einzigartigkeit des Individuums in gewisser Weise Rechnung trägt.

Die detaillierte Beschreibung der Methodik der Datenerfassung mit den verwendeten Fragebogen- und Testitems sowie eine Beschreibung der Stichprobe und der statistischen Methode erfolgt in den folgenden Kapiteln.

5 Studiendesign und Stichprobe

Die ursprünglich als Bad-Schönborn-Studie bzw. FINGER-Studie⁴ betitelte Langzeitstudie zur Aktivität, Fitness und Gesundheit von Erwachsenen ist Teil eines im Jahr 1992 initiierten Projekts zur kommunalen Gesundheitsförderung, welches heute als Projekt „Gesundheit zum Mitmachen“ weitergeführt wird.

5.1 Design des Projekts Gesundheit zum Mitmachen

Beim Projekt Gesundheit zum Mitmachen (GzM) handelt es sich um eine prospektive Längsschnittuntersuchung mit Messzeitpunkten im Jahr 1992, 1997, 2002, 2010 und 2015.

Zentrales wissenschaftliches Vorhaben des Projektes ist die Durchführung einer empirischen Untersuchung zu den Wechselbeziehungen von Gesundheit, Leistungsfähigkeit und sportlicher Aktivität im mittleren und hohen Erwachsenenalter (Woll, 1995). Dies umfasst in erster Linie die Analyse der Beziehungen zwischen sportlicher Aktivität, motorischer Leistungsfähigkeit und Gesundheit vor dem Hintergrund von integrativen Modellvorstellungen der Gesundheit (vgl. Antonovsky, 1979; Becker et al., 1994). Auf Basis des damaligen Literaturstandes wurde ein modifiziertes Anforderungs-Ressourcen-Modell (Woll, 1996, S. 319) erstellt, welches den theoretischen Kern der Studie darstellt (vgl. Abbildung 12).

Im Verlauf der Untersuchung werden mehrere Arten von Daten erhoben: Psychologisch-soziologische, medizinische und sportmotorische Daten. Die Operationalisierung des modifizierten Anforderungs-Ressourcen-Modells von Woll ist in Abbildung 12 dargestellt. Die erfassten Merkmale und Konstrukte lassen sich in folgende Bereiche gliedern:

- Interne Ressourcen/Schutzfaktoren und körperliche Aktivität
- Interne physische Anforderungen/Risikofaktoren
- Externe Ressourcen/Schutzfaktoren
- Externe Anforderungen/Risikofaktoren
- Parameter des Gesundheit-Krankheit-Kontinuums

Darüber hinaus wurden verschiedene sozio-demographische Rahmendaten (Geschlecht, Alter, Familienstand, Beruf, Schulbildung etc.) erhoben. Abbildung 12 gibt eine Übersicht über die erhobenen Parameter und Konstrukte.

⁴ FINish-GERman study on physical activity, fitness and health

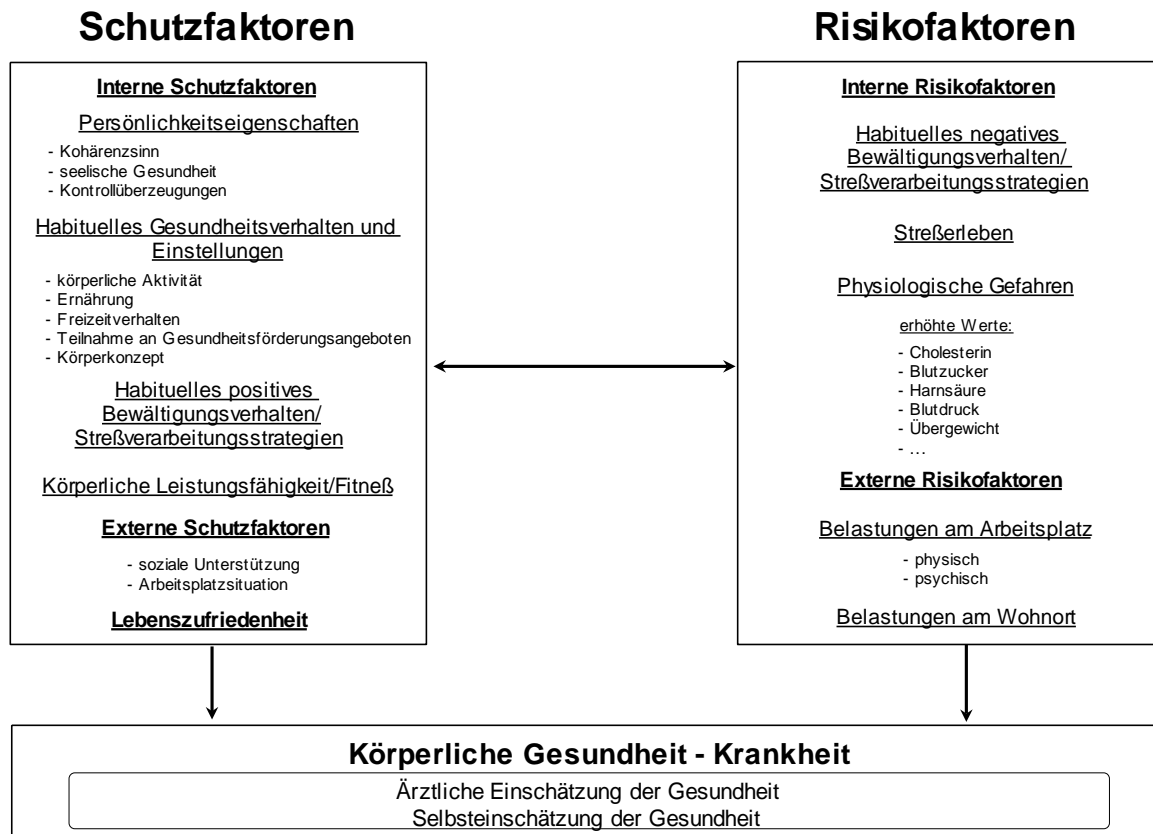


Abbildung 12: Operationalisierung des modifizierten Anforderungs-Ressourcen-Modells für die Bad Schönborn Studie (Woll, 1995)

Es wurde eine Vielzahl von internen und externen Schutz- und Risikofaktoren erhoben, um deren Einfluss auf das Gesundheit-Krankheit-Kontinuum zu untersuchen. Die Gesundheit wurde dabei sowohl objektiv durch einen Studienarzt, als auch in Form einer subjektiven Einschätzung via Fragebogen erhoben.

Der Ablauf der Studie erfolgte zu allen Messzeitpunkten identisch und ist in Abbildung 13 dargestellt.

FINGER - Ablauf der Untersuchung



Abbildung 13: Ablauf der Untersuchung (aus Woll 2009: Vortrag in Bad Schönborn)

Nach dem Empfang durchliefen die Teilnehmer nacheinander die vier Stationen Fragebögen, Labor, Arzt und Fitness. Ein Gespräch mit der Studienleitung mit Informationen zu den Ergebnissen der anthropometrischen und motorischen Tests schloss die Untersuchung ab.

Eine ausführliche Beschreibung der Methoden erfolgt im Methodenband I und II (Woll, 1995; Woll, Tittlbach & Schott, 1997).

5.2 Stichprobe

Die im Folgenden zusammengetragenen Fakten zur Stichprobenrekrutierung berufen sich auf die Arbeiten von Tittlbach (2001; Messzeitpunkt T1 und T2) und Jekauc (2009; Messzeitpunkt T3), sowie eigenen Recherchen zum vierten Messzeitpunkt 2010. Stand des Datensatz ist Dezember 2014.

5.2.1 Setting und Zielpopulation

Zielpopulation der Stichprobenziehung im Jahre 1992 war die Bevölkerung Bad Schönborns im Alter von 35 bis 55 Jahren. Die Gemeinde Bad Schönborn liegt in Baden-Württemberg (PLZ 76669) und umfasst zum ersten Messzeitpunkt 1992 ca.

10.000 Einwohner. Die derzeitige Einwohnerzahl (Stand Feb. 2013) liegt bei 12.792 Bürger. Die Gemarkungsfläche der Gemeinde Bad Schönborn beträgt insgesamt 2.411 Hektar, wovon 689 Hektar als Waldfläche und 957 Hektar als landwirtschaftliche Nutzfläche ausgewiesen sind. Mit diesen Merkmalen ist die Gemeinde Bad Schönborn als für die Bundesrepublik Deutschland typische rurale Kommune anzusehen.

5.2.2 Rekrutierung

Die Rekrutierungsmethoden, sowie die erzielten Rekrutierungszahlen sind nicht für alle Messzeitpunkte identisch und müssen bei der Diskussion möglicher Stichprobenbias beachtet werden.

1992

Die Auswahl der Stichprobe erfolgte per geschichteter, randomisierter Ziehung aus dem Einwohnermeldeverzeichnis der Gemeinde Bad Schönborn. Dabei wurde die Population zunächst nach Geschlechtern getrennt und anschließend aus den Jahrgängen „1941-43“, „1946-48“, „1951-53“ und „1956-58“ jede zweite Person gezogen (Tittlbach, 2002). Aufgrund eines erwarteten höheren Dropouts wurde in den ältesten Jahrgängen (1941-43) eine Vollerhebung durchgeführt, d.h. etwa doppelt so viele Probanden und Probandinnen gezogen (Tittlbach, 2002). Die ausgewählten Altersgruppen umfassten insgesamt 1914 Einwohner, wobei von den Eingeladenen insgesamt 480 Personen an der ersten Untersuchung teilnahmen (25,1% Response).

1997

Zur Bildung eines Längsschnittes wurden die 480 Teilnehmer des ersten Messzeitpunkts erneut eingeladen. 28 Personen konnten aufgrund von Versterben, oder nicht ermittelbaren Adressen nicht kontaktiert werden (Tittlbach, 2002). Von den 452 eingeladenen Personen sind 327 zur Untersuchung erschienen (68,2% Response). Zusätzlich wurden zum Messzeitpunkt 1997 129 Personen im Alter von 33-36 Jahren neu rekrutiert, um Kohortenvergleiche zwischen den Altersgruppen der 35-Jährigen herstellen zu können (Tittlbach, 2002).

2002

Zur Untersuchung im Jahr 2002 wurden alle 609 Personen, die an mindestens einem der vorangegangenen Messzeitpunkten getestet wurden, erneut eingeladen (Jekauc, 2009).

Insgesamt konnten 273 Personen aus dem Jahr 1997 rekrutiert werden. Davon nahmen 59 Personen nur an den Messzeitpunkten 1997 und 2002 teil und 44 Personen konnten zusätzlich aus dem Jahr 1992 zur Wiederteilnahme bewegt werden (vgl. Tabelle 9). Zusätzlich wurden noch 112 weitere Personen zur Aufstockung der Kohorten erfolgreich rekrutiert.

2010

Auch zum vierten Messzeitpunkt wurden alle mittlerweile 724 Teilnehmer der vorherigen Messzeitpunkte erneut postalisch eingeladen. Es erfolgte zu diesem Messzeitpunkt keine Aufstockung der Stichprobe. Insgesamt nahmen 329 Personen am vierten Messzeitpunkt der Untersuchung teil, wobei davon 310 (42,8% Response) Personen zur Zielpopulation gezählt werden können und deren Daten in den Datensatz fließen (die Differenz ergibt sich aus zusätzlichen, freiwilligen Teilnehmenden).

Gesamtübersicht

Die Neuaufstockungen der Stichprobe und die Rekrutierungen aus vorherigen Messzeitpunkten führen zu einer inhomogenen Verteilung der einzelnen Stichproben bezüglich Längs- und Querschnittsprobanden. Abbildung 14 zeigt eine detaillierte Übersicht über die Teilnehmerzahlen aller Messzeitpunkte in Abhängigkeit ihrer Rekrutierungsart. Dargestellt sind drei Gruppen von Teilnehmenden. Erstens die ursprüngliche Stichprobe von 1992, welche durchgängig an allen Messzeitpunkten teilnahm. Zweitens die Neuaufstockungen zu den Messzeitpunkten 1997 und 2002 (vornehmlich aus der Altersgruppe 33-37). Und drittens die Teilnehmenden, die aus vorangegangenen Messzeitpunkten rekrutiert werden konnten, jedoch nicht zur durchgängigen Ausgangsstichprobe 1992 gehören. Es handelt sich bei dieser dritten Gruppe um Längsschnitteilnehmende aus Aufstockungen und Teilnehmende der Ausgangsstichprobe, die einen Messzeitpunkt ausgelassen haben. Sie werden hier unterschieden, da sie bei klassischen Auswertungsmethoden (z.B. Varianzanalyse mit Messwiederholung) nicht zum Längsschnitt gezählt werden.

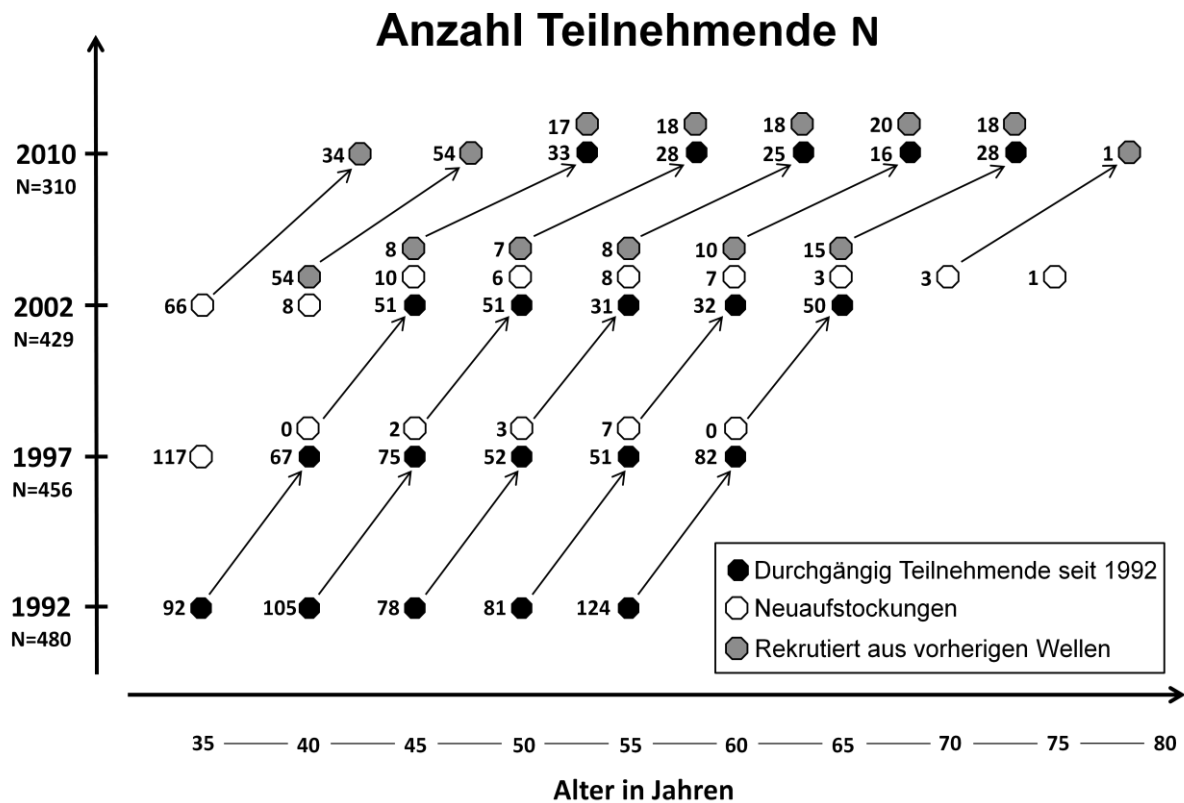


Abbildung 14: Detaillierte Teilnehmerzahlen zu den vier Messzeitpunkten

Aus den in Abbildung 14 dargestellten Teilnehmerzahlen lassen sich Rekrutierungs- bzw. Responseraten der einzelnen Messzeitpunkte erstellen, welche in Tabelle 9 dargestellt sind.

Tabelle 9: Detaillierte Rekrutierungszahlen

	Neu rekrutiert	Rekrutiert aus 1992	Rekrutiert aus 1997	Rekrutiert aus 2002	Gesamt N
1992	480 (25,1%) ¹	-	-	-	480
1997	129	327/480 (68,2%) ²	-	-	456
2002	112	44/153 (28,8%) ³	273/456 (59,9%) ²	-	429
2010	0	9/109 (8,3%) ³	54/183 (29,5%) ³	247/432 (57,2%) ²	310

¹: initiale Rekrutierungsrate aus insgesamt 1914 Eingeladenen

²: erzielte Rekrutierungsrate aus der vorangegangenen Untersuchung

³: zusätzliche Rekrutierung aus vorherigen Messzeitpunkten; Erläuterung im Text

Tabelle 9 zeigt die Rekrutierungsquoten für jeden Messzeitpunkt aus allen vorangegangenen Messzeitpunkten. Die Rekrutierungsquoten aus der jeweils vorherigen Welle bewegen sich zwischen 68,2 und 57,2%. Da immer alle bisherigen Teilnehmer erneut eingeladen wurden, konnten ab dem Jahr 2002 auch Teilnehmer rekrutiert werden, die einen Messzeitpunkt ausgelassen hatten.

Ein Beispiel: Zum Messzeitpunkt 1997 erschienen 327 von 480 Teilnehmenden aus dem Jahr 1992 ($327/480 = 68,2\%$). Die Differenz (Drop-Out) beträgt 153 Personen. Diese 153 Personen wurden 2002 erneut eingeladen, obwohl sie 1997 nicht teilnahmen. Von diesen 153 Personen konnten 44 dann tatsächlich nach einem ausgelassenen Messzeitpunkt erneut zur Teilnahme rekrutiert werden ($44/153 = 28,8\%$). Die Differenz beträgt hier 109 Personen. Diese wurden 2010 erneut eingeladen, obwohl sie 1997 und 2002 nicht teilnahmen. Von diesen konnten schließlich noch 9 Personen zur Teilnahme nach zwei ausgelassenen Messzeitpunkten überzeugt werden ($9/109 = 8,3\%$).

Bei den Personen, die einen Messzeitpunkt ausgelassen haben, dann aber im Folgenden wieder als Teilnehmende rekrutiert werden konnten, handelt es sich höchstwahrscheinlich um Personen, die zum Termin der Untersuchung verhindert waren, prinzipiell jedoch Interesse an der Teilnahme hatten. Mit einem Prozentsatz von ca. 30% aller Nichtteilnehmer der vorherigen Welle ist diese Rekrutierung durchaus bedeutsam. Auch im Jahr 2010 konnten noch 8,3% der Probanden von 1992 rekrutiert werden, die weder im Jahr 1997 noch 2002 an der Untersuchung teilgenommen haben. Unterstellt man, dass 30% der Nonresponse aufgrund unpässlicher Termine oder Verhinderung zustande kommt, so ergibt sich die Zahl aus 30% multipliziert mit 30%, also denjenigen, die zufällig zwei Messzeitpunkte in Folge keine Zeit, wohl aber Interesse hatten. Bei der Planung von Längsschnittstudien ist dieser Umstand unbedingt zu beachten.

Mit 68,2%, 59,9% und 57,2% Response sind die Längsschnittrekrutierungszahlen im Vergleich zu anderen großen europäischen Längsschnittstudien als durchschnittlich zu bewerten. Im Vergleich dazu lag die Responserate der Wiederteilnehmer bei der großen Studie zur Gesundheit deutscher Erwachsener (DEGS1) bei 62% (Kamtsiuris et al., 2013), beim Bundesgesundheitsurvey (BGS98) betrug die Wiederteilnahmewahrscheinlichkeit 61% (Kamtsiuris et al., 2013; Thefeld & Stolzenberg, 1999).

Allgemein ist ein leichter Rückgang der Responserate von 68,2% (1997) auf 57,2% (2010) zu beobachten. Dieser Umstand sollte in zukünftigen Wellen beobachtet werden. Gegebenenfalls muss mehr Aufwand bei der Stichprobenpflege betrieben werden.

5.3 Selektionseffekte

Von den ursprünglich 480 getesteten Personen nahmen 130 (27,1%) an allen vier Messzeitpunkten teil. Zusätzlich wurden 1997 und 2002 neue Erstteilnehmer rekrutiert und es entstanden mit der Rekrutierung aus vorherigen Wellen neue Längsschnittprobanden. Eine Übersicht der Stichprobe zeigt Abbildung 15.

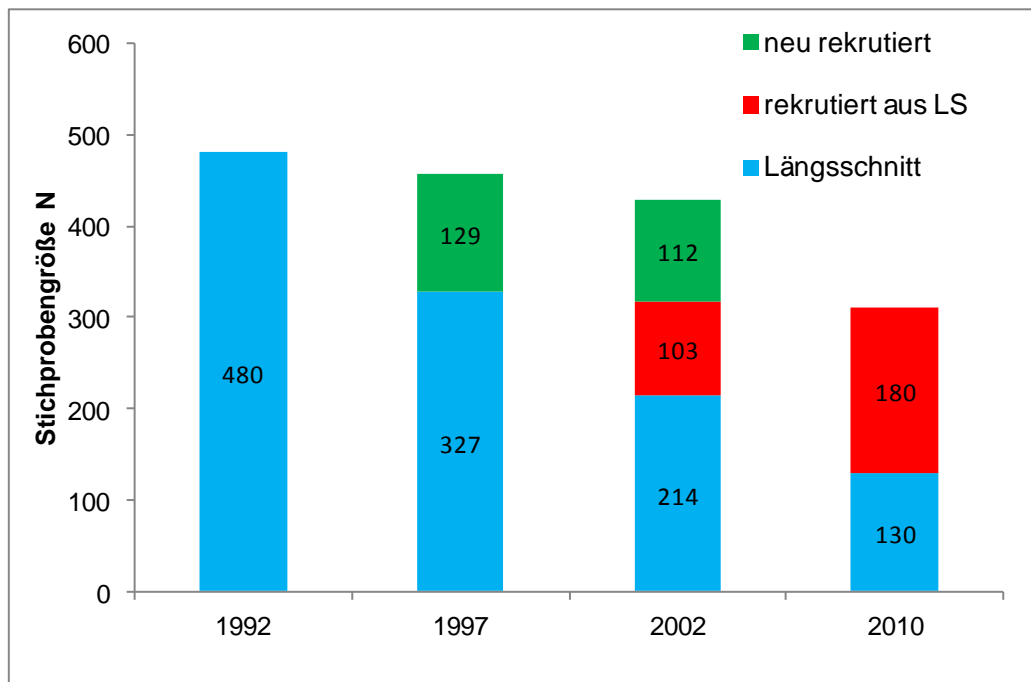


Abbildung 15: Stichprobenübersicht

Betrachtet man die Zusammensetzung der Stichproben zu den einzelnen Messzeitpunkten, so fällt auf, dass sich diese zu unterschiedlichen Teilmengen aus Längs- und neu gezogenen Querschnittsprobanden ergeben. Dieser Umstand führt zu möglichen Selektionseffekten, die in ihrer Höhe relativ unabsehbar sind und zwischen den Messzeitpunkten variieren können (für eine Übersicht über die Thematik vgl. Jekauc, Völkle, Lämmle & Woll, 2012). Aus diesem Grund werden die Rohdaten im Folgenden ausführlich auf Selektionseffekte geprüft.

Tabelle 10 gibt zunächst eine Übersicht über die wichtigsten soziographischen Kennwerte der vier Querschnittsstichproben.

Tabelle 10: Stichprobenverteilung hinsichtlich Soziographie

	1992	1997	2002	2010
Männlich	50,1%	49,6%	46,5%	50,0%
Weiblich	49,9%	50,4%	53,5%	50,0%
Unterschicht	7,7%	7,0%	6,2%	4,4%
untere/mittlere Schicht	28,6%	26,4%	21,3%	22,8%
mittlere/obere Schicht	38,4%	35,4%	41,5%	39,9%
Oberschicht	25,4%	31,2%	31,0%	32,9%
33-44 Jahre	50,7%	43,9%	30,9%	10,8%
45-54 Jahre	35,2%	27,9%	32,5%	32,3%
55-64 Jahre	14,2%	28,2%	26,6%	29,4%
65 Jahre +	0,0%	0,0%	9,9%	27,5%
Mittleres Alter	44,7±7,5	47,1±9,0	50,3±9,9	57,6±9,8

Eine bedeutsame geschlechterspezifische Selektion ist in den Rohdaten nicht zu erkennen. Hinsichtlich des Alters zeigt sich eine Verschiebung hin zu einer älteren Stichprobe an späteren Messzeitpunkten. Dies ist dem längsschnittlichen Design der Studie zuzuschreiben. Obwohl 1997 und 2002 neue 35-Jährige rekrutiert wurden, verschiebt sich das mittlere Alter aufgrund der alternden Längsschnittstichprobe nach oben. Daneben zeigt sich eine leichte Verschiebung der sozialen Schichtzugehörigkeit hin zu höheren sozialen Schichten in den späteren Untersuchungsjahren. Der stärkste Effekt zeigt sich beim Anteil der Oberschicht zwischen 1992 und 1997. Eine Analyse der Daten zeigte, dass dieser Effekt weitestgehend von den zusätzlich rekrutierten Probanden hervorgerufen wurde. Die 129 neu rekrutierten Probanden ergaben sich zu 4,3% aus der Unterschicht, 17,2% aus der unteren/mittleren Schicht, 27,6% aus der mittleren/oberen Schicht und zu 50,9% aus der Oberschicht. Die nachrekrutierten Personen zeigen damit einen deutlich größeren Selektionseffekt hin zu höheren sozialen Schichten als die Ausgangsstichprobe 1992. Ein möglicher Grund dafür könnte ein mit weniger Aufwand betriebener Rekrutierungsablauf (z.B. weniger Vorabinformation) sein, wodurch im hohen Maß intrinsisch motivierte Personen aus den höheren Schichten angesprochen wurden. Dieser Umstand verursacht einen Querschnitts-Selektionseffekt und beeinflusst die Repräsentativität der Stichprobe.

Querschnitts-Selektionseffekt und Repräsentativität

Der Querschnitts-Selektionseffekt beschreibt die Verzerrungen der Stichprobe, die aufgrund von Nonrespondern bei der initialen Einladung zur Studie (Ersteilnahme), bzw. durch neue Kohorten entstehen können. Er bezieht sich damit auf die ursprünglich 480 Teilnehmenden und die 129, respektive 112 nachrekrutierten Personen.

Die von Querschnitts-Selektionseffekten beeinträchtigte Repräsentativität der Stichprobe ist für die Qualität der gefundenen Ergebnisse von Bedeutung. Dabei sollte jedoch nicht der Fehler begangen werden, von der Höhe der Responserate auf mögliche Verzerrungen zu schließen. Die Responserate und die Höhe des Responsebias sind nicht unweigerlich miteinander gekoppelt (Wright, 2015), es kommt vielmehr auf die Gründe des Nonresponse an und ob die Art der Untersuchung und das Design solche Gründe zulassen (z.B. zu hoher Aufwand, Sprachbarrieren). Prinzipiell lässt eine initiale Responserate von 25,1% jedoch durchaus Raum für Spekulationen über Positivselektionen. Aus diesem Grund wurde die ursprüngliche Stichprobe aus dem Jahr 1992 durch einen Vergleich mit der Gemeindestatistik und mit Hilfe der Daten einer Telefonbefragung auf Repräsentativität geprüft (Tittlbach, 2002, S.103). Einschränkungen in der Repräsentativität des ursprünglichen Querschnitts 1992 fanden sich nur hinsichtlich des Migrationshintergrunds. Teilnehmer mit Migrationshintergrund waren mit einem Anteil von 3% in der Stichprobe und 13% in der Gemeindebevölkerung unterrepräsentiert (Tittlbach, 2002, S.103).

Auch bezüglich der Teilnehmer im Jahr 1997 liegen Daten eines Telefoninterviews vor. Die Telefonbefragung im Jahr 1997 ergab, dass die querschnittliche Repräsentativität hinsichtlich der wichtigsten soziodemographischen Rahmendaten erhalten blieb, es jedoch durch Drop Outs zu Verzerrungen hinsichtlich der Aktivitäts- und Gesundheitsvariablen kam. Nonresponder schätzten ihre eigene Gesundheit, sowie körperlich-sportliche Aktivität signifikant niedriger ein als Wiederteilnehmer (Tittlbach, 2002S. 105f). Ein solches Verhalten der Teilnehmer gilt als typisch und ist ein umfassend dokumentiertes Problem von längsschnittlichen Gesundheitssurveys (Hill, Roberts, Ewings & Gunnell, 1997; Rosengren, Wilhelmsen, Berglund & Elmfeldt, 1987; Bengtsson et al., 1997). Es handelt sich bei den durch dieses Telefoninterview untersuchten Effekten jedoch strenggenommen um einen Mix aus Selektionseffekten der nachrekrutierten Personen und Längsschnittselektionseffekten der initialen

Stichprobe, die im Folgenden diskutiert werden. Daten von Nonrespondern des Nachrekrutierungsvorgangs 2002 liegen nicht vor.

Die Querschnitts-Selektionseffekte spielen neben den Längsschnitts-Selektionseffekten bei einem Studiendesign von nunmehr vier Messzeitpunkten nur eine untergeordnete Rolle. Außerdem nimmt der Querschnitts-Selektionseffekt nur einen abgeschwächten Einfluss auf die im Zuge dieser Arbeit durchgeführten Analysen. Der Grund dafür ist, dass die Verläufe der abhängigen Variablen auf der Ebene der Personen in Form von vergangenen Lebensjahren geschätzt werden. Der tatsächliche Messzeitpunkt der Teilnahme spielt bei der gewählten Methode für die Ergebnisse keine Rolle. Personen der weniger selektierten Stichprobe 1992 und der stärker selektierten Stichprobe 1997 und 2002 gehen gleichermaßen in die Analysen mit ein, bzw. aufgrund der numerischen Unterschiede gehen mehr Personen des relativ unselektierten Querschnitts 1992 ein. Ein gemittelter Querschnitts-Selektionseffekt über alle Rekrutierungsvorgänge führt dabei höchstwahrscheinlich zu einer leichten Verschiebung hin zu positiveren Ausgangsniveaus der betrachteten Konstrukte. Dies gilt für den BMI, die subjektive und objektive Gesundheit und die Aktivitätsvariablen. Da die mLf anhand der eigenen Stichprobe Z transformiert wird, haben diese Effekte keinen Einfluss auf das Ausgangsniveau der Fitnessskalen, lediglich auf deren Rohdaten (siehe Anhang). Es gibt keinen Grund zur Annahme, dass die Ergebnisse bezüglich Einflussfaktoren und Wechselwirkungen (z.B. Einfluss von Aktivität auf die Ausdauerleistungsfähigkeit) von einem Querschnitts-Selektionseffekt stark beeinflusst werden.

Längsschnitt-Selektionseffekt & Nonresponderanalyse 2010

Der Längsschnitt-Selektionseffekt beschreibt die Verzerrungen in der Stichprobe, die aufgrund von Drop-Out der potentiellen Wiederteilnehmenden zu späteren Messzeitpunkten entstehen können. Da dieser oft maßgeblich von den Inhalten der Untersuchung abhängt, ist diese Art des Selektionseffektes kritischer zu betrachten als der Querschnitts-Selektionseffekt.

Die Selektion des Längsschnitts wurde in den Untersuchungszeiträumen 1997 und 2002 festgestellt. Während dies in den Arbeiten von Tittlbach zu den ersten beiden Messzeitpunkten lediglich kritisch erwähnt wird (Tittlbach, 2002S. 103ff), wurden die Selektionseffekte bei den Analysen von Jekauc über drei Messzeitpunkte als so groß

eingeschätzt, dass aufwendige Verfahren zum Ersetzen der fehlenden Werte zum Einsatz kamen (Jekauc, 2009).

In Abhängigkeit der gewählten Auswertungsmethode können Längsschnittprobanden unterschiedlich definiert werden. Bei der ANOVA mit Messwiederholung (rmANOVA) sind dies beispielsweise Personen, die an allen Messzeitpunkten teilnahmen, bei der Modellierung von Innersubjekteffekten mit der HLM-Methode sind dies Personen, die an mindestens zwei Messzeitpunkten teilnahmen. Da die Auswertungen dieser Arbeit auf der HLM-Methode beruhen, werden im Folgenden letztgenannte als Längsschnittprobanden und damit als „Responder“ bezeichnet. Tabelle 11 zeigt systematische Einflüsse verschiedener Variablen des jeweiligen Messzeitpunktes auf die Wiederteilnahme in zukünftigen Untersuchungen.

-Wiederteilnehmer: Responder (R)

-Drop Out: Nonresponder (NR)

Bei den Daten der Nonresponder (NR) handelt es sich damit um diejenigen Teilnehmenden, die nur zu einem Messzeitpunkt an der Untersuchung teilgenommen haben. Die Daten der Responder (R) beziehen sich auf Teilnehmer, die auch zu mindestens einem späteren Messzeitpunkt wieder teilgenommen haben. Bei zeitinvarianten Variablen wie dem Geschlecht und dem sozialen Status wurden alle rekrutierten Personen zusammengefasst (480 im Jahr 1992, 129 im Jahr 1997 und 112 im Jahr 2002). Daraus ergibt sich die Gesamtzahl von 721 Personen, von denen 509 mindestens zwei Mal an der Untersuchung teilnahmen (vgl. z.B. Tabelle 11: Geschlecht). Die Variablen Sporttreiben (Sportler), BMI, mLf, Arzteinschätzung und subjektive Gesundheit wurden jeweils auf das Jahr der Rekrutierung bezogen. Daraus ergeben sich jeweils drei Ausprägungen. BMI 1992 beschreibt den BMI der Personen, die im Jahr 1992 rekrutiert wurden. Dies umfasst theoretisch 480 Personen. Von diesen besitzen jedoch nur 471 Personen einen gültigen Wert für den BMI, welche sich wiederum auf 374 Responder und 97 Nonresponder aufteilen. BMI 1997 beschreibt den BMI der 129 Personen die im Jahr 1997 zusätzlich rekrutiert wurden. Diese teilen sich auf 75 Responder und 54 Nonresponder mit gültigem BMI-Wert auf.

Tabelle 11: Drop Out Verzerrungen nach Messzeitpunkten

Variable	Response	N	männlich	weiblich	Chi ²	p
Geschlecht	R	509	49,7%	50,3%	0,20	.66
	NR	212	47,9%	52,1%		
	Response	N	%ja	%nein	Chi ²	p
Sportler 1992	R	380	61,1%	38,9%	9,42	<.01
	NR	100	44,0%	56,0%		
Sportler 1997	R	74	66,2%	33,8%	5,08	.02
	NR	54	46,3%	53,7%		
Sportler 2002	R	54	70,4%	29,6%	2,08	.15
	NR	58	57,4%	42,6%		
	Response	N	Unter-schicht	Un-ter/Mittelschicht	Mittel/Ober-schicht	Ober-schicht
Soz. Status	R	509	6,1%	26,3%	37,4%	30,3%
	NR	212	8,8%	33,5%	27,9%	29,8%
Sozialer Status: CHI ² = 5,73; p= .13						
	Response	N	M	s	T-Wert	p
BMI 1992	R	374	25,75	3,62	3,17	<.01
	NR	97	27,11	4,18		
BMI 1997	R	75	24,30	3,96	2,31	.02
	NR	54	26,00	4,32		
BMI 2002	R	51	25,45	3,79	0,36	.72
	NR	52	25,21	3,25		
mLf 1992	R	373	92,20	7,85	1,98	.05
	NR	98	90,42	7,99		
mLf 1997	R	75	94,76	6,66	3,00	<.01
	NR	49	90,99	7,09		
mLf 2002	R	51	93,04	8,44	0,86	.39
	NR	53	91,64	8,45		
Arzteinschätzung 1992	R	378	2,02	1,56	1,04	.30
	NR	100	2,20	1,50		
Arzteinschätzung 1997	R	72	0,76	0,90	2,52	.01
	NR	51	1,27	1,23		
Arzteinschätzung 2002	R	51	0,51	1,07	0,04	.97
	NR	51	0,50	1,22		
Subjektive Gesundheit 1992	R	363	17,21	2,69	3,24	<.01
	NR	87	16,16	2,82		
Subjektive Gesundheit 1997	R	75	17,68	2,41	2,62	.01
	NR	48	16,52	2,36		
Subjektive Gesundheit 2002	R	52	17,15	2,99	0,96	.34
	NR	54	16,56	3,42		

Es zeigen sich substantielle Drop-Out-Verzerrungen beim gemessenen BMI, beim Sporttreiben, der mLf und bei der subjektiven Gesundheit. Diese sind bei den in den Jahren 1992 und 1997 rekrutierten Personen stärker ausgeprägt als bei den im Jahr 2002 rekrutierten. Hinsichtlich des sozialen Status und der Arzteinschätzung (objekti-

ve Gesundheit) zeigen sich schwache Einflüsse des Drop-Outs, die nicht durchgehend die Grenze zur statistischen Signifikanz erreichen.

Allgemein handelt es sich hierbei um einen erwartungskonformen Effekt, dessen Auswirkungen auf die Aussagekraft der gefundenen Ergebnisse im Folgenden diskutiert werden. Um den Einfluss des Drop Outs auf die Ergebnisse der Analysen abzuschätzen, erfolgt zunächst eine Gegenüberstellung der auftretenden Drop-Out-Bias bei einer klassischen varianzanalytischen Längsschnittauswertungsmethode (ANOVA: Es werden nur Personen betrachtet, die zu jedem Messzeitpunkt dabei waren) und der hierarchischen linearen Modellierung (HLM oder Mehrebenenanalyse: Personen mit mindestens zwei Messzeitpunkte fließen in die Analyse ein). Anschließend werden die Ergebnisse einer zusätzlichen Analyse des globalen Drop-Out Bias (unabhängig vom Messzeitpunkt) in Form einer vom Autor betreuten Abschlussarbeit zusammengefasst.

Drop-Out-Verzerrungen in Abhängigkeit der verwendeten Auswertungsmethode

Klassische Betrachtungen des Drop-Out Bias schließen die Möglichkeit aus, dass Personen nach dem Nichterscheinen zu einem Messzeitpunkt am darauffolgenden Messzeitpunkt wieder teilnehmen konnten. Lässt man dies zu, so ergeben sich verschiedene Definitionen des Längsschnitts. Mit der angestrebten Auswertungsmethode variiert die Anzahl der Personen, die zum Längsschnitt gezählt werden können. Wählt man einen varianzanalytischen Ansatz, so können beispielsweise nur Personen, die an allen Messzeitpunkten teilnahmen, zum Längsschnitt gezählt werden. Bei der Modellierung von Innersubjekteffekten mit Hilfe der HLM-Methode wird auf die Daten aller Personen zugegriffen, die mindestens zu zwei Messzeitpunkten teilgenommen haben. Es zeigt sich, dass die Selektionseffekte dadurch geringer ausfallen als bei klassischen Auswertungsmethoden, die lediglich die Daten der durchgängigen Teilnehmer nutzen.

In Tabelle 12 sind die sich ergebenden Verzerrungen in Abhängigkeit der Definition des Längsschnitts dargestellt. Gegenübergestellt sind auf der einen Seite der Längsschnitt einer Auswertung mit der HLM-Methode (HLM: 509/721 Responder), auf der anderen Seite der Längsschnitt einer klassischen Auswertungsmethode (ANOVA: 157/721 Responder). Dabei sind die Verzerrungen der HLM Methode identisch zu denen in Tabelle 11. Um einen Vergleich der beiden Methoden darzustellen, werden sie hier jedoch noch einmal aufgeführt.

Tabelle 12: Drop-Out-Verzerrungen: HLM- vs. rmANOVA-Stichprobe

Längsschnitt	Responder	N	männlich	weiblich	Chi ²	p	
Geschlecht	R (HLM)	509	49,7%	50,3%	0,20	.66	
	NR (HLM)	212	47,9%	52,1%			
	R (ANOVA)	157	54,8	45,2	2,52	.11	
	NR (ANOVA)	564	47,6	52,4			
	Responder	N	% ja	% nein	Chi ²	p	
Sportler 92	R (HLM)	380	61,1%	38,9%	9,42	<.01	
	NR (HLM)	100	44,0%	56,0%			
	R (ANOVA)	157	70,7%	29,3%	16,64	<.01	
	NR (ANOVA)	244	51,1%	48,9%			
	Responder	N	Unter-Schicht	Unter/mittel-Schicht	Mittel/Ober-Schicht	Ober-schicht	
Soz. Status	R (HLM)	509	6,1%	26,3%	37,4%	30,3%	
	NR (HLM)	212	8,8%	19,5%	27,9%	29,8%	
	Chi ² = 5,73; p= .13						
	R (ANOVA)	128	5,5%	28,1%	36,7%	29,7%	
	NR (ANOVA)	549	7,6%	24,6%	35,9%	31,9%	
Chi ² = 8,62; p= .07							
	Responder	N	M	s	T-Wert	p	
BMI 92	R (HLM)	374	25,75	3,62	3,17	<.01	
	NR (HLM)	97	27,11	4,18			
	R (ANOVA)	127	25,17	3,17	3,02	<.01	
	NR (ANOVA)	344	26,35	3,98			
mLf 92	R (HLM)	373	92,20	7,85	1,98	.05	
	NR (HLM)	98	90,42	7,99			
	R (ANOVA)	128	94,11	6,72	3,80	<.01	
	NR (ANOVA)	339	91,08	7,99			
Arzteinschätzung 92	R (HLM)	378	2,02	1,56	1,04	.30	
	NR (HLM)	100	2,20	1,50			
	R (ANOVA)	130	1,74	1,27	2,77	<.01	
	NR (ANOVA)	348	2,18	1,63			
Subjektive Gesundheit 92	R (HLM)	363	17,21	2,69	3,24	<.01	
	NR (HLM)	87	16,16	2,82			
	R (ANOVA)	122	17,30	2,68	1,40	.16	
	NR (ANOVA)	328	16,89	2,76			

Die Unterschiede zwischen R (HLM) und NR (HLM) bilden die Verzerrungen ab, die einer Auswertung mit der HLM-Methode zugrunde liegen. Es zeigt sich erwartungskonform, dass Methoden, die von jedem Probanden Daten zu jedem Messzeitpunkt benötigen (R (ANOVA) vs. NR (ANOVA)), deutlich höhere Verzerrungen erzeugen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Längsschnitt-Responder der HLM-Methode weniger Bias aufweisen als die der ANOVA-Methode. Während 70,7% der Personen des ANOVA-Längsschnitts sportlich aktiv sind, sind es nur 61,1% der Personen des HLM-Längsschnitts. Ähnliches gilt für den Sozialstatus (5,5% Unterschicht beim

ANOVA-Längsschnitt, 6,1% beim HLM-Längsschnitt) und den BMI (25,17 beim ANOVA-Längsschnitt, 25,75 beim HLM-Längsschnitt). Personen des ANOVA-Längsschnitts zeigen eine höhere mLf (mLf ANOVA-Längsschnitt: 94,11; mLf HLM-Längsschnitt: 92,20), weniger gesundheitliche Einschränkungen (Arzteinschätzung ANOVA-Längsschnitt: 1,74; HLM-Längsschnitt: 2,02) und berichten eine höhere subjektive Gesundheit (17,30 respektive 17,21).

Die Gegenüberstellung in Tabelle 12 macht die Vorteile der HLM-Methode deutlich. Die Drop-Out-Verzerrungen der Responder werden durch die Rückführung der Wiederteilnehmenden in späteren Messzeitpunkten zum Längsschnitt deutlich reduziert.

Neben diesem Vorteil werden im Zuge einer Auswertung mit der HLM-Methode auch zusätzlich rekrutierte Personen (1997 oder 2002 zum ersten Mal dabei) zum Längsschnitt gezählt, wenn sie mindestens ein weiteres Mal an der Untersuchung teilnehmen. Zur besseren Gegenüberstellung der Methoden wurden diese in Tabelle 12 bei der Methode der ANOVA zu den Nonrespondern gezählt. Außerdem wurden zur weiteren Verbesserung der Schätzung der Zwischensubjekteffekte auch die Daten der Personen, die nur einmal an der Untersuchung teilnahmen mit in die Analysen aufgenommen (vgl. ausführlich in Kapitel 7).

Die in Tabelle 11 und Tabelle 12 gewählte Darstellung unterscheiden Informationen der Probanden, wie beispielsweise den BMI oder das Sporttreiben zwischen den Messzeitpunkten (BMI 1992 vs. BMI 1997 vs. BMI 2002). Im Zuge der hierarchischen Modellierung auf Personenebene durch die HLM-Methode geht die Information des Messzeitpunkts jedoch verloren. Um den für die Interpretation der Analysen relevanten durchschnittlichen Effekt der Drop-Out-Verzerrung darzustellen, wurde der Datensatz im Zuge einer vom Autor betreuten Bachelorarbeit analog zur HLM-Methode umstrukturiert und akribisch deskriptiv und mit Hilfe von logistischen Regressionen auf messzeitpunktunabhängige Drop-Out-Verzerrungen analysiert. Mehrfachteilnahmen einer Person werden dabei als unabhängige Ereignisse betrachtet. Die Ergebnisse dieser Methode werden in folgendem Exkurs dargestellt.

Exkurs: Messzeitpunktunabhängige Drop-Out-Verzerrung

Im Rahmen einer Abschlussarbeit (Mayer, 2015) wurden die aufgetretenen Selektionseffekte noch weiter im Detail untersucht. Um die messzeitpunktunabhängigen Effekte aufzuzeigen, wurden dabei unter anderem die Drop-Out Ereignisse aller Messzeitpunkte zusammengefasst. Jede Person erzeugt dabei zu jedem Messzeit-

punkt ein Ereignis: Response oder Dropout. Diese Ereignisse werden als unabhängig betrachtet. Aus den messzeitpunktabhängigen Variablen "BMI 92", "BMI 97" und "BMI 02" wird dabei eine einzelne Variable "BMI". Hintergrund dieser Überlegung ist, dass eine Person zu allen Messzeitpunkten unterschiedliche Voraussetzungen und Drop-Out Gründe aufweist.

Ein Beispiel:

Eine Person, die im Jahr 1992 einen BMI von 20,2, im Jahr 1997 von 21,2 im Jahr 2002 von 24,8 aufweist, fließt insgesamt drei Mal in die Auswertung ein. Angenommen diese Person erscheint 2010 nicht zur Untersuchung, so würden ihre Daten in folgender Form in die Auswertung einfließen:

1 -- BMI 20,2 -- Responder

2 -- BMI 21,2 -- Responder

3 -- BMI 24,8 -- Nonresponder

Mit Hilfe der logistischen Regression wurden über diesen umstrukturierten Datensatz messzeitpunktunabhängige Drop-Out-Verzerrungen bestimmt. Als signifikante Einflussfaktoren auf die Drop-Out-Wahrscheinlichkeit ergaben sich Geschlecht, Alter, Sporttreiben, BMI, sozialer Status und die subjektive Gesundheitseinschätzung. MLf und körperliche Einschränkungen (Arzteinschätzung), sowie die Zerssen Beschwerde-Skala wurden nicht signifikant, es zeigten sich jedoch deskriptiv leicht höhere Drop-Out Zahlen von Personen mit schlechterer mLf. Der Grund dafür sind höchstwahrscheinlich Interkorrelationen mit den anderen Einflussfaktoren, wie beispielsweise dem BMI.

Tabelle 13: Ergebnisse der logistischen Regression zum Drop-Out Verhalten (Mayer, 2015)

Einflussfaktor	Ausprägung	Odds Ratio (95% CI)	p-Wert
Geschlecht	weiblich	1,00	-
	männlich	1,22 (0,95-1,56)	.11
Alter	pro Jahr älter	0,99 (0,97-1,00)	.03
Sporttreiben	ja/ fehlend	1,00	-
	nein	1,46 (1,14-1,87)	<.01
BMI	Pro BMI Punkt mehr	1,05 (1,02-1,09)	<.01
Sozialer Status	hoch/ mittel	1,00	-
	niedrig/ mittel	1,20 (0,76-1,89)	.45
	fehlend	3,94 (2,04-7,59)	<.01
Subjektive Gesundheit	76-100%	1,00	-
	26-75%	1,45 (0,98-2,16)	.06
	0-25%	1,54 (1,01-2,36)	.05
	Fehlend	2,65 (1,45-4,85)	<.01

Tabelle 13 zeigt die ermittelten Odds Ratio für die Chance eines Drop-Outs. Dabei zeigen Nichtsportler eine um den Faktor 1,46 höhere Chance für einen Drop Out als Sportler. Analog steigt die Chance, nichtmehr zur Untersuchung zu erscheinen mit jedem BMI Punkt um den Faktor 1,05 und sinkt interessanterweise mit dem Alter. Dieser Umstand ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass Personen im hohen Alter eine stärkere Bindung zur Studie entwickeln. Die Effekte von Alters-Morbidität und -Mortalität können diesen Umstand (noch) nicht ins Negative umkehren. Personen, die keine Angaben zum Sozialstatus oder zur subjektiven Gesundheit machen, zeigen die größte Chance auf einen Drop-Out. Personen mit hoher subjektiver Gesundheit (Perzentile 76-100), erscheinen mit höherer Chance erneut zur Untersuchung als Personen mit niedriger subjektiven Gesundheit (Perzentile 0-75).

Neben der regressionsanalytischen Betrachtung wurden im Zuge der Arbeit auch die Drop-Out-Häufigkeiten in Abhängigkeit einer Vielzahl von Variablen deskriptiv dargestellt. Tabelle 14 zeigt exemplarisch die Drop-Out-Häufigkeiten in Abhängigkeit des ermittelten Motorikindex, Tabelle 15 in Abhängigkeit der Zerssen-Beschwerdeskala.

Tabelle 14: Drop-Out-Häufigkeit in Abhängigkeit des Fitnessindex (Mayer, 2015)

Fitnessindex	N (Gesamt)	N (Aussteiger)	Drop Out in %
0-10% (66,64-79,53)	124	54	43,5%
10-25% (79,54-85,32)	187	82	43,9%
25-50% (85,33-91,26)	311	110	35,4%
50-75% (91,27-96,43)	311	100	32,2%
75-90% (96,44-101,10)	187	58	31,0%
90-100% (101,11-114,68)	124	42	33,9%
Fehlend ¹	121	72	59,5%

¹: (z.B. Ausschluss durch den Arzt)

Diese Darstellung zeigt, dass die Drop-Out-Wahrscheinlichkeit mit sinkendem Motorikindex zunimmt. Unfitte Personen erscheinen mit geringerer Wahrscheinlichkeit zum nächsten Messzeitpunkt. Die Unterschiede sind mit 43,5% für Perzentil 0-10 versus 33,9% für Perzentil 90-100 jedoch nicht extrem stark ausgeprägt.

Tabelle 15: Drop-Out-Häufigkeit in Abhängigkeit der Zerssen-Beschwerdeskala (mod. nach Mayer, 2015)

Beschwerdeindex	N (Gesamt)	N (Aussteiger)	Drop Out in %
90-100% (0-5)	107	38	35,5%
75-90% (6-11)	157	54	34,4%
50-75% (12-18)	227	74	32,6%
25-50% (19-26)	232	90	38,8%
10-25% (27-34)	132	45	34,1%
0-10% (35-62)	95	39	41,1%
Fehlend ¹	415	178	42,9%

¹: Im Vergleich zum Fitnessindex besitzen weniger Personen einen gültigen Wert bei der Zerssen-Beschwerdeskala. Dies liegt daran, dass zum ersten Messzeitpunkt nur etwa 1/3 der Stichprobe die Fragen zur Zerssen-Beschwerdeskala beantworteten.

Personen mit weniger Beschwerden (zur Methodik vgl. z.B. Woll, 1995) zeigen eine leicht niedrigere Drop-Out-Wahrscheinlichkeit. Die Effekte sind deskriptiv jedoch nicht sehr stark ausgeprägt.

5.4 Zusammenfassende Bewertung des Bias durch Drop-Out

Es konnte gezeigt werden, dass durch die Nichtteilnahme von bestimmten Personengruppen die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Repräsentativität eingeschränkt sind. Durch Längsschnitts-Selektionseffekte wird die Stichprobe hin zu fitteren und gesün-

deren Personen selektiert. Die Analyse der aufgetretenen Effekte zeigt, dass diese zwar vorhanden, in ihrer Stärke jedoch überschaubar sind, wobei hier jedoch keine objektiven Kriterien existieren, um dies zu bewerten. Ferner zeigt sich, dass die Effekte unter Verwendung der HLM-Methode deutlich geringer sind als bei klassischen Längsschnittauswertungen.

Der geringere Anteil von Inaktiven und sozial schwächer Gestellten an der Gesamtstichprobe führt höchstwahrscheinlich dazu, dass die gefundenen Entwicklungsverläufe im Bezug auf die mittleren Verluste leicht unterschätzt werden. Um den Effekt ansatzweise abzuschätzen, kann man die Drop-Out Häufigkeiten in Abhängig vom erzielten Fitnessindex der letzten Teilnahme (Tabelle 14) heranziehen. Die Drop-Out Häufigkeit ist bei Personen des untersten Dezils um 9,6% erhöht. Bezogen auf das N dieser Gruppe sind das ca. 12 Personen, die nicht erscheinen. Wiederum bezogen auf die Schätzung der durchschnittlichen mLf anhand von 509 Personen sind die auftretenden Verzerrungen im Bereich von unter 2% zu erwarten.

Wie hoch die tatsächliche Unterschätzung der Verluste in den betrachteten Entwicklungsverläufen ist, lässt sich jedoch ohne eine erzwungene Vollerhebung niemals vollständig aufklären. Die im Zuge dieser Analysen ermittelten Verzerrungen beziehen sich immer auf die Ausprägung der betrachteten Variablen zum Zeitpunkt der letzten Untersuchung, nicht jedoch zum Zeitpunkt des Drop-Outs. Beispielsweise wird eine Person, die 2010 nicht zur Untersuchung erscheint, aufgrund ihres BMIs im Jahr 2002 kategorisiert. Um die tatsächlichen Verzerrungen zu ermitteln, hätten theoretisch auch die Ereignisse und Entwicklungen, die im Zeitraum zwischen der letzten Messung und dem Dropout stattfanden, abgebildet werden müssen, d.h. die Merkmale der Person zum Zeitpunkt des Nichterscheinens (BMI im Jahr 2010). Dazu wäre eine Telefonbefragung der Nichtteilnehmer zu jedem Messzeitpunkt notwendig. Durch Drop-Out entstandene Verzerrungen werden hier daher höchstwahrscheinlich unterschätzt, da kritische Lebensereignisse und Veränderungen der betrachteten Variablen im Zeitraum nach dem jeweils letzten Messzeitpunkt der Person nicht erfasst wurden. Es liegt nahe, dass die Unterschiede zwischen Respondern und Nonrespondern zum Zeitpunkt der Untersuchung, zu der die Nonresponder nicht erscheinen, stärker ausgeprägt sind, als noch zum vorangegangenen Messzeitpunkt. Da Nonresponder meist aktiv entscheiden, nicht mehr untersucht werden zu wollen, ist es jedoch schwer, mehr über diese Personen zu erfahren. Möglichkeiten sind hier

Telefoninterviews oder Hausbesuche, die für zukünftige Messzeitpunkte diskutiert werden sollten.

Neben der Darstellung von Entwicklungsverläufen werden im Zuge dieser Arbeit auch Zusammenhänge zwischen erfassten Merkmalen und der Einfluss von personenspezifischen Merkmalen auf die Entwicklungsverläufe dargestellt. Bei der Analyse von Zusammenhängen werden vom Drop-Out betroffene Merkmale wie beispielsweise Aktivität und sozialer Status bei den Analysen mit betrachtet. In diesem Fall äußern sich die Drop-Out-Verzerrungen vor allem in einem Verlust der statistischen Test-Power, nicht jedoch in einer fehlerhaften Schätzung von Zusammenhängen oder Einflussfaktoren.

Ein Beispiel:

Im Zuge der Analysen dieser Arbeit wird der Einfluss von sportlicher Aktivität auf die Ausdauerleistungsfähigkeit analysiert. Erscheinen nun signifikant weniger sportlich inaktive Personen zur Untersuchung, so beeinflusst dies weder die mittlere Ausdauerleistungsfähigkeit der Sportler, noch die mittlere Ausdauerleistungsfähigkeit der Inaktiven. Es ist lediglich denkbar, dass die Konfidenzintervalle der Schätzung der Ausdauerleistungsfähigkeit der Inaktiven relativ groß werden, da das N in dieser Substichprobe gering ist.

6 Methodik der Studie

Eine ausführliche Beschreibung der Entwicklung der Methodik der Untersuchung mit allen beteiligten Kooperationspartnern findet sich bei Tittlbach (2002, S. 116ff). Im Folgenden werden die im Zuge dieser Arbeit berechneten Indizes der Konstrukte „Aktivität“, „Gesundheit“ und „motorische Leistungsfähigkeit“ erläutert und deskriptiv dargestellt. Neben den Gesamtmittelwerten der gebildeten Skalen werden die Ergebnisse hinsichtlich Geschlecht und vier Altersgruppen zum jeweiligen Messzeitpunkt unterschieden. Grundlage ist der Datensatz Stand Dezember 2014. Eine ausführliche Deskription aller in dieser Arbeit verwendeten Rohdaten findet sich im Anhang der Arbeit.

6.1 Körperliche Aktivität

Die Bad Schönborn Studie zeichnet sich durch eine umfassende und differenzierte Erfassung der körperlichen Aktivität aus. Erfassungsinstrument ist ein Fragebogen, der in Kooperation mit dem UKK Institut in Tampere eigens für die Studie entwickelt wurde (Woll, 1995; Woll et al., 1997). Die Erhebung der körperlichen Aktivität gliedert sich in drei Bereiche:

- sportliche Aktivität („sport activity“, SA)
- habituelle Aktivität: Körperliche Aktivität in der Freizeit außer beim Sport („habitual activity“, HA oder Alltagsaktivität)
- körperliche Aktivität im Beruf („work related activity“, WRA)

In den Bereichen SA und HA wurde die Aktivität in Form von Dauer und Intensität (Art der Aktivität) erfasst. Mit diesen Informationen lassen sich Aktivitätsminuten, MET-Stunden und anhand von Geschlecht und Körpergewicht auch verbrauchte Kalorien berechnen (vgl. Abbildung 16).

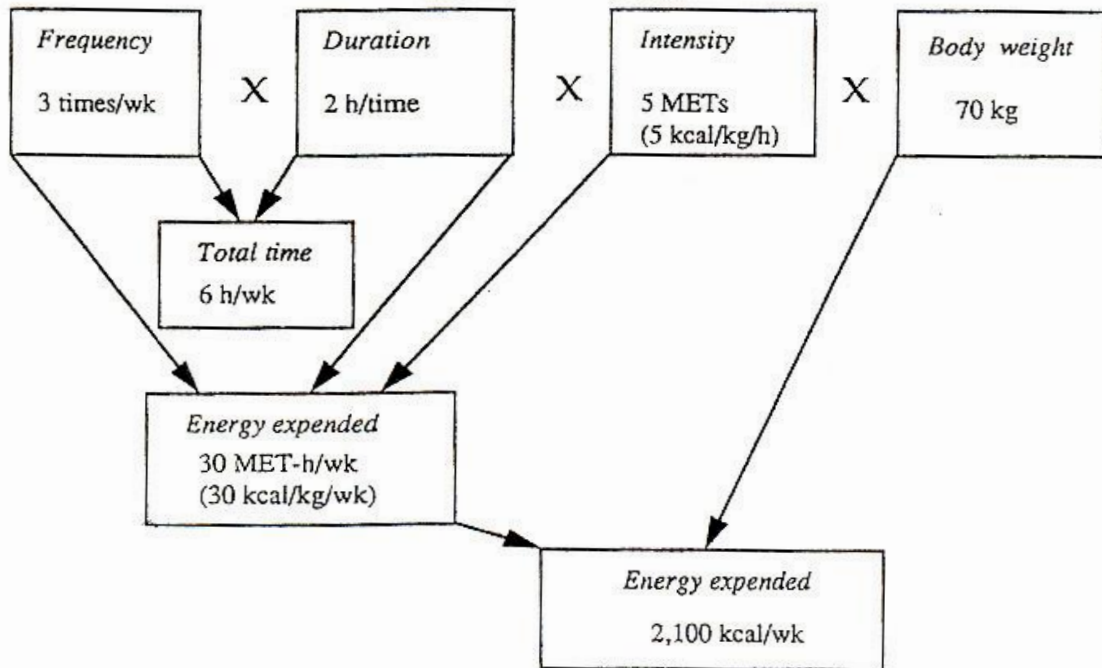


Abbildung 16: Zielgrößen einer Fragebogenuntersuchung zur körperlichen Aktivität (Kriska & Caspersen, 1997)

Im Folgenden wird die Methodik der drei Aktivitätsindizes SA, HA und WRA ausführlich beschrieben.

6.1.1 Index sportliche Aktivität (SA)

Alle Teilnehmer und Teilnehmerinnen wurden zunächst gefragt, ob sie Sport, Fitnessübungen oder Gymnastik betreiben⁵. Die dadurch klassifizierten Sporttreibenden wurden zunächst in Form von kategorialen Items zum Ausmaß ihrer Aktivität (Häufigkeit, Dauer und Intensität) befragt. Anschließend erfolgte eine detaillierte Erfassung der Aktivität in Form von Art der Aktivität, Dauer in Minuten und Anzahl der Wochen im Jahr (vgl. Abbildung 17).

⁵ Im Jahr 1992 wurde lediglich nach allgemeinem Sporttreiben gefragt.

Treiben Sie Sport?

ja

nein

Wenn Sie "ja" angekreuzt haben, gehen Sie bitte weiter zur Frage 3).

1. Wenn Sie keinen Sport treiben, betreiben Sie Gymnastikübungen oder Fitness?

ja

nein

Wenn Sie "nein" angekreuzt haben, gehen Sie bitte weiter zur Frage 12).

2. Wie intensiv ist Ihre sportliche Aktivität dabei in der Regel?

locker und leicht (ohne Schwitzen oder Kurzatmigkeit)

flott und zügig (etwas Schwitzen und Kurzatmigkeit)

hart und angestrengt (deutliches Schwitzen und Kurzatmigkeit)

3. Wie oft sind Sie in der Regel sportlich aktiv?

weniger als einmal pro Woche

einmal pro Woche

zweimal pro Woche

dreimal oder öfter pro Woche

4. Wie lange dauern Ihre Übungseinheiten in der Regel? (Bitte berücksichtigen Sie nur die reine Übungszeit ohne Transportwege, Duschen, ...)

weniger als 20 Minuten

20 bis 40 Minuten

mehr als 40 Minuten

5. Welche Sportarten betreiben Sie?

Sportart	Min./Woche	Km/Woche	Wie viele Wochen pro Jahr betreiben Sie diese Sportart?
Joggen			
Schwimmen			
Rad fahren			
Wandern/ Walking			
Skilanglauf (im Winter)			
Andere Sportarten: (Zusätzliche Sportarten bitte eintragen)			
Gymnastik			
Tennis			

Abbildung 17: Aktivitätsfragebogen (nach Woll et al., 1997)

Obwohl eine Differenzierung zwischen sporttreibenden und nichtsporttreibenden Personen durch die Frage „Treiben Sie Sport“ relativ eindeutig vorgenommen werden kann, ergeben sich aus den deskriptiven Daten inhaltliche Zweifel an diesem Vorgehen. Operationalisiert man das Sporttreiben anhand dieser Frage, so klassifizieren sich in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht bis zu 92% der Befragten als sportlich aktiv (vgl. Rohdaten im Anhang). Dies steht zum einen im Widerspruch zur Alltagsrealität, zum anderen lassen sich ohne Quantifizierung der sportlichen Aktivität Effekte auf beispielsweise die Konstitution oder die Gesundheit nur eingeschränkt nachweisen. Erst bei einem bestimmten Ausmaß an sportlicher Aktivität wird diese nachweislich gesundheitswirksam. Man spricht vom Dosis-Wirkungs-Prinzip (Paffenbarger, 1988; Oja, 2001). In der Literatur existieren verschiedene Empfehlungen für gesundheitswirksames Sporttreiben. Pate und Mensink empfehlen beispielsweise eine halbe Stunde sportliche Aktivität täglich (Pate, Pratt & Blair, 1995; Mensink, Ziese & Kok, 1999). Paffenbarger berichtet von einer gesundheitsförderliche Wirkung bei einem wöchentlichen Kalorienverbrauch zwischen 1200 und 3500 kcal (Paffenbarger, 1988). Nach Bös liegt die Schwelle bei etwa 800kcal pro Woche. Dies entspricht einer Aktivität von 90 Minuten pro Woche mit moderater Intensität (vgl. z.B. Bös, Krug & Schmidt, 2010). Die WHO empfiehlt derzeit im Alter von 18-64 Jahren mindestens 150 Minuten Sport pro Woche mit moderater Intensität oder 75 Minuten mit hoher Intensität (World Health Organization, 2010). Dies entspricht umgerechnet einem Kalorienverbrauch von zusätzlich 1000kcal pro Woche.

Um den Einfluss der sportlichen Aktivität quantitativ darzustellen, wurde aus den Informationen zur Art und Dauer der Aktivität, sowie der Anzahl der Wochen pro Jahr, in denen die Aktivität ausgeübt wird, ein intensitätsgewichteter Index gebildet. Dabei wurde jeder sportlichen Aktivität ein durchschnittlicher MET-Verbrauch anhand der Klassifizierung nach Ainsworth et al. (2011) zugeordnet. Fehlende Angaben hinsichtlich der Wochen pro Jahr wurden durch den Durchschnittswert der jeweiligen Sportart ergänzt. Es ergab sich zunächst folgende Berechnung der MET-Stunden:

$$MET * h = d * Int. * \frac{w}{52} \quad (1)$$

Wobei gilt:

-d: Dauer der Aktivität in Stunden

-Int: Intensität nach Ainsworth (2011) in METs

-w: Wochen pro Jahr in denen die Aktivität ausgeführt wird

Für die Festlegung der METs nach Art der Aktivität wurde die Information über die ausgeübte Sportart herangezogen. Tabelle 16 zeigt die am häufigsten genannten Sportarten und deren zugeordneten MET-Klassifikationen nach Ainsworth und Kollegen (2011).

Tabelle 16: MET-Stunden der häufigsten Sportarten

Sportart	MET pro Stunde
Joggen	7,0
Radsport*	8,0
Schwimmen	7,0
Ski/Snowboard	7,0
Gymnastik	4,0
Tennis	7,0
Fußball	7,0
Wandern	6,0
Tanzen	4,5
Kegeln	3,0
Fitnessstraining	5,5
Inline-Skating	5,5
Badminton	7,0
Yoga	2,5

*: Nicht Rad fahren als Transportmittel

Durch Multiplikation mit dem Gewicht der Probanden erhält man die durch sportliche Aktivität verbrauchten Kalorien:

$$MET * h * kg = Kcal \quad (2)$$

Tabelle 17 bis Tabelle 20 zeigen die Ergebnisse der Frage "Treiben Sie Sport", sowie den berechneten Kalorienverbrauch der Sportler. Die Ergebnisse legen nahe, dass die rein subjektive Einschätzung von Sporttreiben den Prozentsatz, der in einem gesundheitlich wirksamen Rahmen Sporttreibenden, überschätzt. In Abhängigkeit von Alter und Geschlecht verbrennen nur 14-60% der Stichprobe mehr als 800kcal pro Woche durch sportliche Aktivität, was nach Bös die relevante Schwelle für gesundheitlich wirksames Sporttreiben darstellt.

Tabelle 17: Verschiedene Definitionen gesundheitswirksamen Sporttreibens 1992

1992		N	Treiben Sie Sport?	Kalorienindex Mittelwert ±Stabw [kcal der Sportler/W]	Sportler >800kcal/W	Sportler >1200kcal/W
m	33-40j	84	72,6%	1535,6±1290,4	51,2%	36,9%
	41-50j	84	71,4%	1202,4±1170,0	39,3%	25,0%
	51-60j	70	38,6%	1372,5±1514,3	20,3%	10,1%
	61-77j	-	-	-	-	-
	Σ	238	62,2%	1371,9±1283,5	38,0%	24,9%
w	33-40j	93	58,1%	855,8±692,0	19,8%	13,2%
	41-50j	78	62,8%	1031,8±888,3	25,6%	20,5%
	51-60j	71	35,2%	956,5±916,1	14,3%	8,6%
	61-77j	-	-	-	-	-
	Σ	242	52,9%	942,5±812,0	20,1%	14,2%
Gesamt		480	57,5%	1174,3±1111,0	28,0%	19,0%

Tabelle 18: Verschiedene Definitionen gesundheitswirksamen Sporttreibens 1997

1997		N	Treiben Sie Sport?	Kalorienindex Mittelwert ±Stabw [kcal der Sportler/W]	Sportler >800kcal/W	Sportler >1200kcal/W
m	33-40j	83	78,3%	1160,1±1197,3	42,9%	20,8%
	41-50j	68	73,5%	1304,2±1041,0	43,9%	25,8%
	51-60j	65	70,8%	1042,4±944,6	37,5%	16,1%
	61-77j	7	-	-	-	-
	Σ	223	74,0%	1178,4±1075,6	41,7%	20,9%
w	33-40j	90	65,6%	789,5±711,9	25,3%	12,0%
	41-50j	65	72,3%	844,5±941,9	28,3%	15,0%
	51-60j	66	66,7%	696,4±762,2	16,7%	6,7%
	61-77j	5	-	-	-	-
	Σ	226	67,3%	782,5±798,7	23,7%	11,1%
Gesamt		449	70,6%	990,2±972,7	32,7%	16,0%

Tabelle 19: Verschiedene Definitionen gesundheitswirksamen Sporttreibens 2002

2002		N	Treiben Sie Sport?	Kalorienindex Mittelwert ±Stabw [kcal der Sportler/W]	Sportler >800kcal/W	Sportler >1200kcal/W
m	33-40j	59	83,1%	946,7±875,5	30,9	21,8
	41-50j	69	85,5%	1436,7±1412,2	47,2	33,3
	51-60j	55	78,2%	1092,7±1018,8	40,4	23,4
	61-77j	45	51,1%	1305,4±814,5	22,9	17,1
	Σ	229	76,0%	1174,4±1112,5	36,1	24,5
w	33-40j	56	87,5%	1033,2±1187,6	38,6	25,0
	41-50j	58	86,2%	989,2±914,9	40,8	20,4
	51-60j	45	75,6%	858,5±783,9	28,6	14,3
	61-77j	38	76,3%	517,9±541,2	9,1	4,5
	Σ	201	82,1%	920,6±952,0	32,5	18,2
Gesamt		430	78,8%	1057,5±1047,3	34,5	21,7

Tabelle 20: Verschiedene Definitionen gesundheitswirksamen Sporttreibens 2010

2010		N	Treiben Sie Sport?	Kalorienindex Mittelwert \pm Stabw [kcal der Sportler/W]	Sportler >800kcal/W	Sportler >1200kcal/W
m	33-40j	-	-	-	-	-
	41-50j	43	79,1%	1480,6 \pm 894,2	55,3%	42,1%
	51-60j	47	82,6%	1440,0 \pm 1361,5	50,0%	40,5%
	61-77j	68	68,2%	1322,8 \pm 860,3	43,9%	28,8%
	Σ	155	75,5%	1403,6 \pm 1047,2	48,6%	35,6%
w	33-40j	-	-	-	-	-
	41-50j	45	90,9%	1074,1 \pm 822,1	59,1%	40,9%
	51-60j	51	92,0%	1033,0 \pm 762,1	50,0%	30,4%
	61-77j	60	67,8%	1046,8 \pm 864,4	30,4%	23,2%
	Σ	153	82,4%	1051,4 \pm 807,0	50,0%	30,8%
Gesamt		308	78,9%	1218,8 \pm 943,4	46,9%	30,4%

Die Daten zeigen deutlich, dass eine Quantifizierung der sportlichen Aktivität ratsam ist, um etwaige Effekte aufzudecken. Bei den vorliegenden Daten stellt sich dabei die Frage, ob dies Anhand von Minuten, MET-Minuten bzw. MET-Stunden oder verbrauchten Kilokalorien getan wird. Die Verwendung von Kalorienindizes zur Quantifizierung von körperlicher Aktivität wird derzeit kontrovers diskutiert. Grundsätzlich wird der Kalorienverbrauch durch den Ruheumsatz (non-exercise-activity thermogenesis NEAT), den Umsatz durch körperliche Aktivität (exercise-associated thermogenesis, EAT), sowie den durch die Aufnahme, Speicherung und Verarbeitung von Nahrung induzierten Umsatz definiert (Snyder et al., 2004; Levine, 2007; Alahmadi et al., 2011). Zwar erlauben sowohl Akzelerometermessungen (Taraldsen, Chastin, Riphagen, Vereijken & Helbostad, 2011), als auch Fragebogenerhebungen (Ainsworth et al., 2011) und physikalisch-chemische Messmethoden wie beispielsweise die doubly-labeled-water Methode (Shriver, Racine & Schoeller, 2013) die Abschätzung von Kalorienumsätzen, die Ergebnisse sind dabei jedoch grundsätzlich nicht vergleichbar. Grund dafür ist, dass die körperliche Aktivität innerhalb der Methoden unterschiedlich operationalisiert wird. Die beiden erstgenannten Methoden erfassen nur den durch EAT induzierten Kalorienumsatz, die doubly-labeled-water Methode die Summe aller drei. Jeder der Methoden liegen außerdem unterschiedliche Fehlerquellen zugrunde. Während bei der doubly-labeled-water Methode der Kalorienumsatz nicht explizit EAT oder NEAT zugeordnet werden kann, unterschlagen Akzelerometermessungen oder Fragebogenuntersuchungen beispielsweise den Anstieg der Thermogenese im Anschluss an ein Training. Dieser ist wiederum Abhängig von Genetik, Muskelmasse sowie Dauer und Intensität der Aktivität und somit

a posteriori nur schwer zu schätzen. Außerdem können anhand von vielen Beschleunigungssensoren nicht alle Formen von sportlicher Aktivität (z.B. Schwimmen, versch. Formen des Kraftsports) erfasst werden.

Betrachtet man die Effekte von körperlicher Aktivität aus physiologischer Sichtweise, so macht es durchaus Sinn, die sportliche Aktivität mit dem Körpergewicht zu multiplizieren, um die geleistete Arbeit zu erhalten. Im Hinblick auf Herz-Kreislauf-Belastungen und die damit verbundenen Adaptationsmechanismen lassen sich beispielsweise bei gleicher Laufdauer und Geschwindigkeit für einen 100kg schweren Menschen deutlich höhere Effekte erwarten als für eine 60kg schwere Person. Ebenso verhält es sich, wenn das Ziel der Aktivität eine Gewichtsreduktion darstellt.

Trotz dieser Vorteile wird in den folgenden Analysen nicht auf den Kalorienindex zurückgegriffen. Dies hat folgenden Grund: Durch die Multiplikation mit dem Gewicht ergibt sich bei einheitlicher Dauer und Intensität der körperlichen Aktivität eine positive Korrelation zwischen verbrauchten Kalorien und dem Körpergewicht. Bei Interventionsstudien führt dies dazu, dass bei konstanten Aktivitätsparameter Personen mit hohem Körpergewicht stets höhere Effekte hinsichtlich der verbrauchten Kalorien erzielen (vgl. z.B. Ross et al., 2000). Im kontrollierten Fall einer experimentellen Studie ist dieser positive Zusammenhang zwischen verbrauchten Kalorien und dem Körpergewicht kausal und seine Erfassung erwünscht. Personen mit höherem Körpergewicht leisten tatsächlich mehr Arbeit. Daraus ergibt sich, dass sich in diesen Fällen Effekte mit einer Quantifizierung der Aktivität in Form von verbrauchten Kalorien genauer vorhersagen lassen als mit einer Quantifizierung in Form von lediglich Umfang und Intensität der Aktivität. Unter der theoretischen Annahme einer fehlerfreien Bestimmung der verbrauchten Kalorien ist dies durchaus korrekt, was den Einsatz von Kalorienindizes bei Interventionsstudien wie die von Ross et al. (2000) rechtfertigt.

Die positive Korrelation zwischen Kalorienindex und Körpergewicht hat jedoch einen entscheidenden Nachteil. In epidemiologischen Studien sind sowohl das Körpergewicht (z.B. in Form des BMI), als auch die Aktivität relevante Variablen in verschiedenen Forschungsfragen. Kommt es zu einer fehlerhaften Bestimmung der Aktivität, beispielsweise verursacht durch Überschätzung bei einer subjektiven Erfassungsmethode wie dem Fragebogen, so führt der Zusammenhang zwischen Aktivität und Körpergewicht zur

der Ergebnisse. Dies lässt sich gut an einem einfachen Beispiel veranschaulichen: Angenommen bei einer Fragebogenstudie mit Erwachsenen im hohen Alter überschätzen sich alle Personen um im Mittel eine Stunde körperliche Aktivität pro Woche. Die Korrelation (z.B. $r = -.20$) zwischen körperlicher Aktivität in Minuten pro Woche und dem BMI zeigt sich davon gänzlich unbeeindruckt. Multipliziert man die Aktivität jedoch mit dem Körpergewicht, so wird auch die für den Organismus irrelevante Stunde anhand des Körpergewichts gewichtet. Das führt dazu, dass sich Menschen mit höherem Körpergewicht hinsichtlich des Kalorienverbrauchs stärker überschätzen, als solche mit weniger Körpergewicht. Die Korrelation zwischen Kalorienindex und Körpergewicht steigt. Dieser Umstand lässt sich auch anhand der vorliegenden Daten beobachten. Ein Vergleich der beiden Methoden lässt vermuten, dass dies bei Fragebogenstudien häufig der Fall ist (vgl. Tabelle 21)

Tabelle 21: Korrelation zwischen MET*h und BMI, sowie Kcal und BMI

		MET*h/w --- BMI			Kcal/w --- BMI		
		N=	r=	p=	N=	r=	p=
Jahr	1992	469	-.14	<.01	469	-.05	.28
	1997	400	-.11	.03	400	-.03	.57
	2002	325	-.10	.06	325	.00	.99
	2010	288	-.13	.03	288	-.01	.90

Tabelle 22 bis Tabelle 25 zeigen die deskriptiven Ergebnisse hinsichtlich des berechneten Kalorienindex und des MET-Stundenindex für sportliche Aktivität.

Tabelle 22: Aktivitätsindizes 1992

1992		N	Mittelwert MET-Stunden/W	Stabw [MET-Stunden/W].	Mittelwert [Kcal/W]	Stabw. [Kcal/W]
m	33-40j	84	8,18	11,76	1096,85	1292,52
	41-50j	84	9,14	11,93	830,20	1119,30
	51-60j	69	3,62	10,39	477,40	1099,65
	61-77j	-	-	-	-	-
	Σ	237	7,45	11,54	821,99	1199,26
w	33-40j	91	8,18	11,76	489,01	672,85
	41-50j	78	9,14	11,93	621,72	854,18
	51-60j	70	4,62	10,39	300,6	674,85
	61-77j	-	-	-	-	-
	Σ	239	7,45	11,54	477,14	745,22
Gesamt		476	8,86	13,73	648,84	1011,25

Tabelle 23: Aktivitätsindizes 1997

1997		N	Mittelwert MET-Stunden/W	Stabw [MET-Stunden/W].	Mittelwert [Kcal/W]	Stabw. [Kcal/W]
m	33-40j	77	11,14	14,76	1203,95	1160,81
	41-50j	66	11,49	13,53	948,47	1061,15
	51-60j	56	8,65	10,84	707,32	917,39
	61-77j	7	8,84	11,50	706,30	911,19
	Σ	206	10,50	13,26	858,05	1056,93
w	33-40j	83	8,01	19,50	513,65	686,31
	41-50j	60	9,52	14,00	605,22	882,53
	51-60j	60	6,34	10,19	441,08	692,01
	61-77j	4	3,00	6,00	253,80	507,6
	Σ	207	7,87	11,49	514,14	746,17
Gesamt		413	9,18	12,46	685,68	929,44

Tabelle 24: Aktivitätsindizes 2002

2002		N	Mittelwert MET-Stunden/W	Stabw [MET-Stunden/W].	Mittelwert [Kcal/W]	Stabw. [Kcal/W]
m	33-40j	55	9,73	10,73	791,81	873,89
	41-50j	54	13,79	15,73	1170,63	1391,19
	51-60j	47	9,65	13,06	790,48	994,36
	61-77j	35	6,25	10,73	484,85	802,30
	Σ	191	10,22	13,05	842,33	1080,31
w	33-40j	44	13,43	19,76	868,86	1151,96
	41-50j	49	12,67	13,92	827,69	913,19
	51-60j	35	8,49	11,06	563,16	754,04
	61-77j	22	4,33	6,37	306,05	485,07
	Σ	150	10,70	14,81	701,77	924,06
Gesamt		341	10,42	13,83	780,50	1015,87

Tabelle 25: Aktivitätsindizes 2010

2010		N	Mittelwert MET-Stunden/W	Stabw [MET-Stunden/W].	Mittelwert [Kcal/W]	Stabw. [Kcal/W]
m	33-40j	-	-	-	-	-
	41-50j	38	13,46	12,05	1129,95	1005,99
	51-60j	42	14,06	16,48	1165,75	1348,90
	61-77j	66	10,49	11,76	861,84	938,96
	Σ	146	12,29	13,36	1019,05	1090,25
w	33-40j	-	-	-	-	-
	41-50j	44	14,39	12,29	1000,90	838,87
	51-60j	46	14,81	13,62	943,14	784,71
	61-77j	56	9,20	12,30	635,55	845,25
	Σ	146	12,53	12,91	842,57	835,55
Gesamt		292	12,41	13,12	930,81	973,64

Betrachtet man die Mittelwerte der berechneten MET-Stunden und kcal pro Woche in Abhängigkeit des Alters, so fällt der starke Anstieg der sportlichen Aktivität der 51-60-Jährigen zwischen den Jahren 1992 und 1997 auf. Gegen eine rein methodische Ursache spricht hier die Tatsache, dass die Veränderungen in anderen Altersgruppen nicht vorhanden sind, bzw. sich nur ein schwacher Anstieg zeigt. Die Altersgruppe 51-60 Jahre spiegelt eine Zielgruppe für die Sportart Walking wieder, die in Bad Schönborn stark beworben und gefördert wurde. Es spricht viel dafür, dass die Bad Schönborner Bevölkerung im Zuge des Projektes tatsächlich aktiver wurde.

Die Deskription der Daten zeigt keine starken qualitativen Unterschiede zwischen dem MET-Stunden-Index und dem Kalorienindex. Aufgrund der oben genannten Problematik der Korrelation zwischen Körpergewicht und Kalorienindex wird im Folgenden für die Erstellung der Entwicklungsmodelle auf den MET-Stundenindex (Formel 1) zurückgegriffen, um das Ausmaß der SA zu operationalisieren.

6.1.2 Index habituelle Aktivität (HA)

Die nichtsportliche körperliche Aktivität in der Freizeit wurde anhand der Tätigkeiten Fahrradfahren in der Freizeit, tägliche Wegstrecken zu Fuß, sowie anderen anstrengenden Freizeitaktivitäten (z.B. Gartenarbeit) operationalisiert. Die Teilnehmer konnten entweder Kilometer oder Minuten angeben, um ihre Aktivitäten zu quantifizieren.

- a) Wie viele Minuten gehen Sie in der Regel täglich zu Fuß?
- b) Benutzen Sie das Fahrrad -wenn das Wetter es zulässt- täglich oder fast täglich zur Fortbewegung (zur Arbeit, zum Einkaufen, etc.) an einem typischen Wochentag? Wenn ja, wie viele Kilometer sind das täglich? Wie viele Minuten fahren Sie in der Regel täglich Fahrrad?
- c) Wie viele Minuten verbringen Sie täglich mit anstrengenden Freizeittätigkeiten (z.B. Gartenarbeit)?

Zur Quantifizierung der Aktivität „zu Fuß gehen“ wurde zunächst die zurückgelegte Wegstrecke in eine Dauer umgerechnet:

$$Dauer = \frac{Strecke}{3,5} * 60$$

Anschließend wurden durch Multiplikation mit 2,5 MET für gemütliches Gehen (Ainsworth et al., 2011) und des Jahresfaktors (48/52), die MET-Stunden bestimmt.

$$\text{zu Fuß gehen: } MET * h = Dauer * 2,5 * \frac{48}{52}$$

Durch Multiplikation mit dem Körpergewicht erhält man auch hier (für die folgenden Aktivitäten nicht weiter dargestellt) den zugehörigen Kalorienindex.

$$MET * h * kg = kcal$$

Zur Bestimmung des MET-Stunden-Index für Radfahren wurde die tägliche Radstrecke mit einer mittleren Geschwindigkeit von 12km/h in Stunden umgerechnet. Anschließend wurden die MET-Stunden anhand einer mittleren Intensität von 4 MET für gemütliches Radfahren (Ainsworth et al., 2011) berechnet

$$\text{Radfahren: } MET * h = Dauer * 4 * \frac{48}{52}$$

Entsprechend ergeben sich die MET-Stunden für anstrengende Freizeittätigkeiten mit einem Mittelwert von 4 MET für verschiedene Freizeitaktivitäten (Ainsworth et al., 2011):

$$\text{Freizeittätigkeiten: } MET * h = Dauer * 4 * \frac{48}{52}$$

Die gesamte habituelle Aktivität in der Freizeit (HA) wurde aus der Summe der oben genannten Indizes gebildet:

$$HA: MET * h = MET * h_{Tätigkeit} + MET * h_{Rad} + MET * h_{Gehen}$$

6.1.3 Index körperliche Aktivität im Beruf (WRA)

Zur Erfassung der körperlichen Aktivität im Beruf wurde anhand von Angaben zur Art der überwiegenden Beanspruchung („überwiegend sitzend“, „stehend“, oder „in Bewegung“) und der Belastung („keine besondere körperliche Anstrengung“, „mäßige körperliche Anstrengung“, „schwere körperliche Anstrengung“) eine entsprechende Intensität in MET berechnet. Diese wurde mit einem durchschnittlichen körperlichen Arbeitspensum von 30 Stunden pro Woche für Vollzeitbeschäftigte, 15 Stunden pro Woche für Halbtagsbeschäftigte und 0 Stunden pro Woche für Rentner sowie einem Jahresfaktor von 46/52 verrechnet.

$$WRA: MET * h = Dauer * MET * \frac{46}{52}$$

Die entsprechenden MET-Klassifikationen ergeben sich nach Ainsworth et al. (Ainsworth et al., 2011; 2011) wie in Tabelle 26 aufgeführt.

Tabelle 26: MET-Klassifikationen Arbeitsplatzaktivität nach Ainsworth (2011)

Art der beruflichen Tätigkeit	MET
überwiegend sitzend, ohne Anstrengung	1
überwiegend sitzend, mäßige Anstrengung	1,5
überwiegend sitzend, schwere Anstrengung	2
überwiegend stehend, ohne Anstrengung	1,8
überwiegend stehend, mäßige Anstrengung	3
überwiegend stehend, schwere Anstrengung	3,5
überwiegend in Bewegung, ohne Anstrengung	2
überwiegend in Bewegung, mäßige Anstrengung	3,5
überwiegend in Bewegung, schwere Anstrengung	5

6.2 Motorische Leistungsfähigkeit

Die mLf wurde mit Hilfe verschiedener sportmotorischer Tests erfasst. Es handelt sich dabei um eine heterogene Testbatterie mit verschiedenen Messkonzepten (Bös & Woll, 1993). Die Testbatterie wurde in Kooperation mit dem UKK-Institut eigens für die Studie entwickelt. Erhoben wurde die aerobe Ausdauer, die Kraft der größten Muskelgruppen, sowie Beweglichkeit und Koordination. Eine ausführliche Beschreibung der Tests findet sich im Methodenband I (Woll, 1995). Die hier aufgeführten Beschreibungen sind Zusammenfassungen dieser Quelle. Tabelle 27 zeigt die durchgängig erhobenen Testaufgaben, die in die verwendeten Skalen der Motorik mit einfließen.

Tabelle 27: Theoretische Einordnung der Testaufgaben der Motorik

		Ganzkörper	Teilkörper			Haltung
			Obere Ex.	Rumpf	Untere Ex.	
Ausdauer	Aerobe Ausdauer	2km Walking-Test				
	Anaerobe Ausdauer					
Kraft	Kraftausdauer		Liegestütz	Sit-Up		
	Maximalkraft				Handgrip	
	Schnellkraft				Jump & Reach	
Koordination	Koord. unter Zeitdruck	(Wurf mit Drehung)				
	Koord. unter Präzisionsdruck	Wurf an die Wand, Achterkreisen, Wurf mit Drehung Ball umgreifen				Einbeinstand
Beweglichkeit			BWS re./li.	Side-Bench	Ischio. re./li.; Rectus fem. re./li.; Sit & Reach	
Schnelligkeit	Aktionsschnelligkeit					
	Reaktionsschnelligkeit					

Mit Ausnahme der Schnelligkeit, die aufgrund ihrer geringen Relevanz für Alltag und Gesundheit nicht erfasst wurde, bilden die durchgeführten Testaufgaben eine Testbatterie, die die verschiedenen Fähigkeitsdimensionen der mLf nach Bös (1987) abdeckt. Eine ausführliche Beschreibung der Testaufgaben findet sich im Anhang dieser Arbeit.

6.2.1 Ausschlusskriterien

Im Anschluss an die ärztliche Untersuchung erfolgte zu jedem Messzeitpunkt eine Einstufung des Arztes, inwieweit die Teilnehmer an den motorischen Tests teilnehmen können. Diese Einstufung wurde im Laufe der verschiedenen Erhebungswellen immer wieder diskutiert. Thematisiert wurde, ob die Ausschlusskriterien zu locker gewählt wurden und damit zu viele Personen für die Tests verloren gingen. Tabelle 16 zeigt die prozentuale Häufigkeit der Ausschlüsse über die Jahre in Abhängigkeit von der Testart.

Tabelle 28: Ausschlüsse aus den Motoriktests 1992 bis 2002

Ausschluss	Koordination		Beweglichkeit		Kraft		Ausdauer	
	Aus-schluss	Teilw. A.	Aus-schluss	Teilw. A.	Aus-schluss	Teilw. A.	Aus-schluss	Teilw. A.
1992	0,6%	-	0,2%	-	8,5%	-	6,7%	-
1997	0,5%	0,0%	0,2%	0,0%	0,7%	5,0%	2,4%	-
2002	0,8%	0,3%	0,5%	0,3%	2,7%	24,2%	20,7%	-
2010	Nicht erfasst							

Aufgrund hoher Ausschlusszahlen für die Kraft-Tests wurde 1997 die Option eines teilweisen Ausschlusses hinzugefügt. Die Daten zeigen, dass dies zunächst erfolgreich war, jedoch 2002 zu einer Vielzahl an Ausschlüssen in manchen Bereichen der Kraft führte. Beim Ausdaueranteil wurden 2002 20,7% der Probanden ausgeschlossen. Dies kann zum einen am steigenden Alter der Längsschnitteilnehmenden liegen, aber auch an der subjektiven Einschätzung des Studienarztes. Für den vierten Messzeitpunkt liegen keine Daten zu der Häufigkeit von Ausschlüssen vor. Die steigende Anzahl an Ausschlüssen könnte zu einer leichten Unterschätzung der allgemeinen Verlustraten der Ausdauer in den folgenden Modellen geführt haben.

Im Folgenden wird die Durchführung und Bewertung der einzelnen Testaufgaben beschrieben. Eine ausführliche Deskription der Rohdaten der einzelnen Items findet sich im Anhang.

6.2.2 Gütekriterien der Instrumente

Zur Überprüfung der Reliabilität und Validität der verwendeten motorischen Leistungstests wurden in Zusammenarbeit mit dem UKK Institut verschiedene Studien durchgeführt (Suni, 2000; Kolb, 2000). Eine ausführliche Beschreibung der Studien erfolgt bei Tittlbach (2002, S. 121ff). Tabelle 29 & Tabelle 30 geben eine Übersicht über die gefundenen Reliabilitätskoeffizienten.

Tabelle 29: Test-Retest Reliabilitäten der intervallskalierten Items (nach Tittlbach, 2002)

Item	N	Test		Retest		Bias		r
		MW	s	MW	s	t	p	
Liegestütz (Anzahl/40s)	40	12,89	5,05	13,85	4,80	3,80	.00	.94
Jump an Reach (cm)	39	31,15	11,78	31,76	11,64	1,08	.29	.95
Handgrip, rechts (kg)	36	42,40	13,51	41,99	12,84	0,88	.38	.98
Handgrip, links (kg)	36	38,56	12,06	38,85	11,82	0,41	.68	.94
Sit-Up (Anzahl/40s)	39	16,28	9,07	18,05	9,07	3,77	.00	.95
Side Bending, rechts (cm)	40	19,40	3,35	18,89	3,83	1,30	.20	.76
Side-Bending, links (cm)	40	19,49	3,32	19,63	3,16	0,35	.73	.70
Sit and Reach (cm)	40	4,93	8,52	4,59	8,73	0,77	.45	.95

Tabelle 30: Test-Retest Reliabilitäten der ordinalskalierten Items (nach Tittlbach, 2002)

Item	N	Cramer-V	Gamma	Kappa	Prozentuale Übereinstimmung
Wurf an die Wand	40	.38	.61	.27	52,5
Achterkreisen	40	.71	.90	.63	85,0
Einbeinstand (Augen zu)	40	.27	.50	.19	60,0
Wurf mit Drehung	40	.51	.70	.23	57,5
Ball umgreifen	40	.51	.79	.47	65,0
M. Ischiocrurale, rechts	40	.62	.95	.55	70,0
M. Ischiocrurale, links	40	.51	.82	.39	60,0
M. Rectus femoris, rechts	40	.55	.95	.59	77,5
M. Rectus femoris, links	40	.59	.85	.47	70,0
BWS / Schulter, rechts	40	.80	.97	.76	85,0
BWS / Schulter, links	40	.81	.98	.76	85,0

Es zeigen sich gute bis sehr gute Reliabilitätskoeffizienten ($r > .70$; $Kappa > .39$). Ausnahme bilden die ordinalskalierten Items Wurf an die Wand, Einbeinstand (Augen zu) und Wurf mit Drehung. Mit einer prozentualen Übereinstimmungsrate der Testergebnisse von 52% und mehr sind jedoch auch diese Testitems akzeptabel reliabel. Der 2km-Walking-Test wurde von Zakariás, Petrekanits und Laukkanen (2003) auf Validität geprüft. Es ergab sich ein mittlerer Fehler von $0,05 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ und damit eine allgemein gute Übereinstimmung zur Bestimmung der $VO_{2\text{max}}$ mittels Atemgasanalyse.

6.2.3 Skalen der motorischen Fähigkeiten

Aus den Daten der motorischen Testbatterie wurden vier Skalen in den Bereichen Koordination, Beweglichkeit, Kraft und Ausdauer gebildet. Da Items mit verschiede-

nen Einheiten verwendet werden, erfolgte die Skalenbildung nach einer Z-Wert Transformation. Dabei wurden die verschiedenen Testitems nach Woll (1995) anhand der männlichen Teilnehmer zwischen 33 und 36 Jahren im Jahr 1992 standardisiert. Diese Substichprobe erhält einen Z-Wert von 100 Punkten in allen Testitems zur motorischen Leistungsfähigkeit und erlaubt die Beschreibung der motorischen Entwicklung über alle Fähigkeiten hinweg.

Die Z-Wert Transformierung ergibt sich wie folgt:

$$Z = 100 + \frac{\text{Rohwert} - \bar{x}}{\bar{s}} * 10$$

Wobei \bar{x} und \bar{s} Mittelwert und Standardabweichung der 33-36-jährigen Männer zum ersten Messzeitpunkt im Jahr 1992 darstellen.

Die fähigkeitsorientierten Skalen setzen sich damit aus folgenden Items zusammen:

Kraft: Liegestütz, Handgrip, Jump and Reach, Sit-Up

Koordination: Wurf an die Wand, Achterkreisen, Einbeinstand mit geschlossenen Augen, Wurf mit Drehung, Ball umgreifen (jeweils Mittelwert aus beiden Versuchen)

Beweglichkeit: Ischiocrurale rechts & links, Rectus rechts & links, BWS rechts u. links (funktionsorientiert), zwei Versuche Sit and Reach, Side Bendings rechts & links (leistungsorientiert)

Ausdauer: VO₂max der Probanden. 1992 ermittelt anhand eines Fahrradergometertests (Woll, 1995), 1997-2010 anhand eines 2km-Walking-Tests. Die Umrechnung der 2km-Walking-Test Ergebnisse erfolgte nach Laukkanen (1993).

Die bei Woll (1995) beschriebene Syntax zur Erstellung der Skalen hat den Nachteil, dass Personen, die bei mindestens einem Item einen fehlenden Wert aufweisen, auch für die komplette Fähigkeitsskala einen fehlenden Wert zugewiesen bekommen. Um dem Problem der Item-Nonresponse bei aktuell vier Messzeitpunkten Rechnung zu tragen, wurde diese Bedingung gelockert. Für die vorliegende Arbeit wurde eine neue Syntax erstellt, im Zuge derer Personen einen Wert für die motorische Leistungsfähigkeit erhalten, wenn sie...

...mindestens zwei der vier Krafttests mit allen Durchgängen absolviert haben,

...mindestens fünf der zehn Koordinationsaufgaben durchgeführt haben,

...alle leistungsorientierten Beweglichkeitsaufgaben und

...mindestens drei der sechs funktionsorientierten Beweglichkeitsaufgaben durchgeführt haben.

Die Deskription der Skalen, sowie des Mittelwerts aller Skalen (Motorikindex) und die interne Konsistenz der Skalen findet sich in Tabelle 31 bis Tabelle 36. Eine SPSS-Syntax zur Erstellung der Skalen findet sich im Anhang.

Tabelle 31: Deskription Motorikskalen 1992

1992		Kraft			Koordination			Beweglichkeit			Ausdauer		
		N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	s
m	33-40j	82	99,72	7,18	83	99,27	9,54	83	100,04	10,05	74	98,09	9,30
	41-50j	76	94,95	8,75	81	96,41	10,66	80	96,12	11,03	67	95,17	6,76
	51-60j	63	88,07	8,12	69	86,81	19,12	70	90,51	10,89	47	91,17	5,72
	61-77j	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
	Σ	221	94,76	9,25	233	94,59	11,33	233	95,83	11,28	188	95,32	8,08
w	33-40j	83	82,97	6,30	92	92,83	11,59	91	105,31	8,68	66	84,32	5,58
	41-50j	69	78,31	6,72	77	90,82	11,79	76	100,66	10,04	56	84,32	4,93
	51-60j	60	72,63	5,46	68	81,20	10,45	67	99,39	9,40	44	85,72	5,82
	61-77j	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
	Σ	212	78,53	7,48	237	88,84	12,32	234	102,11	9,66	166	84,69	5,43
Gesamt		433	86,81	11,70	470	91,69	12,17	467	98,97	10,95	354	90,34	8,75

Tabelle 32: Deskription Motorikskalen 1997

1997		Kraft			Koordination			Beweglichkeit			Ausdauer		
		N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	s
m	33-40j	79	101,52	5,47	79	93,84	11,32	79	99,58	9,31	77	95,84	6,34
	41-50j	65	96,42	6,44	66	88,05	10,17	66	96,90	9,54	62	92,73	7,66
	51-60j	55	87,39	9,27	58	79,63	8,18	58	88,51	9,00	51	85,45	9,74
	61-77j	7	81,03	7,96	7	75,31	6,07	7	83,13	10,37	7	79,25	4,21
	Σ	206	95,44	9,37	210	87,20	11,89	210	95,13	10,54	197	91,58	9,02
w	33-40j	87	83,64	5,80	86	87,92	10,76	87	106,92	7,96	82	84,01	2,39
	41-50j	55	80,55	7,03	56	84,08	9,90	56	101,63	9,42	53	83,31	2,27
	51-60j	58	72,20	7,18	62	73,78	5,91	62	95,59	10,08	48	80,54	3,11
	61-77j	3	56,69	7,53	3	70,24	1,40	3	87,02	5,21	3	79,15	1,31
	Σ	203	79,13	8,56	207	82,39	11,06	208	101,83	10,29	186	82,84	2,95
Gesamt		409	87,35	12,13	417	84,82	11,72	418	98,47	10,03	383	87,34	8,07

Tabelle 33: Deskription Motorikskalen 2002

2002		Kraft			Koordination			Beweglichkeit			Ausdauer		
		N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	s
m	33-40j	56	103,65	6,31	57	95,04	10,23	57	103,70	9,88	49	96,68	9,66
	41-50j	58	99,04	6,65	60	90,82	9,93	61	101,05	9,13	55	94,10	7,71
	51-60j	37	92,38	7,02	44	83,35	9,16	46	93,56	11,97	32	87,62	7,57
	61-77j	25	84,74	8,12	32	76,60	8,47	33	91,28	12,21	14	80,80	7,85
	Σ	177	97,06	9,33	194	88,03	11,59	198	98,43	11,59	151	92,38	9,67
w	33-40j	52	84,96	5,60	54	89,46	9,51	53	109,01	9,57	48	83,78	2,74
	41-50j	50	80,85	6,65	51	87,77	10,49	52	106,69	9,28	45	84,19	3,58
	51-60j	33	72,40	6,29	37	77,63	8,71	37	100,15	11,81	25	81,20	3,70
	61-77j	20	66,87	6,44	24	74,18	7,64	25	94,02	11,06	14	76,55	5,05
	Σ	159	78,85	8,93	170	84,25	11,08	171	104,15	11,39	136	82,73	4,21
Gesamt		336	88,44	12,90	364	86,266	11,50	369	101,08	11,83	287	87,81	8,98

Tabelle 34: Deskription Motorikskalen 2010

2010		Kraft			Koordination			Beweglichkeit			Ausdauer		
		N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	s
m	33-40j	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
	41-50j	41	99,23	8,96	41	99,79	8,95	43	101,25	8,90	39	93,51	6,89
	51-60j	42	93,32	6,87	44	90,39	10,71	44	96,60	12,04	41	90,48	15,64
	61-77j	56	80,94	9,27	57	78,91	9,61	61	91,50	14,10	46	77,03	12,16
	Σ	139	90,08	11,56	142	88,50	13,03	148	95,85	12,76	126	86,51	14,12
w	33-40j	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
	41-50j	44	82,27	6,66	44	93,59	10,87	44	107,90	8,81	40	83,10	5,34
	51-60j	46	76,32	8,42	46	85,16	10,48	49	102,81	10,70	42	82,24	3,04
	61-77j	47	65,84	6,66	47	75,63	7,70	57	96,88	12,47	41	76,51	5,44
	Σ	137	74,63	9,95	137	84,60	12,16	150	102,05	11,76	123	80,61	5,52
Gesamt		276	82,41	13,26	279	86,58	12,74	298	98,97	12,63	249	83,60	11,15

Tabelle 35: Deskription Motorikindex 1992-2010

Motorik-Index		1992			1997			2002			2010		
		N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	S
m	33-40j	83	99,30	6,05	79	97,71	5,27	57	99,83	5,30	0	-	-
	41-50j	80	95,44	6,15	66	93,39	6,15	61	96,11	6,14	41	98,64	5,12
	51-60j	70	88,55	7,20	58	84,72	7,26	44	88,60	6,78	44	92,35	8,63
	61-77j	0	-	-	7	76,68	5,96	32	83,02	7,50	57	82,12	7,72
	Σ	233	94,74	7,77	210	92,17	8,38	195	94,36	8,74	142	90,06	10,12
w	33-40j	91	92,18	5,86	87	90,75	4,82	53	92,10	5,51	0	-	-
	41-50j	76	89,04	6,20	56	87,49	5,08	51	90,11	5,18	44	91,98	5,62
	51-60j	67	84,95	6,10	61	80,56	4,63	36	83,45	5,50	46	86,57	5,74
	61-77j	0	-	-	3	73,29	2,37	24	78,70	6,05	48	79,13	5,18
	Σ	234	89,10	6,70	207	86,61	6,61	168	87,74	7,28	138	85,71	7,62
Gesamt		467	91,91	7,78	417	89,41	8,04	363	90,76	8,56	280	87,91	9,22

Die Daten zeigen die erwarteten Alters- und Geschlechtseffekte. Die mLf nimmt mit dem Alter ab und die Männer zeigen mit Ausnahme der Beweglichkeit in allen Skalen höhere Werte. Betrachtet man den Motorikindex (Tabelle 35) innerhalb der Altersklassen über die Messzeitpunkte, lässt sich ein schwacher, evtl. durch Selektionseffekte erzeugter, Positivtrend erkennen. Ein direkter Vergleich der Gesamtmittelwerte ist aufgrund der alternden Stichprobe nicht möglich. Eine ausführliche Diskussion der Daten nach ihrer Modellierung folgt im Ergebnissteil dieser Arbeit.

Tabelle 36 gibt eine Übersicht über die interne Konsistenz der Skalen zu allen Messzeitpunkten. Es ergeben sich konstant hohe Werte für die interne Konsistenz als Reliabilitätsmaß, was für die Qualität der ausgewählten Testitems spricht.

Tabelle 36: Interne Konsistenz der Motorikskalen

Interne Konsistenz der Skalen	Koordination		Beweglichkeit		Kraft		Ausdauer	
	Kronbach's Alpha	Anzahl Items	Kronbach's Alpha	Anzahl Items.	Kronbach's Alpha	Anzahl Items.	Kronbach's Alpha	Anzahl Items.
1992	0,82	4	0,78	5	0,80	4	-	1
1997	0,79	4	0,81	5	0,82	4	-	1
2002	0,78	4	0,85	5	0,81	4	-	1
2010	0,78	4	0,85	5	0,81	4	-	1

6.3 Parameter der Gesundheit

Als Parameter der Gesundheit werden die objektive Gesundheit in Form einer Arztschätzung, die subjektive Selbsteinschätzung der Gesundheit und der Body Mass Index als gesundheitsrelevanter Konstitutionsparameter betrachtet. Die Methodik der Erfassung, sowie eine ausführliche Deskription dieser Parameter findet sich im Folgenden.

6.3.1 Body Mass Index

Der Body Mass Index (BMI) wurde mit Hilfe einer geeichten Waage des Herstellers Seca auf festem Untergrund und einem mobilen Stadiometer in allen Untersuchungen einheitlich erfasst. Tabelle 37 zeigt die Mittelwerte des BMI in Abhängigkeit von Messzeitpunkt, Alter und Geschlecht.

Tabelle 37: Deskription BMI 1992-2010

BMI		1992			1997			2002			2010		
		N	Mw	S	N	Mw	S	N	Mw	s	N	Mw	S
m	33-40j	83	26,54	3,75	79	25,56	2,68	57	25,63	2,93	0	-	-
	41-50j	82	26,77	3,33	66	27,09	3,97	59	26,52	3,28	41	26,58	3,08
	51-60j	70	27,24	3,43	61	27,34	3,09	47	27,77	3,82	45	28,02	5,04
	61-77j	0	-	-	7	29,00	2,23	34	27,80	3,83	67	27,89	3,77
	Σ	235	26,83	3,50	213	26,66	3,34	198	26,77	3,51	153	27,58	4,05
w	33-40j	91	23,90	3,27	90	23,83	4,05	53	23,56	3,82	0	-	-
	41-50j	75	25,15	3,83	60	24,71	3,31	55	24,88	3,72	45	25,43	6,03
	51-60j	70	27,08	4,01	64	27,51	4,73	36	25,63	4,65	49	25,68	4,37
	61-77j	0	-	-	3	29,81	3,40	26	26,73	4,04	58	26,64	4,19
	Σ	236	25,24	3,89	217	25,24	4,37	174	24,84	4,11	152	25,97	4,85
Gesamt		471	26,03	3,78	430	25,94	3,95	372	25,87	3,92	305	26,78	4,53

Der BMI zeigt innerhalb der Altersgruppen zwischen den Messzeitpunkten keine auffällige Tendenz die starke Selektionseffekte vermuten ließe. Er steigt mit dem Alter und Männer besitzen im Mittel einen höheren BMI als Frauen.

6.3.2 Gesundheitliche Einschränkungen (objektive Gesundheit)

Die Erfassung der gesundheitlichen Einschränkungen erfolgte im Zuge einer umfassenden ärztlichen Untersuchung. Zunächst füllten die Teilnehmer gemeinsam mit dem Arzt einen Fragebogen zur Eigen- & Familienanamnese aus, danach wurden sie in einem standardisierten Verfahren ärztlich untersucht. Der Studienarzt füllte dabei eine detaillierte Checkliste zum Auftreten von Krankheiten und gesundheitlichen Ein-

schränkungen aus, wobei auch auf die Eigenanamnese eingegangen wurde. Am Ende der Untersuchung gab der Arzt eine Einschätzung zu gesundheitlichen Einschränkungen in den Bereichen Herz-Kreislauf-System, Orthopädie und Neurologie. Diese Einschätzung umfasst in allen Bereichen Ausprägungsmöglichkeiten von 0 (keine Einschränkungen) bis 3 (schwere Einschränkungen). Aus der Summe dieser drei Einschätzungen ergibt sich eine Skala „Gesundheitliche Einschränkungen“ mit den Ausprägungsgraden 0 (keine Einschränkungen) bis 9 (schwere Einschränkungen in allen Bereichen). Tabelle 38 zeigt die Mittelwerte dieser Skala in Abhängigkeit von Messzeitpunkt, Alter und Geschlecht.

Tabelle 38: Deskription gesundheitliche Einschränkungen 1992-2010

Einschränkungen		1992			1997			2002			2010		
		N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	S
m	33-40j	84	1,51	1,25	78	1,00	1,03	57	0,46	1,01	0	-	-
	41-50j	84	2,32	1,60	64	1,33	1,04	60	0,73	1,14	42	1,05	1,04
	51-60j	69	2,84	1,73	60	1,85	1,44	45	1,98	2,48	43	2,14	1,60
	61-77j	0	-	-	7	2,29	1,38	31	1,81	2,29	67	3,24	1,85
	Σ	237	2,19	1,61	209	1,39	1,23	194	1,11	1,89	152	2,32	1,83
w	33-40j	92	1,28	1,10	85	0,64	0,83	54	0,48	1,11	0	-	-
	41-50j	78	1,91	1,52	59	1,32	1,12	54	0,48	1,18	45	1,42	1,23
	51-60j	71	2,79	1,41	61	1,89	1,33	38	1,55	2,25	49	1,94	1,41
	61-77j	0	-	-	3	3,33	1,53	24	2,25	2,15	57	2,81	1,46
	Σ	241	1,93	1,47	208	1,24	1,23	174	0,97	1,73	151	2,11	1,49
Gesamt		478	2,06	1,55	417	1,31	1,23	368	1,04	1,82	303	2,22	1,67

Die gesundheitlichen Einschränkungen nehmen allgemein mit dem Alter zu. Außerdem variieren sie in ihrer Diagnosehäufigkeit leicht zwischen den Messzeitpunkten. Dies könnte auf den nicht auszuschließenden subjektiven Teil der Einschätzung durch die unterschiedlichen Studienärzte zurückzuführen sein. Da die Modellierung der Daten messzeitpunktunabhängig erfolgt, wird diesem Umstand in den Analysen Rechnung getragen.

6.3.3 Selbsteinschätzung der Gesundheit (subjektive Gesundheit)

Die Erfassung der subjektiven Gesundheit erfolgte anhand von fünf Items zum Gesundheitszustand (Bös & Gröben, 1993).

- Item 1: „Wie beschreiben Sie selbst ihren Gesundheitszustand“ (1: „sehr schlecht“, 2: schlecht“, 3: „weder noch“, 4: „gut“, 5: „sehr gut“).

- Item 2: „Wie wirkt sich Ihr derzeitiger Gesundheitszustand auf Ihre berufliche Leistungsfähigkeit aus?“ (1: „sehr negativ“, 2: „negativ“, 3: „überhaupt nicht“, 4: „positiv“, 5: „sehr positiv“).
- Item 3: „Wie wirkt sich ihr derzeitiger Gesundheitszustand auf Ihre Freizeitaktivitäten aus?“ (1: „sehr negativ“, 2: „negativ“, 3: „überhaupt nicht“, 4: „positiv“, 5: „sehr positiv“).
- Item 4: „Wie beschreiben Sie Ihren Gesundheitszustand im Vergleich zu anderen Personen Ihres Alters und Ihres Geschlechtes?“ (1: „viel schlechter“, 2: „schlechter“, 3: „gleich“, 4: „besser“, 5: „viel besser“).
- Item 5: „Hat sich Ihr Gesundheitszustand in den letzten 5 Jahren verändert?“ (1: „sehr verschlechtert“, 2: „verschlechtert“, 3: „gleichgeblieben“, 4: „verbessert“, 5: „sehr verbessert“).

Die Skala „subjektive Gesundheit“ ergibt sich aus der Summe dieser Items mit einer möglichen Range von 5-25. Tabelle 39 zeigt die Mittelwerte der Skala in Abhängigkeit von Messzeitpunkt, Alter und Geschlecht.

Tabelle 39: Deskription subjektive Gesundheit 1992-2010

Subjektive Gesundheit		1992			1997			2002			2010		
		N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	s	N	Mw	S
m	33-40j	82	17,49	2,43	82	17,51	2,55	56	17,20	2,72	0	-	-
	41-50j	79	17,11	2,94	67	17,25	2,79	58	17,00	3,24	41	18,15	3,08
	51-60j	62	16,67	2,92	63	16,79	3,40	50	15,72	3,91	45	17,07	3,44
	61-77j	0	-	-	7	15,71	1,80	29	16,76	3,46	50	16,71	3,00
	Σ	223	17,13	2,76	219	17,12	2,82	204	16,71	3,34	136	17,26	3,21
w	33-40j	90	17,06	2,95	87	17,39	2,52	55	16,98	2,85	0	-	-
	41-50j	74	17,23	2,47	64	17,31	3,12	57	17,90	2,86	44	17,39	3,15
	51-60j	63	16,25	2,57	62	16,60	2,92	41	17,29	2,93	48	16,75	2,76
	61-77j	0	-	-	5	16,60	2,30	26	16,31	3,26	46	16,74	3,06
	Σ	227	16,89	2,72	219	18,17	2,88	183	17,23	3,02	138	16,95	2,98
Gesamt		450	17,01	2,74	437	17,15	2,85	387	16,95	3,20	274	17,10	3,10

Es lassen sich auf deskriptiver Ebene keine offensichtlichen Geschlechterunterschied hinsichtlich der subjektiven Gesundheit erkennen. Ein leichter Rückgang mit dem Alter ist jedoch auszumachen. Zwischen den Messzeitpunkten variiert die subjektive Gesundheit nicht augenscheinlich systematisch. Die Erfassung erfolgte zu allen Messzeitpunkten anhand identisch formulierter Items.

6.4 Daten zur Person

Als zusätzliche personenbezogene Merkmale wurde das Geschlecht, das Alter in vollendeten Lebensjahren und der soziale Status erhoben.

Der soziale Status (Hradil, 1987) wurde dabei anhand des höchsten Schulabschlusses und der Berufsgruppe des Meistverdieners im Haushalt vierstufig festgelegt. Eine ausführliche Beschreibung der Einteilung der verschiedenen Berufsgruppen findet sich bei Woll (1995). Folgende Kategorien wurden dabei vergeben:

- Unterschicht
- untere/mittlere Schicht
- mittlere/obere Schicht
- Oberschicht

Eine Deskription der Verteilung des sozialen Status innerhalb der verschiedenen Messzeitpunkten findet sich bei der Stichprobenbeschreibung (vgl. Tabelle 10).

6.5 Unberücksichtigte Konstrukte

Neben den hier vorgestellten Instrumenten und Variablen wurde im Zuge des Projekts noch eine Reihe weiterer Daten erhoben, die in dieser Arbeit keine Berücksichtigung fanden. Eine detaillierte Beschreibung dieser zusätzlichen Konstrukte findet sich bei Woll (1995). Unter anderem wurden folgende Konstrukte erfasst:

Interne Schutzfaktoren:

- Kontrollüberzeugungen zur Gesundheit
- Körperkonzept
- Kohärenzsinn (SOC)
- Seelische Gesundheit (TPF)
- Stressverarbeitungsstrategien
- Lebenszufriedenheit

Externe Schutzfaktoren:

- Arbeitsplatzsituation als Gesundheitsressource
- Soziale Unterstützung
- Arbeitsplatzbelastung

Interne Risikofaktoren:

- Negative Stressbewältigungsstrategien
- Tabak und Alkoholkonsum
- Stoffwechselstörungen (Blutzucker, Cholesterin, Harnsäure & Leberenzym Gamma GT) über Blutabnahme
- Zerssen-Beschwerdeliste

- Körperfettprozentsatz
- Eigenanamnese (eigene Krankheiten/ Beschwerden und Krankheiten in der Familie)

Externe Risikofaktoren

- Arbeitsplatzbelastung
- Belastungen am Wohnort

Ärztliche Untersuchung

- Allgemeine Diagnose
- Detaillierte Informationen zu Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems, der Neurologie, Orthopädie
- Medikamenteneinnahme

Zu ausgewählten Messzeitpunkten

- Ernährungsgewohnheiten
- Weitere Motoriktests (z.B. Gehen rückwärts)

7 Methodik der Analysen

Im Folgenden wird die Auswahl der statistischen Methode und das Vorgehen bei der Modellierung der Entwicklungsverläufe beschrieben. Als Methode wurde die Mehrebenenanalyse (alternativ: hierarchische lineare Modellierung: HLM) gewählt. Für eine Einführung in die Methode der Mehrebenenanalyse empfiehlt sich die Arbeit von Nezlek, Schröder-Abé und Schütz (2006), welche auch weiterführende Literatur nennen.

7.1 Auswahl der statistischen Methode

Die Entscheidung für die Mehrebenenanalyse wurde anhand der Art der zu beantwortenden Fragestellungen und der Struktur der Daten getroffen. Die erste zentrale Fragestellung der vorliegenden Studie bezieht sich auf die Entwicklungsverläufe von Aktivität, mLf und Gesundheit:

I. Wie sehen die Entwicklungsverläufe der Aktivität, mLf und betrachteten Gesundheitsparameter aus? Gibt es differentielle Merkmale?

Die Darstellung und Analyse von Entwicklungsverläufen lässt sich prinzipiell auf zwei Arten lösen. Zum einen über die Gegenüberstellung von Querschnittsdaten verschiedener Altersgruppen, einem sogenannten „unechten Längsschnitt“ (Willimczik, Voelcker-Rehage & Wiertz, 2006), zum anderen über die Analyse von Längsschnittdaten auf Personenebene, d.h. individuelle Entwicklungsverläufe anhand von mehreren Messungen an der selben Personen. Beide Herangehensweisen haben Vor- und Nachteile. Vorteil der längsschnittlichen Betrachtung ist, dass auch Einflussgrößen, die die Entwicklung der untersuchten Konstrukte beeinflussen, untersucht, bzw. mit modelliert werden können (sog. Kontexteffekte, vgl. z.B. Willimczik, Voelcker-Rehage & Wiertz, 2006). Ein entscheidender Nachteil ist jedoch, dass für eine adäquate Modellierung von Verlaufskurven via Längsschnittdaten eine Vielzahl von Messzeitpunkten notwendig ist. Diese sollten zur korrekten Modellierung der Verlaufskurven idealerweise zeitlich möglichst eng beieinander liegen, gleichzeitig jedoch auch eine möglichst breite Zeitspanne abdecken, wenn Fragestellungen über eine Lebensspanne betrachtet werden. Diese Problematik macht Längsschnittstudien zu Fragen über Entwicklungen in der Lebensspanne extrem aufwendig. Zusätzlich können Drop-Out-Effekte die Ergebnisse von Längsschnittuntersuchungen verzerren. Methodenexperten formulieren nur vage Empfehlungen, ab wie vielen Messzeitpunkten Entwicklungsverläufe mit Längsschnittdaten modelliert werden sollen. Nezlek, Schröder-Abé

und Schütz (2006) nennen beispielsweise nur „intensive repeated measures“-Designs als Anwendungsfeld der Modellierung von Entwicklungsverläufen auf Personenebene. Das Vorhandensein von lediglich vier Messzeitpunkten ist dabei prinzipiell als kritisch anzusehen, vor dem Hintergrund der weiteren zentralen Fragestellungen, welche sich explizit mit Kontexteffekten auseinandersetzen, ist eine längsschnittliche Betrachtung auf Individuenebene jedoch unumgänglich:

II. *Wie beeinflussen Geschlecht und sozialer Status die Entwicklungsverläufe von körperlicher Aktivität, mLf und Gesundheit?*

III. *Wie beeinflusst die körperliche Aktivität die Ausprägung und Entwicklung der mLf und der Gesundheitsparameter?*

Der Einfluss von körperlicher Aktivität als zeitabhängiger Messwiederholungsprädiktor kann nur in einem längsschnittlichen Auswertungsdesign analysiert werden. Mit einem Untersuchungszeitraum von 18 Jahren (1992-2010) decken die vorliegenden Daten in einer reinen längsschnittlichen Betrachtung jedoch noch nicht die zu analysierende Lebensspanne des Erwachsenenalters ab. Aus diesem Grund wurde eine Methode gewählt, die sowohl Stärken einer quer-, als auch einer längsschnittlichen Betrachtung mit sich bringt. Im Zuge der Mehrebenenanalyse können in einem zwei-Ebenen-Design Effekte sowohl zwischen den Personen (Ebene der Personen), als auch innerhalb von Personen (Ebene der Messzeitpunkte innerhalb einer Person) analysiert werden. Die Verläufe der relevanten Parameter werden dabei anhand der Daten der Personen in Abhängigkeit ihres Alters zu den jeweiligen Erhebungen geschätzt. Dadurch spielt es keine Rolle, zu welchem Messzeitpunkt diese teilnahmen. Allein ihr Alter entscheidet, wo ihre Daten in die Modellierung der Entwicklungsverläufe einfließen. Eine ausführliche Erläuterung hierzu folgt in den nächsten Kapiteln. Das Hinzufügen der zweiten Ebene der Personen lässt es außerdem zu, analog zu querschnittlichen Untersuchungsdesigns, die Daten von Personen mit unterschiedlichen Ausgangsalter in die Schätzung des Effekts des Alters mit einfließen zu lassen. Jede Person trägt dabei mit ihrem individuellen Untersuchungsalter dazu bei, die Schätzung des Verlaufs der abhängigen Variable über den Altersverlauf zu verbessern. Bei herkömmlichen Messwiederholungsdesigns wie der rmANOVA müsste theoretisch für jedes Ausgangsalter ein separater Entwicklungsverlauf berechnet werden.

Ein weiterer Grund für die Wahl der HLM-Methode war der Umstand, dass die Einflussfaktoren zum Teil metrische (Aktivität, Alter), teilweise aber auch ordinale (sozialer Status), bzw. dichotome (Geschlecht) Ausprägungen besitzen und neben qualitativen auch quantitative Aussagen getroffen werden sollen (z. B: "Wie verhalten sich die untersuchten Parameter in Abhängigkeit vom Ausmaß der Aktivität?"). Es liegt daher nahe, einen regressionsanalytischen Ansatz wie jener der HLM-Methode zu wählen. Die Relevanz einer adäquaten Einbeziehung verschiedener Kontexteffekte wird schließlich vor dem Hintergrund der vierten zentralen Fragestellung noch einmal deutlich:

IV. Lassen sich anhand der Ergebnisse die theoretischen Ansätze des Alternsprozesses von Baltes bestätigen, widerlegen oder ergänzen?

Im Leitbild der Entwicklungspsychologie der Lebensspanne von Baltes ist der Kontextualismus fester Bestandteil. Die Regressionsanalyse mit Zufallseffekten ist eine Methode, die ausdrücklich zur Analyse von Kontexteffekten empfohlen wird (Lutz, Martinovich & Howard, 1999). Sie eignet sich damit in hohem Maße, die Relevanz dieses Aspektes, nämlich des Zusammenspiels von altersbedingten und normativen Einflüssen, zu untersuchen.

7.2 Vorüberlegungen und Hinweise zur Interpretation der Analysen

Auch wenn zur Darstellung und Analyse von Entwicklungsverläufen mindestens zwei Teilnahmen notwendig sind, erlaubt es die HLM-Methode, zunächst die Daten aller Personen mit in die Analyse einfließen zu lassen. Das heißt auch Daten von Personen die nur einmalig teilnahmen. Es zeigte sich, dass die Modelle über alle Teilnehmer (N=721) bessere Modellgüte-Indizes aufweisen als die Modelle über die Personen, die mindestens zwei Mal teilnahmen (N=509). Qualitative Unterschiede (Zahl und Art der signifikanten Prädiktoren) waren dabei in den Ergebnissen quasi nicht vorhanden. Leichte quantitative Unterschiede zeigten sich auf der Zwischensubjektebene darin, dass der Einfluss von Sporttreiben bei den Modellen über die 509 klassischen Längsschnittteilnehmer leicht höher war. Da das Hinzufügen der Personen mit nur einem Messzeitpunkt jedoch einem Informationsgewinn entspricht, wurde diese Vorgehensweise bevorzugt. Ein leichter Rückgang der Höhe der Koeffizienten (maximal 10%) für die Prädiktoren, insbesondere des Sporttreibens, kann dabei durchaus als eine Verminderung der Selektionseffekte durch Hinzufügen der zusätzlichen Teilnehmer interpretiert werden.

Im Zuge der Modellierung wird nun im nächsten Schritt für jeden Probanden anhand der ausgewählten Prädiktoren ein individueller Wert, bzw. Entwicklungsverlauf für den jeweils zu untersuchenden Parameter geschätzt. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Person ein, zwei, drei oder vier Mal an der Untersuchung teilnahm. Jeder Proband erhält dabei neben seinem realen Wert (real), einen, anhand seines Alters und der anderen Prädiktoren geschätzten Wert (pred). Hauptergebnis der Analysen sind damit zum einen die Signifikanzniveaus und Koeffizienten (Effektstärken) der untersuchten Prädiktoren, zum anderen die geschätzten idealisierten Werte (pred) für den Verlauf der untersuchten Parameter. Die Darstellung der Entwicklungen der untersuchten Parameter erfolgt anhand dieser geschätzten Werte. In Abbildung 32 sind beispielhaft die geschätzten Werte der Ausdauer für sieben Probanden dargestellt. Während fünf Personen zu allen vier Messzeitpunkten teilnahmen, nahm Person 87 nur zwei Mal und Person 51 nur ein Mal teil.

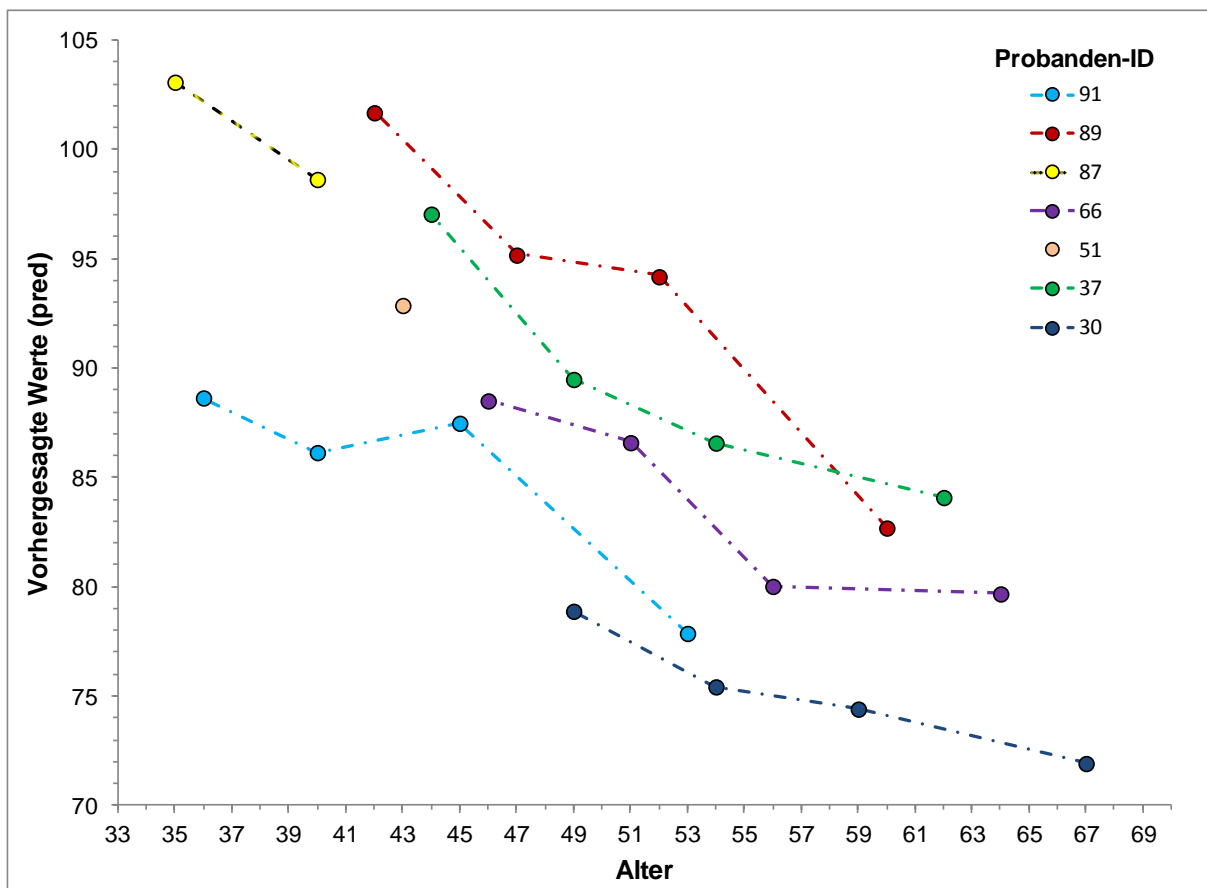


Abbildung 18: Beispiel der Modellierung der Ausdauerdaten (Z-Werte) anhand von sieben Personen. Die Person 51 nahm nur einmal an der Untersuchung teil, Person 87 zweimal und alle anderen Personen viermal. Zur Übersicht fehlt hier eine mittlere Regressionslinie.

Die Abbildung verdeutlicht, wie der Verlauf der Ausdauerleistungsfähigkeit über die Lebensspanne anhand der Information über das Alter der Personen geschätzt wird. Dadurch, dass jeder Person zu jedem Messzeitpunkt ein Alter zugeordnet wird, kann der Verlauf der abhängigen Variablen unabhängig von der Zahl der Messzeitpunkte und dem dazwischenliegenden Zeitraum über den Altersverlauf modelliert werden. Mittelt man die geschätzten Werte über alle Personen (in Abbildung 32 nicht dargestellt), so wird der mittlere Verlauf über die untersuchte Lebensspanne ersichtlich. Mittelt man hingegen beispielsweise die Entwicklungsverläufe der Frauen und Männer separat, lassen sich Geschlechterunterschiede aufzeigen. Im Zuge der folgenden Ergebnisdarstellung werden auf diese Weise die mittleren Regressionsgeraden für Männer und Frauen, vier verschiedene Sportbiographietypen und vier soziale Schichten dargestellt. Die ausführliche Deskription der gemittelten geschätzten Werte für alle untersuchten Parameter der mLf, Aktivität und Gesundheit nach Alter und Geschlechter finden sich im Anhang.

Der pearsonsche Korrelationskoeffizient zwischen vorhergesagten und realen Werten liefert schließlich ein Gütekriterium für die Modellierung. Bei erfolgreicher Modellierung der Entwicklungsverläufe anhand der ausgewählten Prädiktoren sollten die geschätzten Werte hoch mit den realen Werten korrelieren. Zum Verständnis: Die geschätzten Werte pred sind dabei die vom Modell geschätzten Werte für die abhängige Variable. Diese werden vom finalen Modell allein anhand der errechneten Koeffizienten der Prädiktoren ohne Kenntnis der realen Werte ausgegeben. Eine hohe Korrelation sagt in dem Fall aus, dass sich die zu untersuchende abhängige Variable gut anhand der im Modell vorhandenen Prädiktoren schätzen lässt. Die Korrelation zwischen pred und real ist unter den Kennzahlen der Modelle zu jedem Modell angegeben. Außerdem sind der -2 Log-Likelihood Koeffizient, sowie die Modellgütekriterien AIC und BIC angegeben. Diese Kriterien sind in ihrer Aussagekraft sehr spezifisch auf das betrachtete Modell begrenzt und werden meist nur zum Vergleich des Modells vor und nach dem Hinzufügen, bzw. Löschen eines Prädiktors oder Interaktionsterms genutzt. Vergleiche mit Analysen aus anderen Datensätzen lassen sich damit nicht uneingeschränkt ziehen. Für etwaige Folgearbeiten an diesem Datensatz wird auf die Dokumentation dieser Werte jedoch nicht verzichtet.

7.3 Vorgehensweise der Analysen

Die Auswahl der untersuchten Parameter und der möglichen Einflussfaktoren erfolgte anhand des Modells von Bouchard, Blair und Haskell (2007). Aufgrund der Komplexität des Zusammenspiels der untersuchten Faktoren werden dabei keine spezifischen a priori Hypothesen zu möglichen Zusammenhängen und Interkorrelationen der Einflussfaktoren aufgestellt. Stattdessen wird im Zuge der Analysen ein statistisches Modell der Einflussfaktoren aus einem Ausgangsmodell, welches eine Vielzahl an Wechselwirkungen enthält, abgeleitet. Da zwar eine Vorauswahl der Einflussfaktoren getroffen wurde, die möglichen Interaktionen und Zusammenhänge jedoch nicht vollständig spezifiziert wurden, könnte man dieses Vorgehen als quasi-explorativ oder teilweise explorativ bezeichnen. Anhand der finalen statistischen Modelle können schließlich auf Basis des Modells von Bouchard, Blair und Haskell (2007) sowohl qualitative als auch quantitative Aussagen zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und der körperlichen Leistungsfähigkeit und Gesundheit im Erwachsenenalter getroffen werden.

Die Analysen werden separat für die Parameter der mLf und Gesundheit, sowie für die Aktivität durchgeführt. Ausgangspunkt der Analyse bildet jeweils ein Ausgangsmodell, welches alle theoretisch relevanten Parameter und deren Interaktionen beinhaltet. Ausgehend von diesem Modell werden schrittweise Prädiktoren mit der niedrigsten Erklärungskraft (höchster p-Wert) eliminiert. Als Einschlusskriterium für Prädiktoren ohne Interaktionen, bzw. Interaktionsterme wird ein p-Wert von .20 festgelegt. Dieser ist im Vergleich zu üblichen Analysen in der Sportwissenschaft und Psychologie höher angesetzt, da sich die p-Werte mit dem Hinzufügen weiterer Modellschritte ständig ändern und die Einflussfaktoren auch untereinander wirken. Eine frühe Elimination von Einflussgrößen mit grenzwertiger Irrtumswahrscheinlichkeit führt unter Umständen dazu, dass auch Effekte, die im finalen statistischen Modell eine sehr geringe Irrtumswahrscheinlichkeit besitzen ($p < .05$), erst gar nicht gefunden werden. Bei der Interpretation der Modelle gilt es zu beachten, dass Prädiktoren, die in Form von Interaktionstermen im Modell enthalten sind, in jedem Fall auch in Form ihres Haupteffektes im Modell enthalten sein müssen. Dies führt dazu, dass Prädiktoren, deren Erklärungskraft allein durch Interaktionen zustande kommt, auch mit einem p-Wert von größer .20 im Modell enthalten sind. In diesen Fällen sollte nicht der Fehler begangen werden, vom Koeffizienten des Haupteffektes auf die Relevanz des Prädiktors zu schließen. Außerdem sei angemerkt, dass die Terminologie „Hauptef-

fekt“ keinerlei inhaltliche Wertung darstellt. Eine alternative Bezeichnung wäre „interaktionsfreier Effekt“. Ein nicht signifikanter Haupteffekt eines Einflussfaktors lässt ohne die Betrachtung der möglicherweise signifikanten Interaktionen mit anderen Einflussgrößen keine Interpretation der Relevanz des Einflussfaktors zu. Zwei Beispiele sollen diese Problematik verdeutlichen.

Beispiel 1:

Der Prädiktor Sporttreiben (Sportler: Ja/Nein) hat keinen signifikanten Haupteffekt auf die Krafftähigkeit ($p=.82$). Trotzdem zeigen Sportler eine deutlich höhere Krafftähigkeit als Nichtsportler. Dies äußert sich jedoch erst im signifikanten Interaktionstermen $\text{Alter} \times \text{Sport}$ (Koeffizient 0,24). Im Vergleich zu Nichtsportlern verlieren Sportler zunächst nur etwa halb so viel ihrer Kraft pro Lebensjahr. Ein signifikanter negativer quadratischer Effekt $\text{Alter}^2 \times \text{Sport}$ (Koeffizient -0,007) führt jedoch dazu, dass sich die Verläufe im hohen Alter wieder annähern. Unterschiede im Ausgangsniveau von Sportlern und Nichtsportlern lassen sich dann erst über das Ausmaß der sportlichen Aktivität (SA: Koeffizient 0,0059) erklären. Je höher das Ausmaß des Sporttreibens, desto größer die Unterschiede zwischen Sportler und Nichtsportler.

Beispiel 2:

Der positive Haupteffekt von Sporttreiben auf die Beweglichkeit beträgt 1,73 Z-Punkte. Dieser ist ohne Kenntnis der Interaktion $\text{Sport} \times \text{Geschlecht}$ (Koeffizient -1,61) nicht korrekt interpretierbar. Während Frauen hier vom Sporttreiben relativ stark profitieren (der Unterschied zwischen weiblichen Sportlerinnen und Nichtsportlerinnen beträgt unabhängig des Ausmaßes ihrer Aktivität: $1,73 + [0,5 \times 1,61] = 2,53$ Z-Punkte), verbessert der Sport bei Männern die Beweglichkeit nur geringfügig (Unterschied bei den Männern: $1,73 - [0,5 \times 1,61] = 0,92$ Z-Punkte). Dies könnte auf unterschiedliche Trainingsinhalte beim Sport von Männern und Frauen zurückzuführen sein.

7.4 Statistik

Mit Hilfe der mixed Methode von IBM SPSS wird ein zweistufiges Modell erstellt. Das Modell lässt sich konzeptionell wie eine geschachtelte Regressionsanalyse beschreiben. Die Koeffizienten der ersten Ebene werden dabei zu abhängigen Variablen auf der zweiten Ebene (Nezlek, Schröder-Abé & Schütz, 2006). Dabei bildet die erste Ebene die individuellen Regressionsgleichungen der Personen (Within-Subjects-Modell). Diese Regressionsgleichung beinhaltet die verwendeten Prädiktoren mit den zugehörigen Level 1 Koeffizienten und lässt sich wie eine lineare Regression interpretieren.

Level 1 Modell:
$$Y_{i,j} = \beta_{0,i} + \beta_{1,i} * Prädiktor_1 + \varepsilon_{i,j}$$

Wobei gilt:

- $Y_{i,j}$ = untersuchter Parameter (z.B. Body Mass Index)
- $\beta_{0,i}$ = Koeffizient der Konstanten
- $\beta_{1,i}$ = Koeffizient des ersten Prädiktors
- $Prädiktor_1$ = erster Prädiktor im Modell (z.B. Alter)
- $\varepsilon_{i,j}$ = Fehlerterm

Die mixed Methode erlaubt in einem weiteren Schritt, die Koeffizienten der Regression auf einer zweiten Ebene noch einmal in feste Effekte (fixed-effects, oder Populationsmittelwerte der Koeffizienten) und Zufallseffekte (random-effects oder individuelle Abweichung vom Populationsmittelwert des Koeffizienten) zu differenzieren. Diese zweite Ebene enthält die Gleichungen, mit deren Hilfe die individuellen Level 1 Koeffizienten berechnet werden, die zwischen den Personen variieren (Between-Subjects-Modell).

Level 2 Modell:
$$\beta_{0,i} = b_0 + v_{0,i}$$

$$\beta_{1,i} = b_1 + v_{1,i}$$

Die integrierte Schreibweise der beiden Ebenen lautet wie folgt:

$$Y_{i,j} = b_0 + b_1 * Prädiktor_1 + v_{0,i} + v_{1,i} * Prädiktor_1 + \varepsilon_{i,j}$$

Die festen Effekte b_0 und b_1 lassen sich dabei wie Koeffizienten einer linearen Regression interpretieren. Die Zufallseffekte $v_{0,i}$ oder $v_{1,i}$ werden signifikant, wenn die verwendeten Prädiktoren neben einem populationsspezifischen festen Effekt auch individuelle, zwischen den Personen variierende Einflüsse haben. Bezogen auf den Prädiktor Alter lässt sich der feste Effekt b_1 als konstante Änderungsrate des unter-

Sozialer Status:

- kategorial
- grand mean centered:
 - niedrig = -1,92
 - niedrig/mittel = -0,92
 - mittel/hoch = 0,08
 - hoch = 1,08

Durch die sog. „grand mean Zentrierung“ spiegelt die Konstante den durchschnittlichen Wert aller Probanden wider und wird nicht davon verfälscht, dass unterschiedlich viele Teilnehmer aus den verschiedenen sozialen Gruppen teilnahmen.

Sport

- dichotom
- Nullsetzung an geringster Ausprägung:
 - 0 = nein
 - 1 = ja

Der Prädiktor Sport bzw. Sporttreiben resultiert aus den Angaben der Teilnehmenden, ob sie Sport, Fitnessübungen oder Gymnastik betreiben. Neben dieser dichotomen Variablen ist auch das Ausmaß der sportlichen Aktivität in Form von MET-Stunden im Modell enthalten. Die Multikollinearität zwischen dem dichotomen Sporttreiben und dessen Ausmaß führt dazu, dass die Variable Sport lediglich denjenigen Effekt des Sporttreibens erklärt, der nicht durch das Ausmaß des Sporttreibens erklärt wird. Dies gilt es bei der Interpretation dieses Prädiktors zu beachten. Der Effekt der sportlichen Aktivität muss in den folgenden Analysen immer als Summe der Variablen SA und dem Sporttreiben angesehen werden. Globale Effekte von Sporttreiben, unabhängig vom Ausmaß, könnten beispielsweise ein allgemein gesunder Lebensstil, eine gesunde Ernährung oder das Freisein von Krankheiten und Verletzungen ausmachen.

SA:

- metrisch
- Einheit: MET-Stunden
- Zentriert am Gesamtmittelwert: 9,94

Details und Deskription der unzentrierten Variablen finden sich im Methodenteil.

HA:

- metrisch
- Einheit: MET-Stunden

- Zentriert am Gesamtmittelwert: 14,62

Details und Deskription der unzentrierten Variablen finden sich im Methodenteil.

WRA:

- metrisch
- Einheit: MET-Stunden
- Zentriert am Gesamtmittelwert: 36,84

Details und Deskription der unzentrierten Variablen finden sich im Methodenteil.

Interaktionsterme:

Die Interaktionsterme stellen das Produkt zweier oder mehrerer Prädiktoren dar. Auf diese Weise können Moderationseffekte aufgedeckt werden. Beispielsweise moderiert das Geschlecht den Einfluss von Sporttreiben auf die Beweglichkeit: Frauen steigern durch Sport ihre Beweglichkeit deutlich mehr als Männer.

Sporttyp

- kategorial, 4-stufig

Die Variable „Sporttyp“ wurde nicht in die Modelle mit aufgenommen, sondern dient lediglich der Bildung von Personengruppen in den Abbildungen. Aus den Angaben der sportlichen Aktivität der Teilnehmenden an bis zu vier Messzeitpunkten wurden vier Sportlertypengruppen gebildet. Personen, die zu jedem Messzeitpunkt sportlich aktiv waren, werden als Sportler klassifiziert, Personen, die zu jedem Messzeitpunkt sportlich inaktiv waren als Nichtsportler. Personen, die während der Studienzeit mit dem Sport begannen, werden als Sporteinsteiger und Personen, die aus dem Sport ausstiegen, als Sportaussteiger kodiert.

7.5 Multikollinearität

Einige der in den Modellen verwendeten Prädiktoren zeigen untereinander Multikollinearität. Das heißt sie beinhalten teilweise die gleiche Information und das Ergebnis des Modells mit Multikollinearität weicht von den Ergebnissen einer isolierten Betrachtung aller Prädiktoren ab. Bei der Analyse der Beweglichkeit zeigt sich beispielsweise ein positiver Einfluss einer höheren Schichtzugehörigkeit, ein negativer Einfluss der WRA im hohen Alter ($WRA \cdot \text{Alter}^2$) und ein positiver Einfluss der SA. Da Personen aus niedrigeren Schichten jedoch tendenziell auch weniger SA und mehr WRA berichten, führt der regressionsanalytische Ansatz hier im Vergleich zu Analysen, in denen die Faktoren separat betrachtet werden, zu geringeren Effekten

von SA, WRA und der sozialen Schichtzugehörigkeit auf die Beweglichkeit. Diese „natürliche“ Multikollinearität ist abseits von experimentellen Designs nur schwer zu eliminieren. Die Lösung zum Umgang mit dieser Problematik liegt in der Art der Interpretation der Ergebnisse. Die gefundenen Effekte müssen immer vor dem Hintergrund des Gesamtmodells interpretiert werden. Ein positiver Effekt von 1,65 Z-Punkten pro sozialer Schichtstufe auf die Beweglichkeit heißt hier nicht, dass Personen pro sozialer Schichtstufe eine um 1,65 Z-Punkte erhöhte Beweglichkeit aufweisen. Es heißt vielmehr, dass Personen unabhängig aller anderen untersuchten Prädiktoren pro Schichtstufe eine um 1,65 Z-Punkte erhöhte Beweglichkeit aufweisen. Die korrekte Interpretation würde hier lauten: Unabhängig von Alter, Geschlecht, quadriertem Alter, SA, HA, WRA und allen untersuchten Interaktionen zeigen Personen pro sozialer Schichtstufe eine um 1,65 Z-Punkte höhere Beweglichkeit. Es wäre prinzipiell möglich, dass eine signifikante Interaktion zwischen Geschlecht und sozialem Status dazu führt, dass Frauen noch einmal besonders von einem hohen sozialen Status profitieren. Man muss den Einfluss eines Prädiktors damit immer vor dem Hintergrund aller signifikanter, im Modell enthaltener Interaktionen und der anderen Prädiktoren interpretieren.

Es liegt prinzipiell an der Art der Fragestellung, ob das Modell mit Multikollinearität, oder separate Analysen die richtigen Ergebnisse liefert. Will man wissen, inwiefern sich Personen unterschiedlicher sozialer Schichten in ihrer Beweglichkeit unterscheiden, so muss ein separates Modell gewählt werden. Interessiert man sich jedoch für den Gesamteinfluss mehrerer Prädiktoren auf die Beweglichkeit und deren komplexes Zusammenspiel, so muss wie im Folgenden ein Gesamtmodell herangezogen werden.

8 Ergebnisse und Diskussion der Analysen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Analysen zum Entwicklungsverlauf der Aktivität, motorischen Leistungsfähigkeit und Gesundheit dargestellt und diskutiert. Der Ergebnisteil ist in die Bereiche Aktivität, motorische Leistungsfähigkeit und Gesundheit gegliedert:

Aktivität:

- Sportliche Aktivität (SA)
- Habituelle Aktivität (HA)
- Arbeitsplatzbezogene Aktivität (WRA)

Motorische Leistungsfähigkeit:

- Ausdauer
- Kraft
- Koordination
- Beweglichkeit

Gesundheit:

- Gesundheitliche Einschränkungen (objektive Gesundheit)
- Subjektive Gesundheit
- Body Mass Index

8.1 Entwicklung der körperlichen Aktivität

Im Folgenden werden die modellierten Verläufe des Ausmaßes an körperlicher Aktivität im Erwachsenenalter dargestellt. Ausgangspunkt der Analyse bildet ein Ausgangsmodell, welches für alle untersuchten Arten der körperlichen Aktivität gleich aufgebaut ist. Es beinhaltet die soziodemographischen Merkmale Geschlecht, Alter und den sozialen Status. Zusätzlich wurden das Ausmaß an körperlicher Aktivität durch die anderen Aktivitätsarten, sowie Interaktionen zweiter Ordnung in die Modelle aufgenommen.

8.1.1 Sportliche Aktivität (SA)

Zum besseren Verständnis der Vorgehensweise, bzw. der angewandten Methodik, werden die Ergebnisse der Analysen zur sportlichen Aktivität etwas ausführlicher als die der anderen untersuchten Parameter erläutert.

Die Effektstärken der einzelnen Prädiktoren werden in Form von β -Koeffizienten angegeben. Diese können wie folgt interpretiert werden: Steigt der Prädiktor um eine Einheit, dann steigt der untersuchte Parameter um die Höhe des β -Koeffizienten. Die Ausprägung der verschiedenen β -Koeffizienten zeigt in Abhängigkeit vom betrachteten Prädiktor sehr hohe Unterschiede. Dabei ist zu beachten, dass die Effektstärken der einzelnen Prädiktoren nicht anhand des Wertes des β -Koeffizienten verglichen werden können. Der β -Koeffizient muss immer in Zusammenhang mit der Ausprägung des Prädiktors interpretiert werden. Während beispielsweise ein β des Geschlechts von +2,57 aussagt, dass die Geschlechtsunterschiede 2,57 MET-Stunden betragen (da das Geschlecht nur um den Betrag eins variieren kann), sagt ein β von -0,0028 des quadrierten Alters, dass die SA um 0,0028 MET Stunden pro quadriertem Alter abnimmt. Dies ergibt über eine Zeitspanne von 30 Jahren ein Effekt von $30 \cdot 30 \cdot (-0,0028) = -2,52$ wöchentlichen MET-Stunden. Damit ist ein β von 2,57 beim Geschlecht von seiner Bedeutsamkeit über einen Zeitraum von 30 Jahren durchaus mit einem β von -0,0028 beim quadrierten Alter vergleichbar.

Tabelle 40 zeigt die Ergebnisse der Analysen zur SA. Dargestellt ist das Ausgangsmodell mit allen untersuchten Prädiktoren und Interaktionen, sowie das statistische Modell nach der Modellierung und Entfernung von irrelevanten Prädiktoren.

Tabelle 40: Ausgangsmodell und statistisches Modell der SA

SA	Ausgangsmodell		Statistisches Modell	
	Effekt (\pm CI)	p-Wert	Effekt (\pm CI)	p-Wert
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects:				
<i>Konstante</i>	9,32	<.01	9,77	<.01
<i>Geschlecht</i>	4,57	.02	2,57	.05
<i>Alter</i>	-0,052 ⁶	.73	0,12	.23
<i>Alter*Alter</i>	0,0017	.68	-0,0051	.08
<i>HA (MET*h)</i>	0,034	.31	0,058	<.01
<i>WRA (MET*h)</i>	0,0018	.94	0,019	.19
<i>Soz. Status</i>	0,58	.56	0,88	.25
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects – Interaktionsterme				
<i>Alter*Geschlecht</i>	-0,38	.05	-0,12	.09
<i>Alter*Alter*Geschlecht</i>	0,0078	.14	0,0064	.20
<i>Alter*Soz. Status</i>	0,063	.12	0,067	.09
<i>Alter*WRA</i>	0,0024	.43		
<i>Alter*Alter*WRA</i>	-0,00012	.16	-0,000062	.03
<i>Alter*HA</i>	0,0054	.13		
<i>Alter*Alter*HA</i>	-0,00015	.11		
<i>Geschlecht*HA</i>	-0,034	.29		
<i>Geschlecht*WRA</i>	-0,0031	.88		
<i>Geschlecht*Soz. Status</i>	-0,68	.45		
<i>Soz. Status*WRA</i>	0,0028	.81		
<i>Soz. Status*HA</i>	0,15	.37		
Regressionskoeffizienten: Random Effects				
<i>Alter</i>	-	.99		
<i>Alter*Alter</i>	-	.99		
<i>Soz. Status</i>	-	.99		
Kennzahlen statistisches Modell:				
-2 Log-Likelihood	AIC	BIC	Pred vs. real r=	
11804,80	11828,80	11892,65	.81	

Die Konstante des finalen statistischen Modells der sportlichen Aktivität beträgt 9,77 MET-Stunden (*Konstante*: $\beta = +9,77$, $p < .01$). Das heißt unter der Voraussetzung, dass alle betrachteten Prädiktoren gleich Null sind, beträgt das Ausmaß der sportlichen Aktivität im Mittel 9,77 MET-Stunden pro Woche. Dies entspricht circa 1,5 bis 2 Stunden wöchentlichem moderatem Sporttreiben mit einer Intensität von 6 MET. Aus der in Kapitel 7.4 beschriebenen Zentrierung der Prädiktoren ergibt sich, dass dies dem Wert einer durchschnittlichen nichtsportlichen 33-jährigen Person (*Alter* = 0; Geschlechtereffekt gemittelt; Sport = Nein), mit mittlerem sozialen Status (*soz. Status*

⁶ Die Koeffizienten der Prädiktoren werden in allen berichteten Modellen auf zwei relevante Nachkommaziffern gerundet. Während sich ein rein optisch ansprechenderes Runden auf zwei Nachkommastellen noch in vielen Veröffentlichungen durchsetzt, muss im Folgenden aufgrund der unterschiedlichen Einheiten der Koeffizienten auf das mathematisch korrekte Runden auf relevante Ziffern zurückgegriffen werden.

= 0) und mittlerer habitueller Aktivität ($HA=14,62$ MET-Stunden pro Woche) und mittlerer Arbeitsplatzaktivität ($WRA=36,85$ MET-Stunden pro Woche) entspricht.

Männer treiben durchschnittlich etwas mehr, bzw. intensiver Sport (vgl. Abbildung 19). Der Geschlechterunterschied liegt bei 2,57 wöchentlichen MET-Stunden zugunsten der Männer ($Geschlecht: \beta = +2,57$).

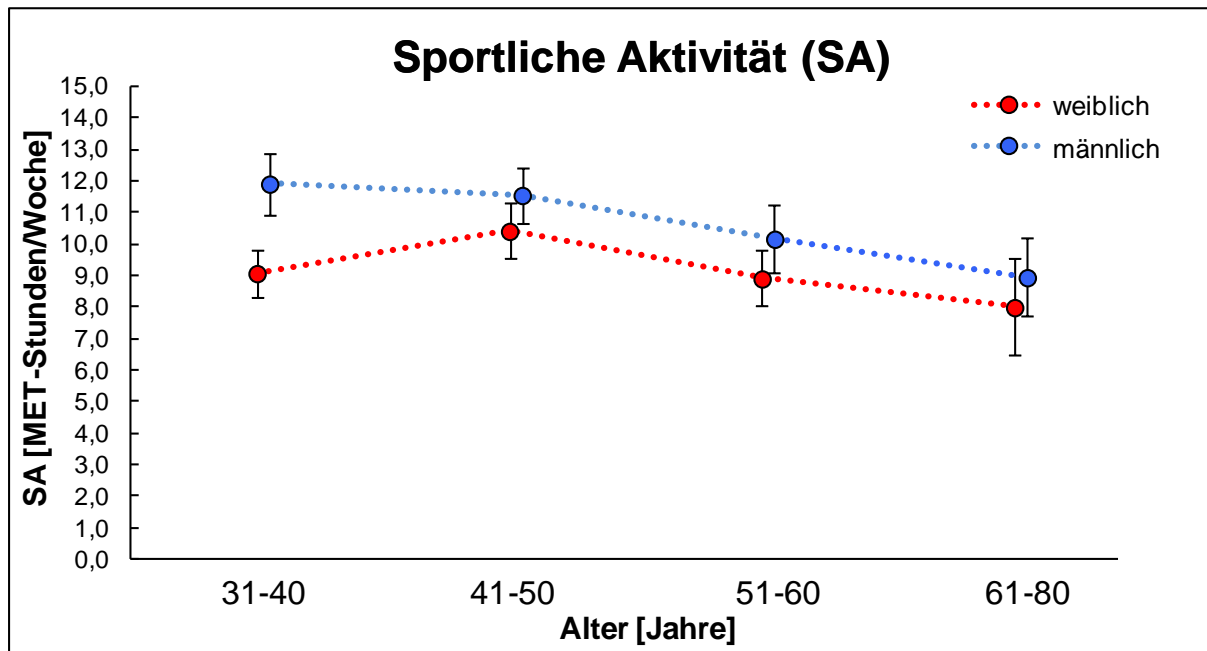


Abbildung 19: Entwicklung der sportlichen Aktivität nach Geschlecht. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Zwei Interaktionen zwischen Geschlecht und Alter ($Alter*Geschlecht: \beta = -0,12$) bzw. Geschlecht und quadriertem Alter ($Alter*Alter*Geschlecht: \beta = +0,0064$) zeigen allerdings, dass dieser Effekt nicht über die gesamte Altersspanne einheitlich ist. Während die Frauen am Ausgangspunkt der Analysen mit 33 Jahren zunächst weniger Sport treiben, nähert sich ihre SA im Alter zwischen 35 und 45 Jahren jener der Männer deutlich an (vgl. Abbildung 19).

Die Analyse der SA zeigt weiter, dass der interaktionsfreie Haupteffekt des Alters die Grenze zur statistischen Signifikanz nicht erreicht. Im Zusammenhang mit einem relativ hohen β -Koeffizienten von 0,12 MET-Stunden pro Jahr lässt dies auf eine große Varianz des Prädiktors zwischen den Personen schließen. Das Alter bleibt trotz $p=.23$ als Prädiktor im Modell enthalten, da signifikante Interaktionen mit anderen Prädiktoren vorliegen. Sowohl eine Interaktion mit dem Geschlecht als auch ein quadratischer Effekt des Alters werden in das Modell aufgenommen und beschreiben damit den Einfluss des Alters auf die sportliche Aktivität. Während die SA bei den Frauen zunächst zunimmt, nimmt sie bei den Männern weitestgehend linear ab. Die

Interaktion zwischen Alter und Geschlecht ($Alter \cdot Geschlecht: \beta = -0,12$) muss dabei so interpretiert werden, dass der lineare Verlauf der SA bei den Frauen positiv ist: $-0,5 \cdot -0,12 = +0,06$ MET-Stunden pro Woche pro Jahr, während er bei den Männern negativ ist: $0,5 \cdot -0,12 = -0,06$ MET-Stunden pro Woche pro Jahr. Dies führt insgesamt zu einem höheren Verlust an SA bei den Männern. Für den erwartungskonformen allgemeinen Rückgang mit dem Alter sorgt schließlich ein überlagernder negativer Effekt des quadrierten Alters ($Alter \cdot Alter: \beta = -0,0051$). Beide Geschlechter verlieren pro quadriertem Lebensjahr $-0,0051$ MET-Stunden sportliche Aktivität pro Woche. Der Verlauf der SA über die Lebensspanne ist damit ein Polynom zweiten Grades, wobei sich bei den Frauen zunächst ein leichter Anstieg zeigt, ab einem Alter von ca. 45 Jahren jedoch ein Rückgang bei beiden Geschlechtern zu beobachten ist (vgl. Abbildung 34). Dies ist der Zeitpunkt, an dem der quadratische Rückgang bei den Frauen den linearen Anstieg überwiegt.

Neben dem Alter äußert sich auch der soziale Status im Ausmaß des Sporttreibens (vgl. Abbildung 20).

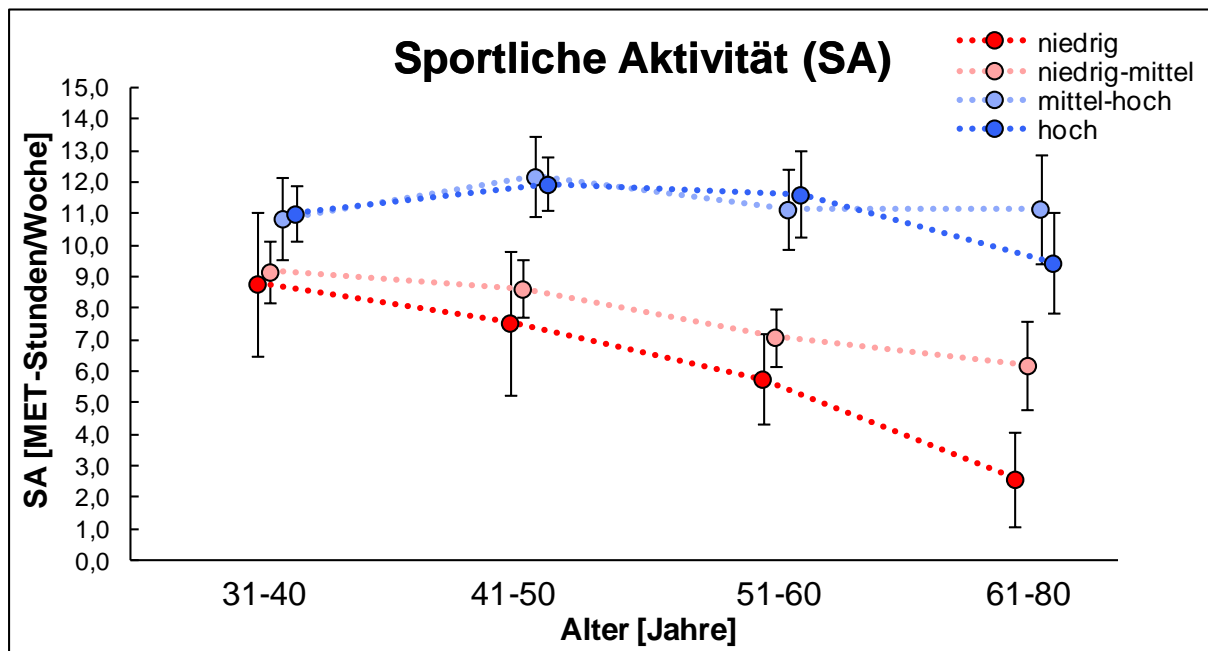


Abbildung 20: Entwicklung der sportlichen Aktivität nach sozialer Schicht. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Mit jeder höheren Schichtstufe erhöht sich die sportliche Aktivität im Mittel um $0,88$ MET-Stunden ($Soz. Status: \beta = +0,88$). Abbildung 20 zeigt, dass die Unterschiede zwischen der niedrigen-mittleren und der mittleren-hohen Schichtzugehörigkeit am größten sind. Zwischen der mittleren-hohen und der hohen Schicht sind deskriptiv kaum Unterschiede auszumachen. Diese schichtspezifischen Unterschiede führen zu

einer hohen Varianz auf diesem Faktor, was neben einem signifikanten Interaktionsterm mit dem Alter den Grund dafür darstellt, dass der Haupteffekt mit $p=.25$ nicht die Grenze zur statistischen Signifikanz erreicht. Die positive Interaktion mit dem Alter zeigt schließlich die Relevanz der Schichtzugehörigkeit ($Alter*Soz. Status \beta = +0,067$) und dass diese mit dem Alter zunimmt. Ausgehend vom Grundterm 0,88 MET-Minuten pro Schichtstufe werden die Unterschiede mit dem Alter größer und zwar um 0,067 MET-Stunden pro Jahr bzw. 0,67 MET-Stunden pro Dekade. Neben dem Lebensstil könnten die Gründe hierfür ähnlicher Natur sein wie für die negative Interaktion zwischen quadriertem Alter und Arbeitsplatzaktivität ($Alter*Alter*WRA \beta = -0,000062$). Wenn Personen im hohen Alter körperlich anstrengende berufliche Tätigkeiten berichten, treiben sie weniger Sport. Dies trifft häufig auf Personen aus niedrigeren Schichten zu. Der zunächst extrem niedrig erscheinende Koeffizient der Interaktion zwischen WRA und quadriertem Alter muss hier wieder vor dem Hintergrund der Ausprägung der Prädiktoren betrachtet werden. Bei einem Alter von 58 Jahren und einer beruflichen Tätigkeit von wöchentlich 50 MET-Stunden reduziert dies die zu erwartende sportliche Aktivität immerhin um rund 2 MET-Stunden ($25Jahre*25Jahre*50-MET-Stunden*-0,000062=-1,94$).

Ein weiterer signifikanter Faktor im Modell ist die habituelle Aktivität. Personen die viel Freizeitaktivität wie z.B. Radfahren und Gartenarbeiten angeben, berichten auch mehr sportliche Aktivität. Pro berichteter MET-Stunde HA steigt die berichtete SA um 0,058 MET-Stunden. Dies spricht für einen allgemein aktiven Lebensstil von Sportlern.

8.1.2 Habituelle Aktivität (HA)

Tabelle 41 zeigt das Ausgangsmodell und das statistische Modell der HA mit den gefundenen Regressionskoeffizienten.

Tabelle 41: Ausgangsmodell und statistisches Modell der HA

HA	Ausgangsmodell		Statistisches Modell	
	Effekt (\pm CI)	p-Wert	Effekt (\pm CI)	p-Wert
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects:				
<i>Konstante</i>	12,97	<.01	15,41	<.01
<i>Geschlecht</i>	1,17	.71	-0,32	.88
<i>Alter</i>	-0,43	.18	-0,63	.02
<i>Alter*Alter</i>	0,026	<.01	0,031	<.01
<i>Sport</i>	-8,40	<.01	-8,56	<.01
<i>SA (MET*h)</i>	0,23	.04	0,23	<.01
<i>WRA (MET*h)</i>	0,019	.62	-0,0024	.94
<i>Soz. Status</i>	-0,096	.95	0,37	.75
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects – Interaktionsterme				
<i>Alter*Geschlecht</i>	0,46	.18	0,25	.07
<i>Alter*Alter*Geschlecht</i>	-0,0076	.50		
<i>Alter*Soz. Status</i>	-1,60	.04	-0,15	.04
<i>Alter*Sport</i>	1,03	<.01	0,96	<.01
<i>Alter*Alter*Sport</i>	-0,032	<.01	-0,027	.01
<i>Alter*SA</i>	-0,0079	.62		
<i>Alter*Alter*SA</i>	0,00049	.32		
<i>Alter*WRA</i>	-0,0069	.19	-0,0027	.11
<i>Alter*Alter*WRA</i>	0,00014	.38		
<i>Geschlecht*Sport</i>	-2,00	.43		
<i>Geschlecht*SA</i>	-0,019	.84		
<i>Geschlecht*WRA</i>	-0,020	.53		
<i>Geschlecht*Soz. Status</i>	-2,54	.05	-2,44	.06
<i>Soz. Status*SA</i>	-0,0090	.86		
<i>Soz. Status*WRA</i>	0,012	.50		
Regressionskoeffizienten: Random Effects				
<i>Alter</i>	0,027	.72		
<i>Alter*Alter</i>	0,00048	<.01	0,00049	<.01
<i>Sport</i>	-	.99		
<i>Soz. Status</i>	-	.99		
Kennzahlen empirisches Modell:				
-2 Log-Likelihood	AIC	BIC	Pred vs real r=	
13299,51	13333,51	13423,94	.71	

Unter der Voraussetzung, dass alle betrachteten Prädiktoren gleich Null sind, beträgt das Ausmaß der habituellen Freizeitaktivität wie Radfahren, zu Fuß Gehen und Arbeiten im Garten im Mittel 15,41 MET-Stunden pro Woche (*Konstante*: $\beta = +15,41$, $p < .01$). Im mittleren Erwachsenenalter (ca. 35 Jahre) liegt die HA bei durchschnittlich ca. 10 MET-Stunden pro Woche und steigt dann mit dem Alter stark an (vgl. Abbildung 211). Das Modell zeigt, dass die Entwicklung der HA über die Lebensspanne stark von Sozialstatus und Geschlecht abhängt. Während Frauen und Männer am

Ausgangspunkt der Analyse mit 33 Jahren zunächst keine signifikanten Unterschiede zeigen (*Geschlecht*: $p=.88$; *Soz.Status*: $p=.75$), steigt die HA bei den Männern mit dem Alter stärker an (*Alter*Geschlecht*: $\beta = +0,25$, vgl. Abbildung 21).

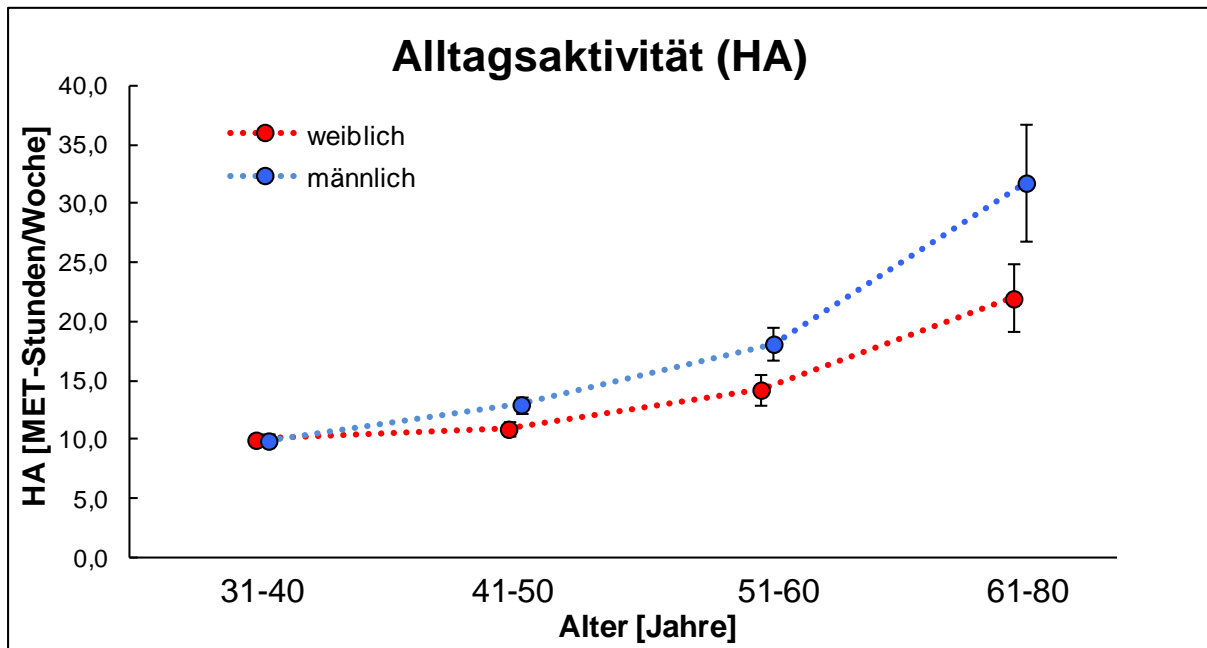


Abbildung 21: Entwicklung der habituellen Aktivität nach Geschlecht. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Ein überraschend starker Effekt zeigt sich in der Interaktion zwischen Geschlecht und sozialem Status (vgl. Abbildung 22).

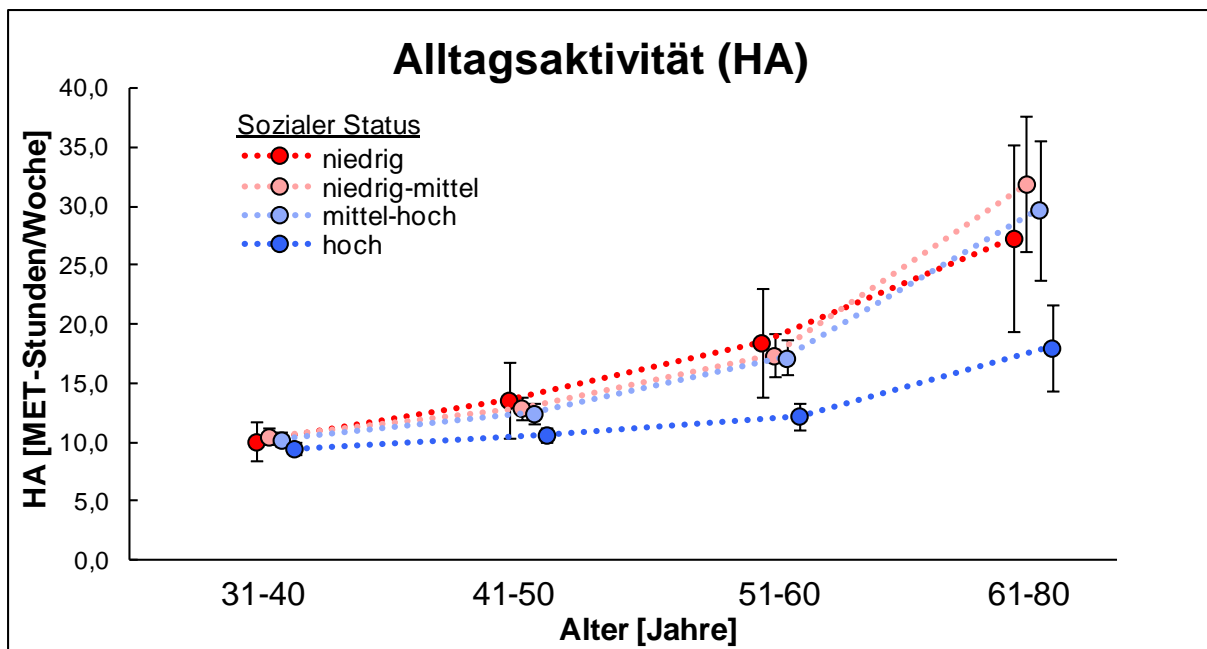


Abbildung 22: Entwicklung der habituellen Aktivität nach sozialer Schicht. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Die Daten zeigen, dass der starke Anstieg der HA mit dem Alter vor allem von Männern der sozial schwachen Schichten ausgeht. Frauen und Personen der hohen so-

zialen Schicht zeigen eine geringere Erhöhung der HA mit dem Alter (*Alter*Soz.Status: $\beta = -0,15$ & Geschlecht*Soz.Status: $\beta = -2,44$).*

Das Modell zeigt auch, dass Nichtsportler im Mittel mehr HA betreiben als Sportler (*Sport: $\beta = -8,57$*). Abbildung 23 zeigt jedoch, dass es sich dabei vornehmlich um Sportaussteiger handelt, die vermutlich den fehlenden Sport durch Aktivitätszeit im Freien kompensieren.

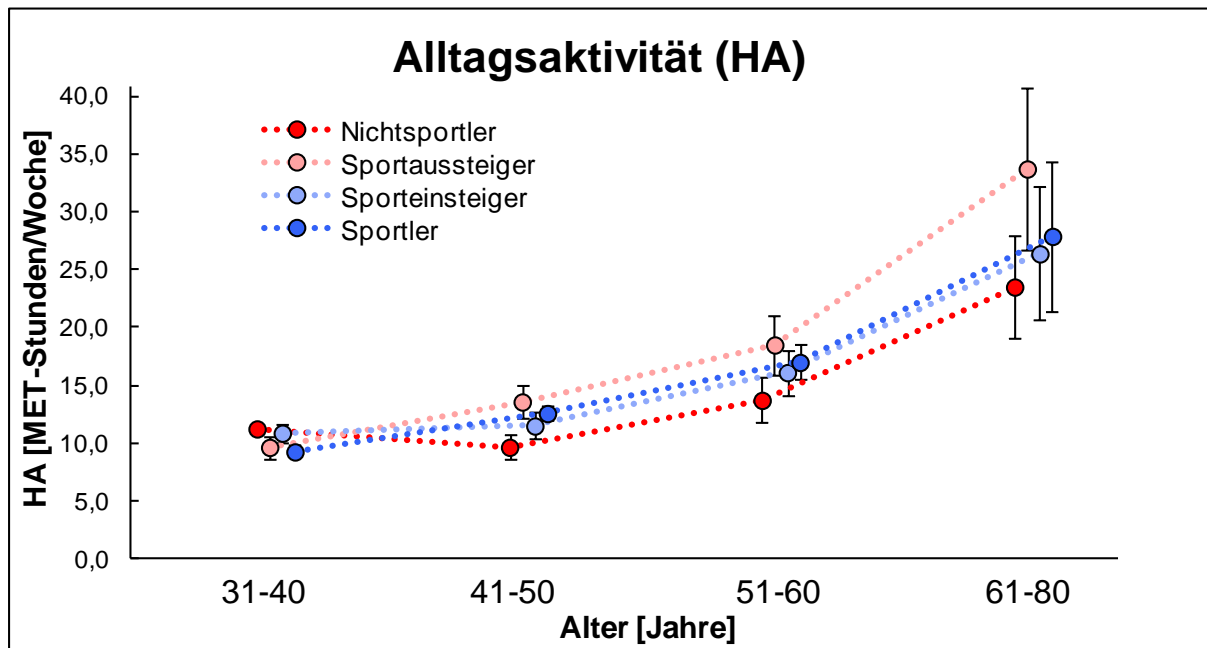


Abbildung 23: Entwicklung der habituellen Aktivität nach Sporttyp. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen dem Ausmaß an SA und HA unter den Sportlern, so bestätigen sich die Befunde der Analyse der sportlichen Aktivität im vorangegangenen Kapitel. Sportaussteiger ausgenommen gilt, Sportler betreiben mehr HA als durchgängige Nichtsportler (vgl. Abbildung 23) und je höher die berichtete sportliche Aktivität ist, desto höher ist auch die berichtete habituelle Aktivität. Wie auch im Modell der SA zeigt sich ein negativer Effekt der Interaktion zwischen Alter und Arbeitsplatzaktivität. Personen, die im hohen Alter anstrengende Arbeitsplatzaktivität berichten, berichten auch weniger HA (*Alter*WRA: $\beta = -0,0027$*).

8.1.3 Arbeitsplatzbezogene Aktivität (WRA)

Die arbeitsplatzbezogene körperliche Aktivität umfasst den numerisch betrachtet größten Anteil an berichteter Aktivität. Sie beträgt im berufsfähigen Alter im Mittel zwischen 35 und 50 MET-Stunden pro Woche. Unter der Voraussetzung, dass alle betrachteten Prädiktoren gleich Null sind, beträgt das Ausmaß im Mittel 40,87 MET-Stunden pro Woche (*Konstante*: $\beta = +40,87$, $p < .01$, vgl. Tabelle 42).

Tabelle 42: Ausgangsmodell und statistisches Modell der WRA

WRA	Ausgangsmodell		Statistisches Modell	
	Effekt (\pm CI)	p-Wert	Effekt (\pm CI)	p-Wert
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects:				
<i>Konstante</i>	42,87	<.01	40,87	<.01
<i>Geschlecht</i>	21,72	<.01	25,91	<.01
<i>Alter</i>	1,13	<.01	1,11	<.01
<i>Alter*Alter</i>	-0,050	<.01	-0,056	<.01
<i>Sport</i>	-4,35	.34	-4,99	<.01
<i>SA (MET*h)</i>	0,050	.78		
<i>HA (MET*h)</i>	-0,029	.73		
<i>Soz. Status</i>	-13,82	<.01	-13,52	<.01
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects – Interaktionsterme				
<i>Alter*Geschlecht</i>	-0,35	.47	-0,90	<.01
<i>Alter*Alter*Geschlecht</i>	-0,14	.29		
<i>Alter*Soz. Status</i>	0,37	<.01	0,40	<.01
<i>Alter*Sport</i>	0,17	.77		
<i>Alter*Alter*Sport</i>	-0,012	.42		
<i>Alter*SA</i>	0,0058	.79		
<i>Alter*Alter*SA</i>	-0,00019	.75		
<i>Alter*HA</i>	-0,0091	.32		
<i>Alter*Alter*HA</i>	0,00019	.42		
<i>Geschlecht*Sport</i>	4,03	.31		
<i>Geschlecht*SA</i>	-0,095	.52		
<i>Geschlecht*HA</i>	-0,025	.76		
<i>Geschlecht*Soz. Status</i>	-9,75	<.01	-9,43	<.01
<i>Soz. Status*SA</i>	0,0087	.92		
<i>Soz. Status*HA</i>	0,022	.61		
Regressionskoeffizienten: Random Effects				
<i>Alter</i>	-	.99		
<i>Alter*Alter</i>	-	.99		
<i>Sport</i>	-	.99		
<i>Soz. Status</i>	-	.99		
Kennzahlen empirisches Modell:				
-2 Log-Likelihood	AIC	BIC	Pred vs. real r=	
15367,25	15389,25	15448,37	.80	

Während die WRA mit dem Alter zunächst mit 1,11 MET-Stunden pro Jahr leicht zunimmt, nimmt sie im späteren Erwachsenenalter erwartungskonform stark ab (*Alter*Alter*: -0,056). Personen scheiden aus dem Berufsleben aus oder verrichten weniger schwere Arbeit. Der leichte Anstieg im mittleren Erwachsenenalter könnte auf

die Tatsache zurückzuführen sein, dass vergleichbare Tätigkeiten mit steigendem Alter als körperlich anstrengender empfunden werden. Frauen berichten im Mittel deutlich weniger WRA (*Geschlecht*: $\beta = +25,91$), wobei die Unterschiede mit dem Absinken der WRA im höheren Erwachsenenalter abnehmen (vgl. Abbildung 24).

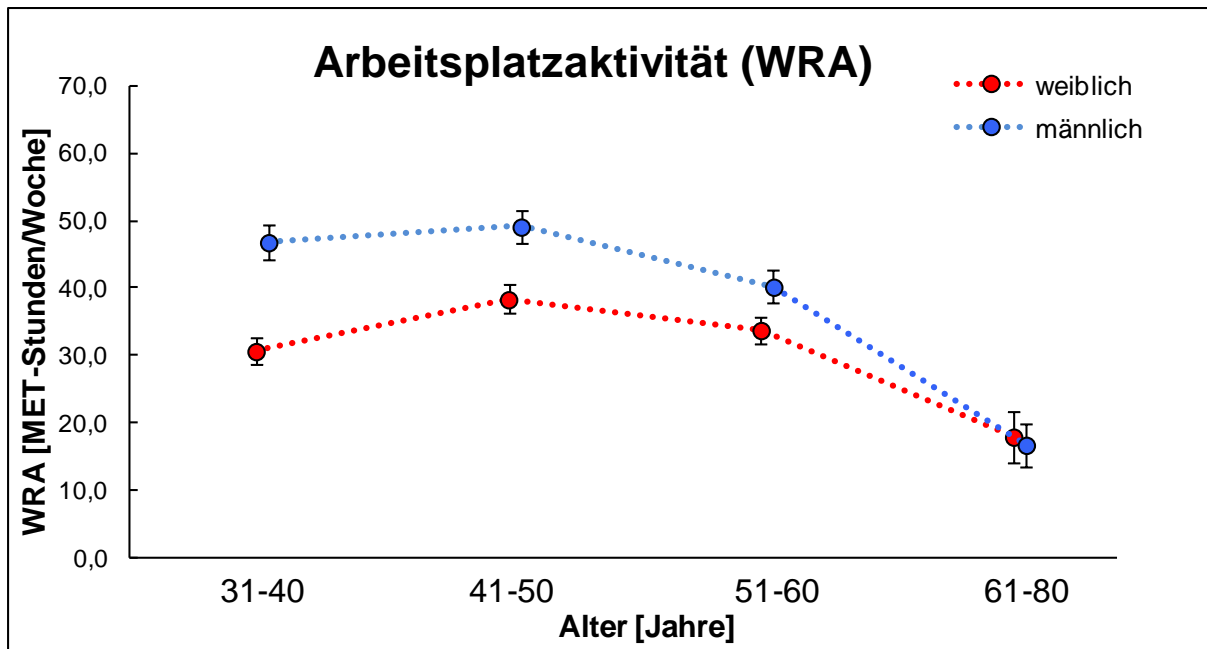


Abbildung 24: Ausmaß der Arbeitsplatzaktivität nach Geschlecht. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Sportler berichten im Mittel signifikant weniger WRA als Nichtsportler (*Sport*: $\beta = -4,99$), (vgl. Abbildung 25).

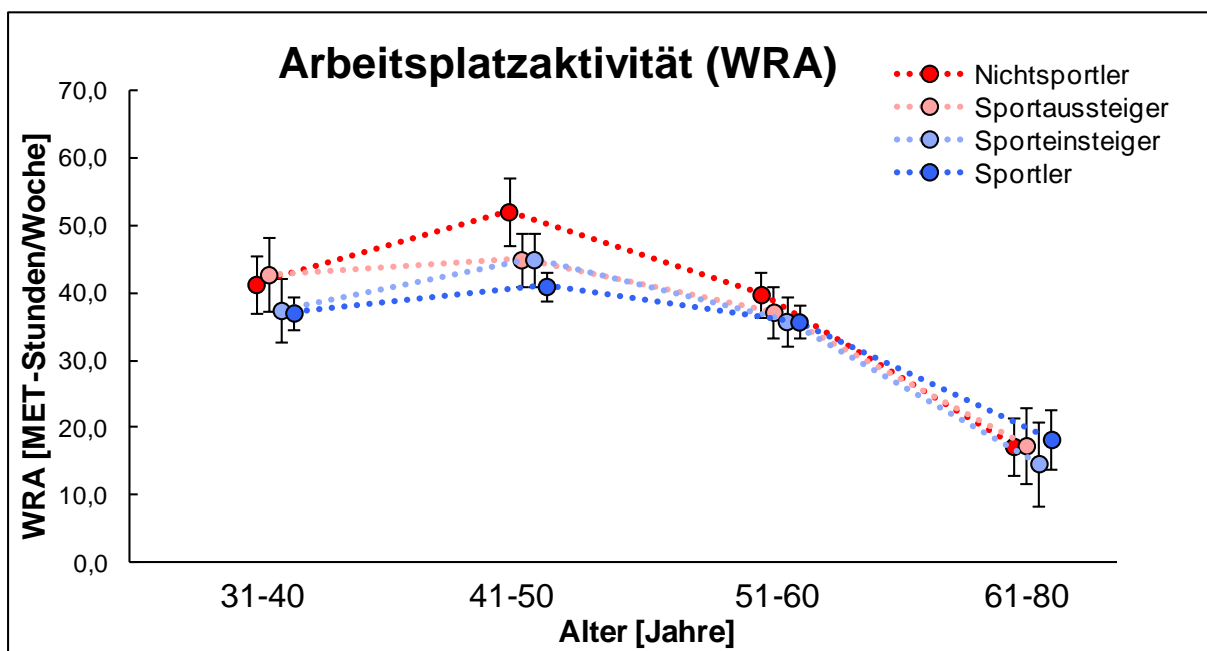


Abbildung 25: Ausmaß der Arbeitsplatzaktivität nach Sporttyp mit 95% Konfidenzintervalle.

Die bestätigt den im Zuge der Analyse der sportlichen Aktivität gefundenen negativen Zusammenhang zwischen WRA und SA. Die Tatsache, dass Personen, die im Laufe des Projekts aus dem Sport ausstiegen, eine ähnlich hohe Arbeitsplatzaktivität zeigen wie die Nichtsportler (vgl. Abbildung 25), könnte ein Hinweis darauf sein, dass hohe Arbeitsplatzaktivität mit dem Sporttreiben konkurriert.

Unterschiede in der Höhe der WRA zeigen sich auch zwischen den verschiedenen sozialen Schichten (vgl. Abbildung 26).

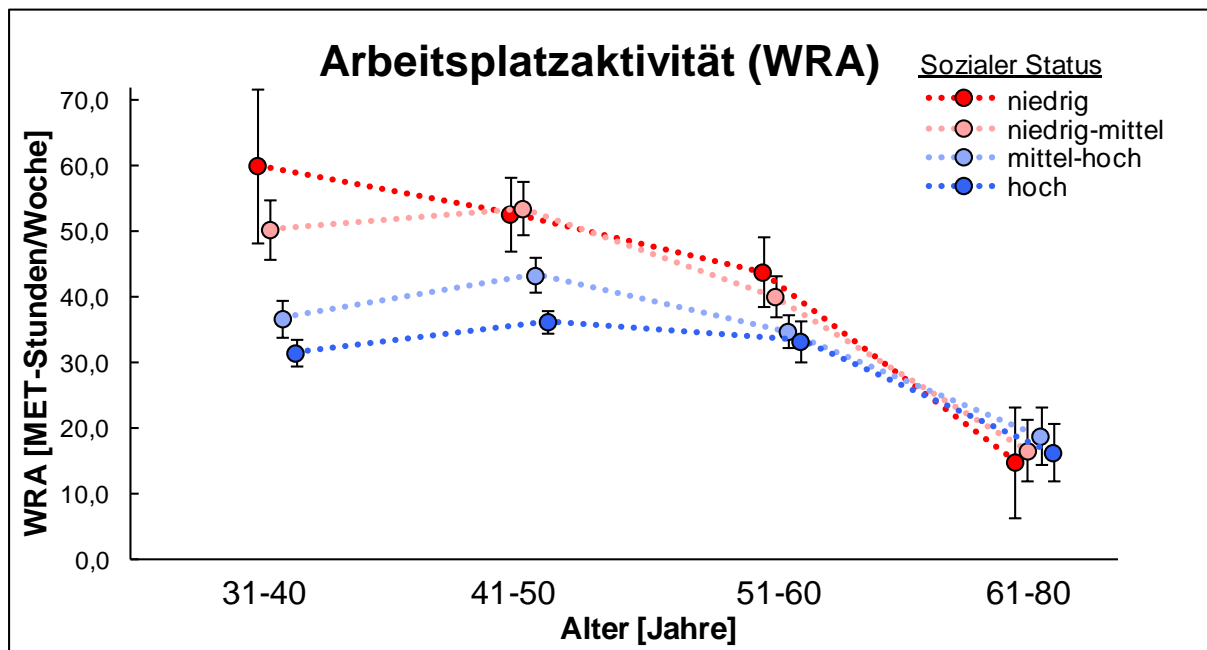


Abbildung 26: Ausmaß der Arbeitsplatzaktivität nach sozialem Status. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Pro Anstieg der sozialen Schichtzugehörigkeit verringert sich die berichtete WRA um 13,53 wöchentliche MET-Stunden. Dieser Effekt ist bei Männern deutlich ausgeprägter als bei Frauen (*Geschlecht*Soz.Status*: $\beta = -9,43$), was unter anderem darauf zurückzuführen ist, dass Männer im Mittel mehr WRA berichten. Eine Interaktion zwischen Alter und Sozialstatus sowie Alter und Geschlecht zeigt, dass die Unterschiede zwischen den sozialen Schichten und Geschlechtern mit dem Alter abnehmen. Dies ist erwartungskonform, da im Alter weniger körperlich gearbeitet wird bis die Unterschiede schließlich Null sind, da die Personen größtenteils aus dem Berufsleben ausgeschieden sind (vgl. Abbildung 24 & Abbildung 26).

8.1.4 Zusammenfassung und Diskussion: Aktivität

Die Ergebnisse der Analysen zeigen, dass die mittlere körperliche Aktivität mit dem Alter abnimmt und bestätigen damit den Forschungsstand (Troiano et al., 2008; Krug

et al., 2013). Eine Erweiterung des bisherigen Forschungsstands stellt die vorgenommene Differenzierung der Aktivität dar. Sie zeigt, dass der globale Rückgang der Aktivitätszeiten mit dem Alter vornehmlich für die sportliche Aktivität und die arbeitsplatzbezogene Aktivität zutrifft. Die sportliche Aktivität der Frauen nimmt dabei in der betrachteten Stichprobe erst ab einem Alter von ca. 55 Jahren ab. Die habituelle Freizeitaktivität nimmt in der betrachteten Stichprobe sogar bis zum Alter von 70 Jahren zu. Ein negativer Effekt von Sporttreiben auf die HA, wie in den Interventionsstudien von Goran und Poehlman (1992) sowie Morio, Montaurier und Pickering (1998) gefunden, kann auf Sportaussteiger zurückgeführt werden. Diese ausgenommen zeigen auch Sportler mehr HA.

Die Gemeinde Bad Schönborn kann als mittelgroße Kommune durchaus als repräsentativ für rurale Gebiete der Bundesrepublik Deutschland gesehen werden. Vor dem Hintergrund, dass Bad Schönborn jedoch eine relativ wohlhabende Kommune darstellt, die ihren Bürgern und Bürgerinnen eine Vielzahl an Aktivitätsmöglichkeiten bietet, sind die gefundenen absoluten Umfänge der körperlichen Aktivität deutschlandweit nicht ohne Einschränkungen als repräsentativ zu erachten. Die großen Unterschiede zwischen Umfang und Entwicklung verschiedener Aktivitätsarten zeigen jedoch die Notwendigkeit einer differenzierten Betrachtung der körperlichen Aktivität. Unabhängig der gefundenen absoluten Umfänge der körperlichen Aktivität, sind sowohl ihr allgemeiner Verlauf als auch die Höhe der Zusammenhänge zu gefundenen Prädiktoren nicht automatisch auch von Selektionseffekten und Repräsentativitätsaspekten beeinflusst. Die Tatsache, dass die Stichprobe die Zahl der Nichtsportler und Personen aus der niedrigen sozialen Schicht eventuell unterschätzt, nimmt keinen direkten Einfluss auf die Höhe der gefundenen Zusammenhänge zwischen der Aktivität und ihren Prädiktoren. Mit anderen Worten hängt der Unterschied zwischen Personen aus niedrigen und hohen sozialen Schichten nicht von deren Anzahl ab. Voraussetzung ist allerdings, dass die Stichprobe in allen Zellen groß genug ist, was in der vorliegenden Studie gegeben ist.

Die Feststellung des Geschlechts und des sozialen Status als wichtige Prädiktoren der sportlichen Aktivität bestätigt den aktuellen Forschungsstand (Koeneman et al., 2011). Das Ergebnis der Analysen dieser Prädiktoren zeigt erneut, wie wichtig die differenzierte Betrachtung der Aktivität ist. Während die sportliche Aktivität bei Personen aus niedrigen Schichten erwartungskonform niedrig ist, sind Arbeitsplatzaktivität und habituelle Freizeitaktivität im Vergleich zu höheren Schichten im Mittel höher.

Bei der Freizeitaktivität zeigen sich diese Unterschiede erst mit fortschreitendem Alter. Was die sportliche Aktivität betrifft, wird ein Teil der Schichtunterschiede durch die höheren Werte der WRA in den niedrigeren sozialen Schichten erklärt. Personen mit viel Arbeitsplatzaktivität treiben im Mittel weniger Sport. Diese Ergebnisse sind bei der Methodenwahl von epidemiologischen Studien von Bedeutung. Ohne eine Differenzierung der Aktivitätsform würden Schicht- und evtl. Geschlechterunterschiede der reinen sportlichen Aktivität in Studien mit objektiven Methoden der Aktivitätserfassung wie Beschleunigungssensoren oder beispielsweise der Doubly-labeled-water Methode nicht aufgedeckt. Die Ergebnisse, welche in den folgenden Kapiteln dargestellt werden, zeigen, dass sich die verschiedenen Aktivitätsformen auch unterschiedlich auf die Motorik, Konstitution und Gesundheit auswirken. Dies legt nahe, dass apparative Methoden zur Quantifizierung der Aktivität in epidemiologischen Quer- und Längsschnittstudien nur bedingt geeignet sind bzw. eine Verbindung mit Fragebogen- oder Tagesprotokolldaten ratsam ist, sofern technisch nicht gesichert ist, dass sportliche Aktivität von anderen Aktivitätsformen zu trennen ist.

8.2 Entwicklung der motorischen Leistungsfähigkeit

Ausgangspunkt der Analyse bildet auch bei der Analyse der Entwicklung der mLf ein Modell, welches für alle untersuchten Parameter der motorischen Leistungsfähigkeit identisch ist. Es beinhaltet die soziodemographischen Merkmale Geschlecht, Alter und den sozialen Status. Außerdem fließt die körperliche Aktivität in Form der qualitativen Aussage „Treiben Sie Sport?“ (Sport: Ja=1; Nein=0), sowie der quantitativen Variablen sportliche Aktivität (SA in MET/h pro Woche), habituelle Alltagsaktivität (HA in MET/h pro Woche) und arbeitsplatzbezogene Aktivität (WRA in MET/h pro Woche) in das Modell ein. Zusätzlich wird eine Vielzahl an Interaktionstermen aufgenommen.

Die Daten zur motorischen Leistungsfähigkeit werden in Form von Z-Werten berichtet. Diese wurden anhand der 35-jährigen männlichen Teilnehmer im Jahr 1992 normiert und spiegeln in Abhängigkeit der betrachteten Fähigkeit unterschiedliche Test-Items wider (vgl. Kapitel 6.2). Für alle betrachteten Fähigkeiten gilt damit, dass ein Z-Wert von 100 der Leistungsfähigkeit der 35-jährigen Männer im Jahr 1992 entspricht.

8.2.1 Ausdauer

Modell & Interpretation der Ergebnisse

Die Konstante des statistischen Modells beträgt 88,93 Z-Punkte (vgl. Tabelle 43). Der Einfluss des Alters zeigt sich in einem schwach ausgeprägten positiven linearen ($Alter: \beta = +0,093$) sowie einem relativ stark ausgeprägten negativen quadratischen Effekt ($Alter*Alter: \beta = -0,018$). Während die Ausdauerleistungsfähigkeit bei den Männern im Alter von 30 bis 45 Jahren nur moderat abnimmt und bei den Frauen sogar noch leicht zunimmt, beschleunigt sich der Rückgang mit fortschreitendem Alter ($Alter*Alter: \beta = -0,018$). Interessant ist, dass in der betrachteten Stichprobe die Frauen im Altersbereich von 30 bis 50 Jahren fast keine Ausdauerleistungsfähigkeit verlieren. Es zeigen sich hier Parallelen zum Umfang der SA. Bei den Männern ist der quadratische Effekt höher als bei den Frauen und der Leistungsabfall damit steiler ($Alter*Alter*Geschlecht: \beta = -0,011$). Abbildung 27 veranschaulicht dies.

Tabelle 43: Ausgangsmodell und statistisches Modell der Ausdauer

Ausdauer	Ausgangsmodell		Statistisches Modell	
	Effekt	p-Wert	Effekt	p-Wert
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects:				
<i>Konstante</i>	87,79	<.01	88,93	<.01
<i>Geschlecht</i>	10,61	<.01	10,57	<.01
<i>Alter</i>	0,19	.10	0,093	.11
<i>Alter*Alter</i>	-0,018	<.01	-0,018	<.01
<i>Sport</i>	1,86	.06	1,84	<.01
<i>SA (MET*h)</i>	0,084	<.05	0,098	.01
<i>HA (MET*h)</i>	0,007	.48		
<i>WRA (MET*h)</i>	0,012	.40		
<i>Soz. Status</i>	-0,46	.45	0,17	.55
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects - Interaktionsterme				
<i>Alter*Geschlecht</i>	-0,090	.47		
<i>Alter*Alter*Geschlecht</i>	-0,009	<.05	-0,011	<.01
<i>Alter*Soz. Status</i>	0,017	.54		
<i>Alter*Sport</i>	0,005	.97		
<i>Alter*Alter*Sport</i>	-0,001	.89		
<i>Alter*SA</i>	-0,09	.12	-0,011	.02
<i>Alter*Alter*SA</i>	0,00035	.06	0,00041	<.01
<i>Alter*WRA</i>	-0,002	.45		
<i>Alter*Alter*WRA</i>	0,0001	.31		
<i>Alter*HA</i>	0,019	.25		
<i>Alter*Alter*HA</i>	-0,0001	.07		
<i>Geschlecht*Sport</i>	1,67	.09	1,91	.05
<i>Geschlecht*SA</i>	0,056	.10	0,063	.07
<i>Geschlecht*HA</i>	0,056	.10		
<i>Geschlecht*WRA</i>	-0,0015	.97		
<i>Geschlecht*Soz. Status</i>	0,26	.68		
<i>Soz. Status*SA</i>	0,027	.18		
<i>Soz. Status*WRA</i>	0,0044	.55		
<i>Soz. Status*HA</i>	-0,0015	.97		
Regressionskoeffizienten: Random Effects				
<i>Alter</i>	0,018	.09		
<i>Alter*Alter</i>	0,00002	.20		
<i>Sport</i>	10,06	<.01	11,21	<.01
<i>Soz. Status</i>	8,47	<.01	9,41	<.01
Kennzahlen statistisches Modell:				
-2 Log-Likelihood	AIC	BIC	pred vs. real r=	
7631,5	7663,5	7744,5	.87	

Männer besitzen im Alter von 33 Jahren eine um 10,57 Z-Punkte höhere Ausdauer als Frauen. Die signifikante Interaktion Alter*Alter*Geschlecht führt jedoch dazu, dass dieser Unterschied mit steigendem Alter abnimmt. Aus Abbildung 27 wird deutlich, dass Frauen im hohen Erwachsenenalter sogar eine höhere Ausdauerleistungsfähigkeit besitzen als Männer.

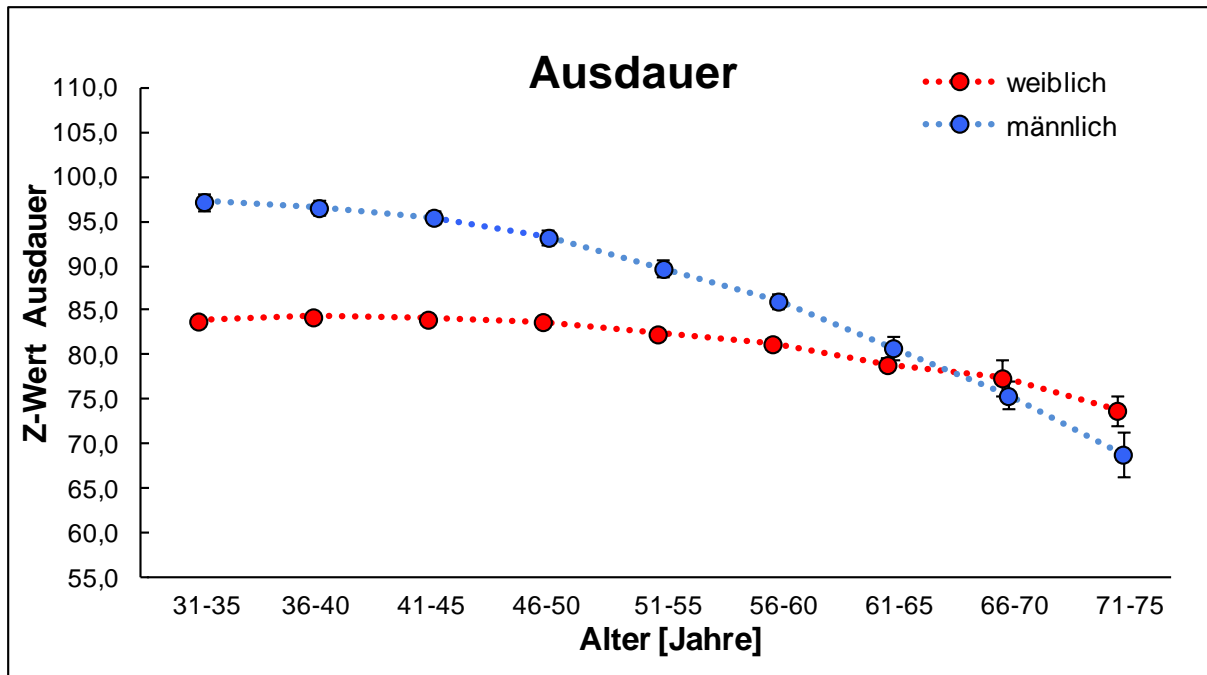


Abbildung 27: Ausdauerleistungsfähigkeit im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Geschlecht. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Sportlich aktive Personen besitzen unabhängig vom Ausmaß des Sporttreibens eine im Mittel um 1,84 Z-Punkte höhere Ausdauerleistungsfähigkeit als Inaktive (*Sport*: $\beta = +1,84$, vgl. Abbildung 28).

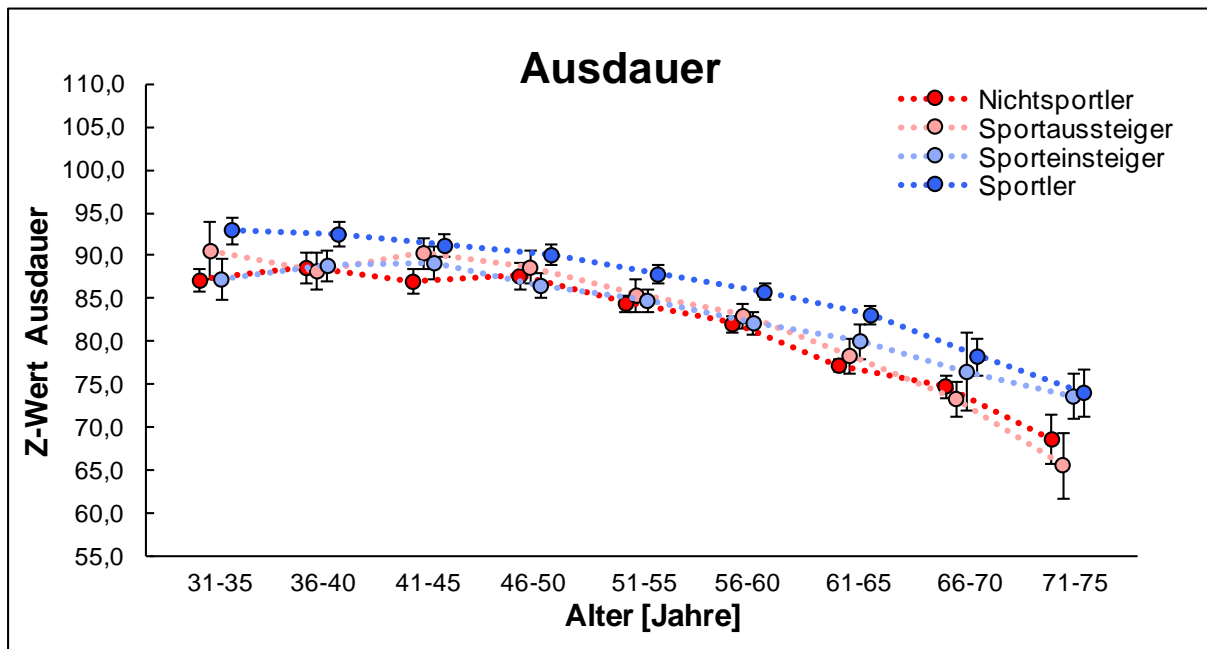


Abbildung 28: Ausdauerleistungsfähigkeit im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Sporttyp. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Eine signifikante Interaktion *Geschlecht***Sport* von 1,91 Z-Punkten zeigt, dass Männer hinsichtlich ihrer Ausdauerleistung stärker vom Sporttreiben profitieren als Frauen. Aktive Frauen besitzen nur eine um ca. 0,90 Z-Punkte erhöhte Ausdauerleis-

tungsfähigkeit, bei Männern beträgt die Differenz zu Nichtsportlern ca. 2,80 Punkte. Eine Unterteilung des Ausmaßes der körperlichen Aktivität in SA, HA und WRA verdeutlicht, dass nur die sportliche Aktivität SA signifikant zur Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit beiträgt - und zwar um ca. 0,10 Z- Punkte pro wöchentlich geleisteter MET-Stunde. Beispielsweise verbessern damit wöchentlich zwei Stunden Walking mit 6,5 MET die Ausdauerleistungsfähigkeit um ca. 1,3 Z- Punkte. Eine signifikante Interaktion zwischen Geschlecht und SA weist darauf hin, dass auch hier Männer stärker von der Aktivität profitieren (*Geschlecht*SA*: $\beta = +0,063$). Ein weiterer Einfluss von sportlicher Aktivität auf die Ausdauerleistungsfähigkeit zeigt sich in einer positiven Interaktion des Ausmaßes der Aktivität mit dem quadrierten Alter (*Alter*Alter*SA*: $\beta = +0,00041$) und einer negativen Interaktion mit dem unquadrierten Alter (*Alter*SA*: $\beta = -0,011$). Diese Interaktionen sind den Effekten des Alters und quadrierten Alters entgegen gerichtet, was bedeutet, dass der Rückgang der Ausdauerleistungsfähigkeit mit dem Alter bei Sporttreibenden Personen länger linear verläuft.

Das Modell weist mit dem Sporttreiben und dem sozialen Status zwei signifikante Zufallseffekte auf. Die Effekte von Sporttreiben und dem sozialen Status variieren zwischen den Personen. Bezüglich des Sporttreibens heißt das, Personen reagieren auf Sporttreiben hinsichtlich der Änderung ihrer Ausdauerleistungsfähigkeit unterschiedlich stark. Es liegt nahe, dass dieser Effekt von der betriebenen Sportart und der Intensität hervorgerufen wird. Beim zeitinvarianten sozialen Status handelt es sich dabei sogar um den Sonderfall, dass der mittlere Effekt nicht signifikant ist. Eine detaillierte Analyse der Rohdaten ergab, dass sich die sozialen Schichten bezüglich der Ausdauerleistungsfähigkeit im Mittel zwar deutlich unterscheiden (niedrig: 83,51, niedrig/mittel: 86,99, mittel/hoch: 86,56, hoch: 90,18), die Gruppe der Personen mit mittlerem/hohem Status jedoch bezüglich ihrer Entwicklung Unterschiede zu den anderen Gruppen aufweist (vgl. Abbildung 29). Im Alter von 33-40 Jahren zeigt diese Gruppe die geringste Ausdauerleistungsfähigkeit, holt dann im Altersverlauf gegenüber den anderen Schichten deutlich auf und erreicht mit 70+ Jahren fast das Niveau der hohen sozialen Schicht.

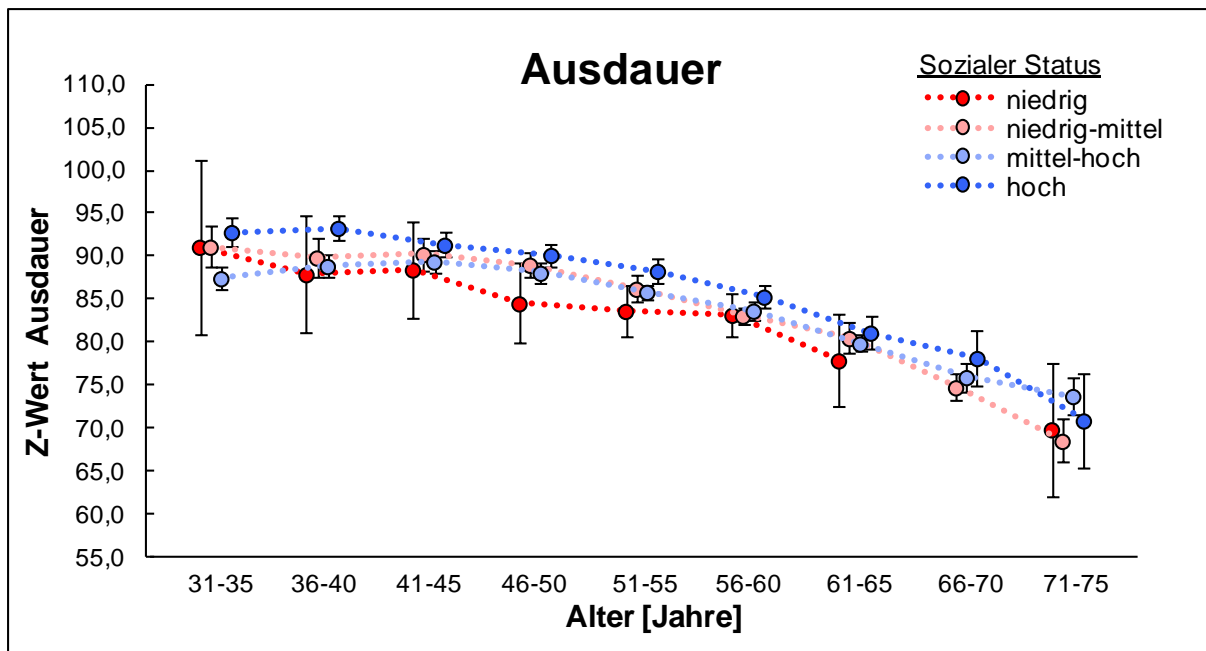


Abbildung 29: Ausdauerleistungsfähigkeit im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom sozialen Status. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Diese Verlaufsunterschiede könnten wiederum darauf zurückzuführen sein, dass in der mittleren/hohen Schicht der Anteil der Frauen am höchsten ist, die allgemein ein niedrigeres Ausgangsniveau und schwächere Verlustraten zeigen.

Einordnung der Ergebnisse

Die Ausdauerleistungsfähigkeit steigt in der Kindheit und Jugend bei Untrainierten ca. bis zum 20. Lebensjahr an (Bös, 1994). Danach fällt sie nach aktuellem Kenntnisstand bis zum 45. Lebensjahr nur geringfügig ab, ab dem 45. Lebensjahr jedoch beschleunigt (Conzelmann, 1994; Tittlbach, 2002). Die durchgeführten Analysen der Daten der Bad Schönborner Bevölkerung bestätigen diese Befunde weitestgehend. Der negative quadratische Effekt des Alters (beschleunigter Rückgang mit fortschreitendem Alter) ist im Einklang mit den Ergebnissen von Tittlbach (2002, S. 233), die ebenfalls ein quadratisches Polynom zur Modellierung der Ausdauerleistungsfähigkeit über die Lebensspanne vorschlägt. Bei Tittlbach (2002) ist dieser quadratische Effekt bei den Sportlern stärker ausgeprägt als bei den Nichtsportlern. Die hier vorgestellten Daten differenzieren diese Ergebnisse. Sportler verfügen durchgängig über ein höheres Niveau als Nichtsportler. Sporteinsteiger steigern ihre Ausdauerleistungsfähigkeit, Sportaussteiger fallen auf das Niveau der Nichtsportler ab, was die Ergebnisse einer früheren Auswertung der Daten bestätigt (Tittlbach et al., 2005). Ein negativer quadratischer Effekt des Alters zeigt sich sowohl für Sportler als auch für Nichtsportler. Interaktionen zwischen dem Ausmaß der sportlichen Aktivität und den

Effekten des Alters zeigen außerdem, dass der Rückgang der Ausdauerleistungsfähigkeit mit steigendem Ausmaß des Sporttreibens länger linear verläuft. Ein beschleunigter Rückgang der Ausdauer lässt sich durch intensives Sporttreiben hinauszögern (vgl. Abbildung 28).

Einen Sonderfall stellen die Studienteilnehmerinnen dar, die zwar einen Rückgang der Ausdauerleistungsfähigkeit ab dem 45. Lebensjahr zeigen, davor jedoch eine Stagnation, bzw. sogar einen leichten Anstieg. Dieser Anstieg ist aus entwicklungsphysiologischer Sicht nicht zu erklären und es liegt nahe, dass es sich hier um Stichprobeneffekte handelt. Auch die sportliche Aktivität zeigt bei den Frauen in dieser Altersspanne einen Anstieg, welcher höchstwahrscheinlich mit den guten Ausdauerleistungen einhergeht. Ob die Gemeinde Bad Schönborns hier repräsentativ für die gesamte deutsche Bevölkerung ist oder es sich um einen Beobachtungseffekt handelt, bleibt offen. In einer aktuellen Studie finden Last & Weisser ebenfalls eine Stagnation bzw. sogar einen leichten Anstieg der Ausdauerleistungsfähigkeit bei Sportlern in der Lebensspanne von 30 bis 60 Jahren (2015). Zukünftige Studien, die die Ergebnisse dieser Arbeit mit deutschlandweit repräsentativen Daten replizieren oder widerlegen, sind wünschenswert.

Global berichtete Tittlbach (2002) im Zuge Ihrer Interpretation der Daten von einem Rückgang der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit zwischen dem 35. und 65. Lebensjahr von ca. 10% pro Dekade (Tittlbach, 2002). Die aktuelle Deskription der Daten (siehe Rohwerttabellen im Anhang) bestätigt dies, wobei der Rückgang bei den Männern deutlich ausgeprägter ist als bei den Frauen.

8.2.2 Kraft

Das Modell

Die Konstante des finalen Modells beträgt 92,87 Z-Punkte (vgl. Tabelle 44).

Tabelle 44: Ausgangsmodell und statistisches Modell der Kraft

Kraft	Ausgangsmodell		Statistisches Modell	
	Effekt	p-Wert	Effekt	p-Wert
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects:				
<i>Konstante</i>	91,83	<.01	92,87	<.01
<i>Geschlecht</i>	17,06	<.01	17,01	<.01
<i>Alter</i>	-0,49	<.01	-0,49	<.01
<i>Alter*Alter</i>	-0,0013	.69	-0,0023	.35
<i>Sport</i>	0,74	.42	0,19	.82
<i>SA (MET*h)</i>	0,022	.53	0,059	<.01
<i>HA (MET*h)</i>	0,040	.02	0,0084	.35
<i>WRA (MET*h)</i>	0,001	.94		
<i>Soz. Status</i>	0,80	.15	0,86	.03
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects – Interaktionsterme				
<i>Alter*Geschlecht</i>	-0,11	.27	-0,066	.10
<i>Alter*Alter*Geschlecht</i>	0,001	.65		
<i>Alter*Soz. Status</i>	0,042	.07	0,040	.07
<i>Alter*Sport</i>	0,16	.17	0,24	.02
<i>Alter*Alter*Sport</i>	-0,004	.16	-0,0073	.02
<i>Alter*SA</i>	0,005	.28		
<i>Alter*Alter*SA</i>	-0,0001	.37		
<i>Alter*WRA</i>	0,0002	.89		
<i>Alter*Alter*WRA</i>	-0,00001	.80		
<i>Alter*HA</i>	-0,002	.39		
<i>Alter*Alter*HA</i>	-0,00001	.85		
<i>Geschlecht*Sport</i>	0,338	.70		
<i>Geschlecht*SA</i>	-0,042	.17	-0,035	.20
<i>Geschlecht*HA</i>	0,044	.02	0,031	.06
<i>Geschlecht*WRA</i>	-0,006	.58		
<i>Geschlecht*Soz. Status</i>	0,53	.35		
<i>Soz. Status*SA</i>	0,001	.95		
<i>Soz. Status*WRA</i>	0,003	.65		
<i>Soz. Status*HA</i>	-0,009	.39		
Regressionskoeffizienten: Random Effects				
<i>Alter</i>	0,011	.08	0,0145	.03
<i>Alter*Alter</i>	0,000	.99		
<i>Sport</i>	1,948	.51		
<i>Soz. Status</i>	0,674	.81		
Kennzahlen statistisches Modell:				
-2 Log-Likelihood	AIC	BIC	Pred vs. real r=	
8480,9	8514,9	8503,1	.96	

Im Vergleich zu den anderen motorischen Fähigkeiten zeigt die Kraft den stärksten Geschlechtereffekt. Männer besitzen im Alter von 33 Jahren eine um 17,01 Z-Punkte höhere Kraft als Frauen. Eine signifikante Interaktion zwischen dem linearen Altersef-

fekt und dem Geschlecht (*Alter*Geschlecht*: $\beta = -0,066$) verdeutlicht jedoch, dass dieser Unterschied mit steigendem Alter abnimmt. Der Interaktionseffekt ist hinsichtlich seiner Effektstärke mit nur ca. 0,07 Z-Score-Punkte pro Jahr jedoch nicht sehr stark ausgeprägt.

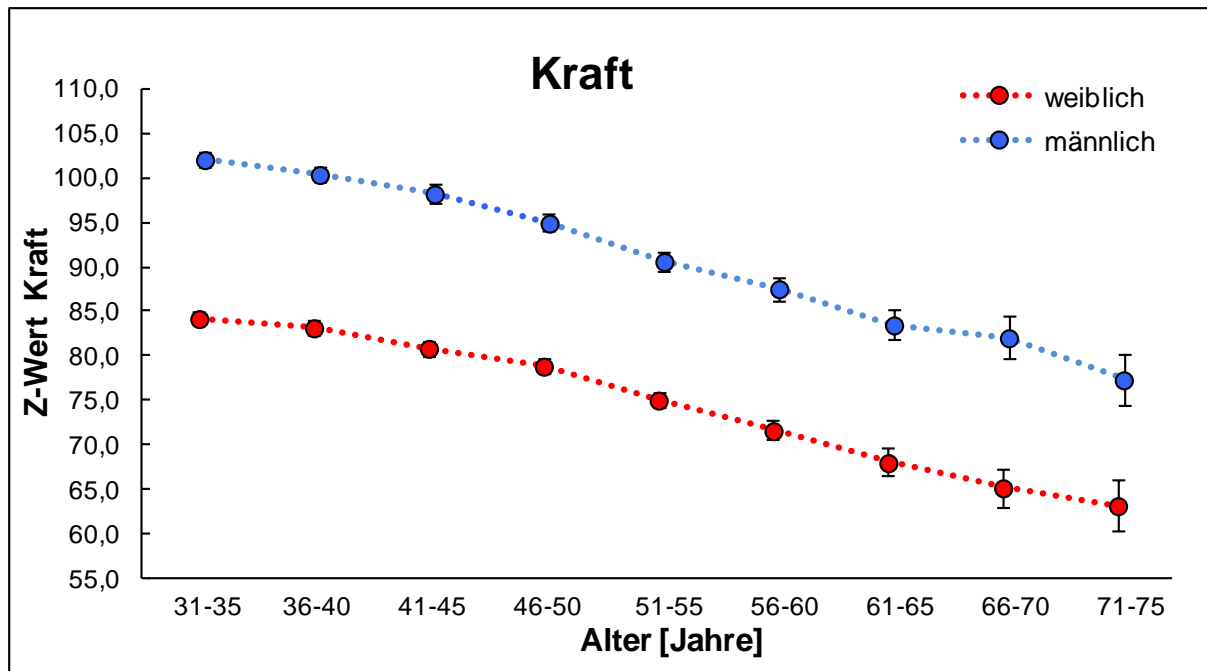


Abbildung 30: Verlauf der Kraftfähigkeit im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Geschlecht. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Der Einfluss des Alters zeigt sich in einem stark ausgeprägten linearen Rückgang mit dem Alter (*Alter*: $\beta = -0,49$). Im Gegensatz zur Ausdauer ist ein beschleunigter Rückgang in Form eines quadratischen Effekts hier weniger stark ausgeprägt und erreicht nicht die Grenze zur statistischen Signifikanz (*Alter*Alter*: $p=.35$).

Der Einfluss von körperlicher Aktivität zeigt sich bei der Kraft in hohem Maße über den Umfang und die Intensität der Aktivität. Mit jeder geleisteten wöchentlichen MET-Stunde steigt die Kraft im Mittel um 0,059 Z-Punkte (*SA*: $\beta = +0,059$). Hier profitieren Frauen stärker von hohen Intensitäten und Umfänge als Männer, was sich in einer signifikanten Interaktion zwischen Geschlecht und SA äußert (*Geschlecht*SA*: $\beta = -0,035$). Im Gegensatz zu Frauen profitieren Männer auch von intensiven Alltagsaktivitäten (*Geschlecht*HA*: $\beta = +0,031$). Eine mögliche Erklärung ist hier, dass viele Frauen moderaten Sport treiben, ohne dabei merklich ihre Kraft zu erhöhen. Mit steigender Intensität erhöhen sich die Effekte auf die Kraft jedoch merklich. Männer profitieren hinsichtlich ihrer Kraft aufgrund ihrer Physiologie schneller vom Sporttreiben, die Abhängigkeit von der Intensität ist nicht so stark ausgeprägt. Auch Alltagsaktivitäten wie Radfahren und Arbeiten im Freien steigern bei Männern dadurch die Kraft.

Eine signifikante positive Interaktion zwischen Alter und Sport, sowie der negative Interaktionsterm mit dem quadrierten Alter zeigen, dass der Rückgang an Kraft mit dem Alter bei Sporttreibenden zunächst langsamer verläuft ($Alter * Sport: \beta = +0,24$).

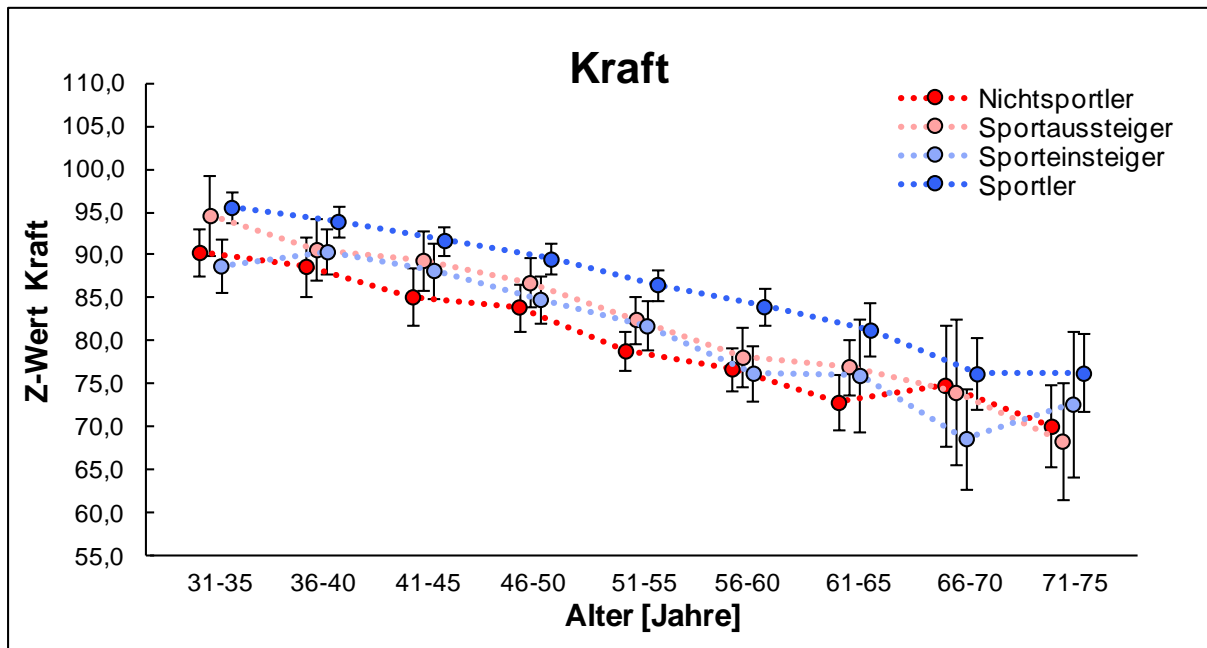


Abbildung 31: Verlauf der Kraftfähigkeit im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Sporttyp. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Im hohen Alter verlieren die Sportler dann jedoch aufgrund ihres höheren Niveaus schneller an Kraft ($Alter * Alter * Sport: \beta = -0,0073$).

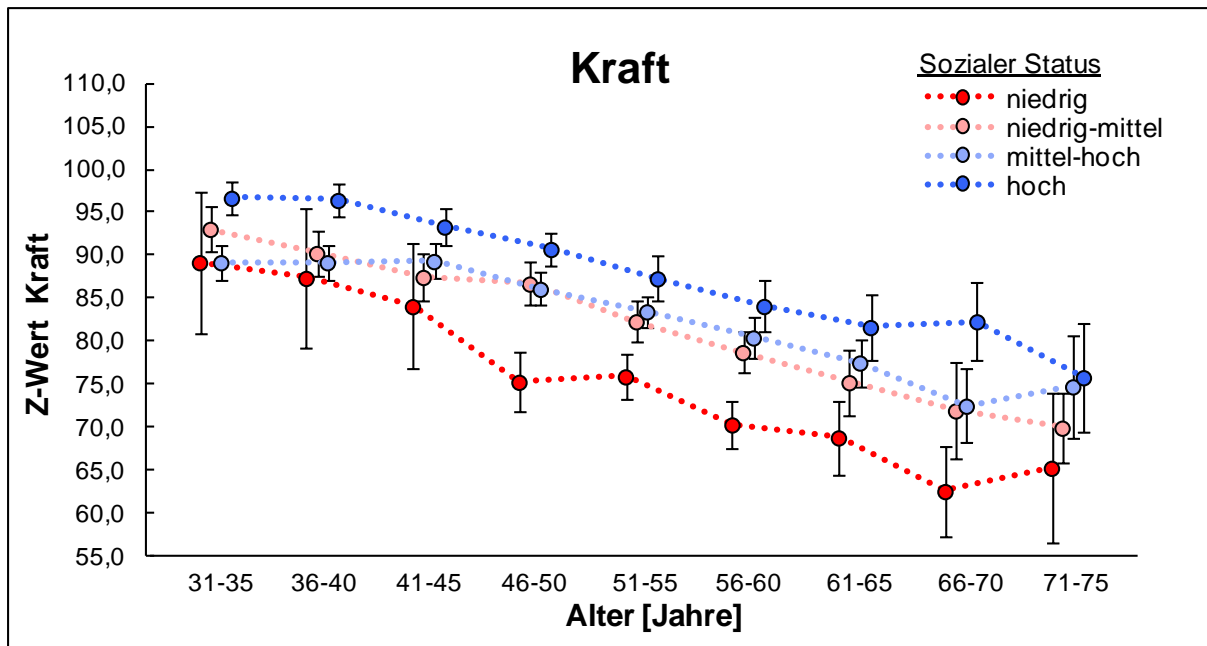


Abbildung 32: Verlauf der Kraftfähigkeit im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom sozialen Status. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Neben Geschlecht und Alter zeigt auch der soziale Status Zusammenhänge zur Kraft. Personen mit höherem sozialen Status besitzen eine höhere Krafftähigkeit von fast einem Z-Score pro höherer Schichtzugehörigkeit (*Soz. Status: $\beta = +0,86$*). Diese Unterschiede steigen mit fortschreitendem Alter noch weiter an (*Alter*Soz. Status: $\beta = +0,040$*).

Ein signifikanter Zufallseffekt des Alters deutet darauf hin, dass die untersuchten Prädiktoren nicht die gesamte Varianz der unterschiedlichen Entwicklungen mit dem Alter erklären. Die lineare Änderungsrate der Kraft mit dem Alter variiert zwischen den Personen.

Einordnung der Ergebnisse

Die Schnellkraft und Kraftausdauer steigt entwicklungsbedingt bei Jungen bzw. Männern bis zum 25., bei Mädchen, bzw. Frauen bis zum 16. Lebensjahr (Bös, 1994). Anschließend zeigt sich zunächst ein leichter Rückgang, der laut Literaturstand ab dem 45. Lebensjahr beschleunigt voranschreitet, wobei sich in Abhängigkeit der durchgeführten Testaufgaben leichte Unterschiede zeigen (vgl. Schmidtbleicher, 1994; Tittlbach, 2002). Dabei sind die Verluste über die Lebensspanne in der Kraftausdauer mit 50-75% weitaus ausgeprägter als die Verluste der Maximal- und Schnellkraft mit 20-30% (Schmidtbleicher, 1994). Die Ergebnisse der Analysen bestätigen den Stand der Literatur für das Erwachsenenalter. Betrachtet man die Rohdaten in Abhängigkeit der Altersgruppe, so sind die deutlichsten, altersbedingten Rückgänge in den kraftausdauerorientierten Aufgaben Sit-Ups und Liegestütz zu finden (bis zu ca. 75%, siehe Tabelle 70 & Tabelle 71 im Anhang). Der gefundene signifikante, negative quadratische Effekt des Alters auf die Krafftähigkeit weist auf einen im Alter beschleunigten Rückgang der Kraft hin. Dies führt in den vorliegenden Daten zu einem beschleunigten Rückgang ab einem Zeitraum zwischen dem 45. und 55. Lebensjahr (vgl. Abbildung 44). Nach den Analysen von Tittlbach (2002) ergibt sich ein Rückgang der Kraft um 4-5% bis zum 45. Lebensjahr und ab dem 45. Lebensjahr bis zum 80. Lebensjahr ein beschleunigter Rückgang um 12-15% pro Dekade.

Männer zeigen über die betrachtete Lebensspanne ein durchgehend höheres Niveau als Frauen. Eine signifikante Interaktion zwischen dem Geschlecht und dem Alter zeigt, dass die Männer dabei leicht höhere Verlustraten aufweisen. Dieser Befund bestätigt ein aktuelles Review zum Rückgang von Kraft und Muskelmasse im Alter.

Doherty konstatiert in diesem: „Relative losses appear similar for men and women; however, because men typically start from higher baseline values, their absolute losses of strength are greater“⁷ (Doherty, 2003).

Sportler zeigen Analog zu den Arbeiten von Tittlbach (2002) und Conzelmann (1994) durchgängig ein höheres Niveau als Nichtsportler, Sparteinsteiger erreichen jedoch nicht das Niveau von durchgängig sportlich Aktiven. Die Sportler weisen einen stärker ausgeprägten quadratischen Effekt bei einem schwächer ausgeprägten linearen Effekt des Alters auf. Ähnlich dem Geschlechterunterschied ist der Verlust an Kraft bei Sportlern ausgehend von einem höheren Niveau im hohen Erwachsenenalter höher als bei Nichtsportlern. Dieser Befund deckt sich mit den Ergebnissen einer aktuellen Studien zum Verlauf der Krafftähigkeit anhand von Daten zur Leistung des Armstreckers und Beinbeugers (Last & Weisser, 2015).

⁷ Übersetzung d. Autors: „Die relativen Rückgänge zeigen sich für Männer und Frauen vergleichbar hoch, da Männer jedoch typischerweise auf einem höheren Ausgangsniveau starten, sind ihre absoluten Verluste höher.“

8.2.3 Beweglichkeit

Modell & Interpretation der Ergebnisse

Die Konstante des finalen statistischen Modells beträgt 102,23 Z-Punkte. Im Gegensatz zu den anderen motorischen Fähigkeiten ist die Konstante der Beweglichkeit relativ hoch. Der Grund hierfür ist, dass die Normierung einheitlich anhand der 35-jährigen Männer des Messzeitpunkts 1992 durchgeführt wurde. Bei der Beweglichkeit zeigen jedoch die Frauen im Mittel eine höhere Leistungsfähigkeit.

Tabelle 45: Ausgangsmodell und statistisches Modell der Beweglichkeit

Beweglichkeit	Ausgangsmodell		Statistisches Modell	
	Effekt	p-Wert	Effekt	p-Wert
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects:				
<i>Konstante</i>	101,68	<.01	101,34	<.01
<i>Geschlecht</i>	-6,08	<.01	-6,15	<.01
<i>Alter</i>	-0,45	<.01	-0,27	<.01
<i>Alter*Alter</i>	0,006	.13	-0,0010	.62
<i>Sport</i>	1,57	.17	1,73	<.01
<i>SA (MET*h)</i>	-0,009	.84	0,039	.04
<i>HA (MET*h)</i>	0,052	.03	0,027	.01
<i>WRA (MET*h)</i>	0,003	.83	0,003	.85
<i>Soz. Status</i>	1,648	.02	1,65	<.01
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects – Interaktionsterme				
<i>Alter*Geschlecht</i>	-0,162	.20		
<i>Alter*Alter*Geschlecht</i>	0,007	.07		
<i>Alter*Soz. Status</i>	-0,017	0.60		
<i>Alter*Sport</i>	-0,047	.75		
<i>Alter*Alter*Sport</i>	0,003	.48		
<i>Alter*SA</i>	0,007	.19		
<i>Alter*Alter*SA</i>	-0,0002	.23		
<i>Alter*WRA</i>	0,004	.07	0,0040	.06
<i>Alter*Alter*WRA</i>	-0,0002	.01	-0,00016	<.01
<i>Alter*HA</i>				
<i>Alter*Alter*HA</i>				
<i>Geschlecht*Sport</i>	-0,002	.48	-1,61	<.09
<i>Geschlecht*SA</i>	0,00001	.90		
<i>Geschlecht*HA</i>	-0,13	.24		
<i>Geschlecht*WRA</i>	-0,029	.45		
<i>Geschlecht*Soz. Status</i>	-0,0021	.93		
<i>Soz. Status*SA</i>	0,015	.29		
<i>Soz. Status*WRA</i>	-0,67	.43		
<i>Soz. Status*HA</i>	0,029	.17		
Regressionskoeffizienten: Random Effects				
<i>Alter</i>	61,88	<.01		
<i>Alter*Alter</i>	4,156	.99	0,00006	<.01
<i>Sport</i>	0,011	.54		
<i>Soz. Status</i>	0,00005	<.01		
Kennzahlen statistisches Modell:				
-2 Log-Likelihood	AIC	BIC	Pred vs. real r=	
9829,3	9859,3	9938,0	.95	

Der Rückgang der Beweglichkeit mit dem Alter ist etwas niedriger als bei den anderen Fähigkeiten. Er beträgt 0,27 Z-Score Punkte pro Lebensjahr.

Männer besitzen durchschnittlich eine um 6,15 Z-Punkte niedrigere Beweglichkeit als Frauen (vgl. Abbildung 33).

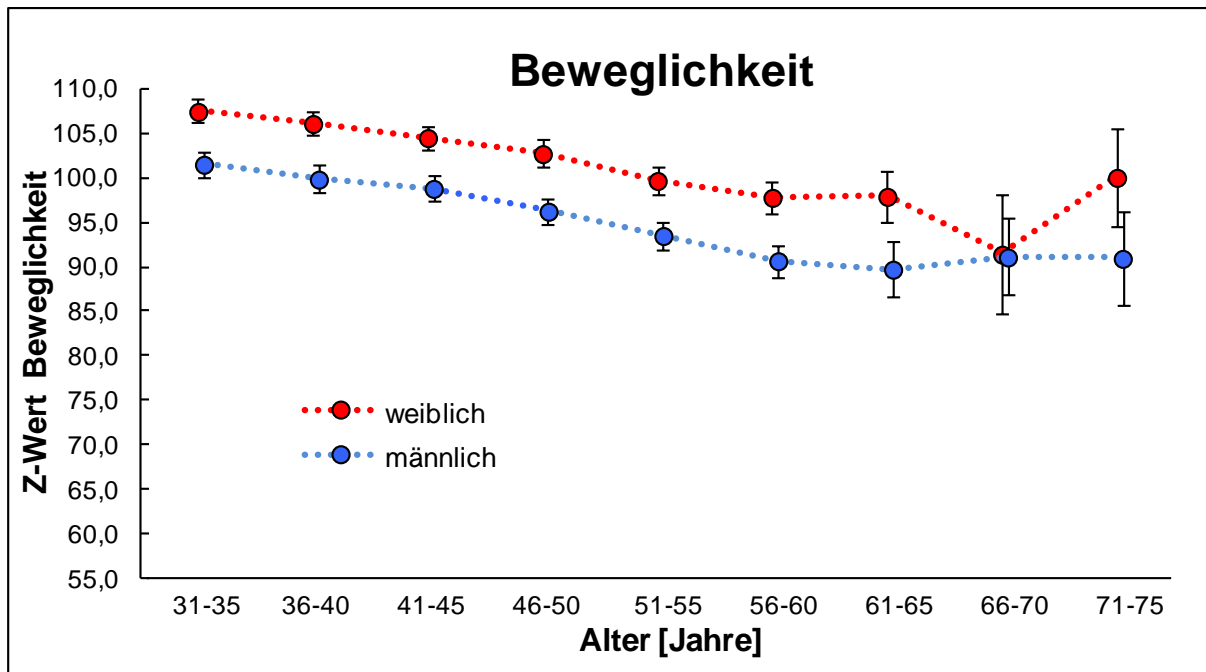


Abbildung 33: Verlauf der Beweglichkeit im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Geschlecht. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Das Fehlen einer signifikanten Interaktion mit dem Alter lässt darauf schließen, dass diese Unterschiede über das Alter hinweg stabil sind. Der in Abbildung 33 dargestellte Anstieg der Beweglichkeit bei Frauen im hohen Alter ist höchstwahrscheinlich auf Stichprobeneffekte in Form von Selektionseffekten in den hohen Altersjahrgängen mit wenigen Teilnehmern zurückzuführen. Die Stichprobengröße ist in diesem Bereich sehr klein, Analysen mit den Daten folgender Messzeitpunkte sind wünschenswert, um die Verläufe hier verlässlich darzustellen.

Der Effekt von körperlicher Aktivität auf die Beweglichkeit äußert sich sowohl in einem globalen Effekt von Sporttreiben als auch im Ausmaß des Sporttreibens und der Alltagsaktivität. Interessant ist hierbei, dass vor allem Frauen vom allgemeinen Sporttreiben profitieren, was der ausgeprägte Interaktionseffekt zwischen Geschlecht und Sporttreiben zeigt (1,61 Z-Punkte Differenz zw. Männern und Frauen). Grund hierfür könnte vor allem die Wahl der Sportarten und die unterschiedlichen Trainingsinhalte beim Sport von Frauen und Männern sein.

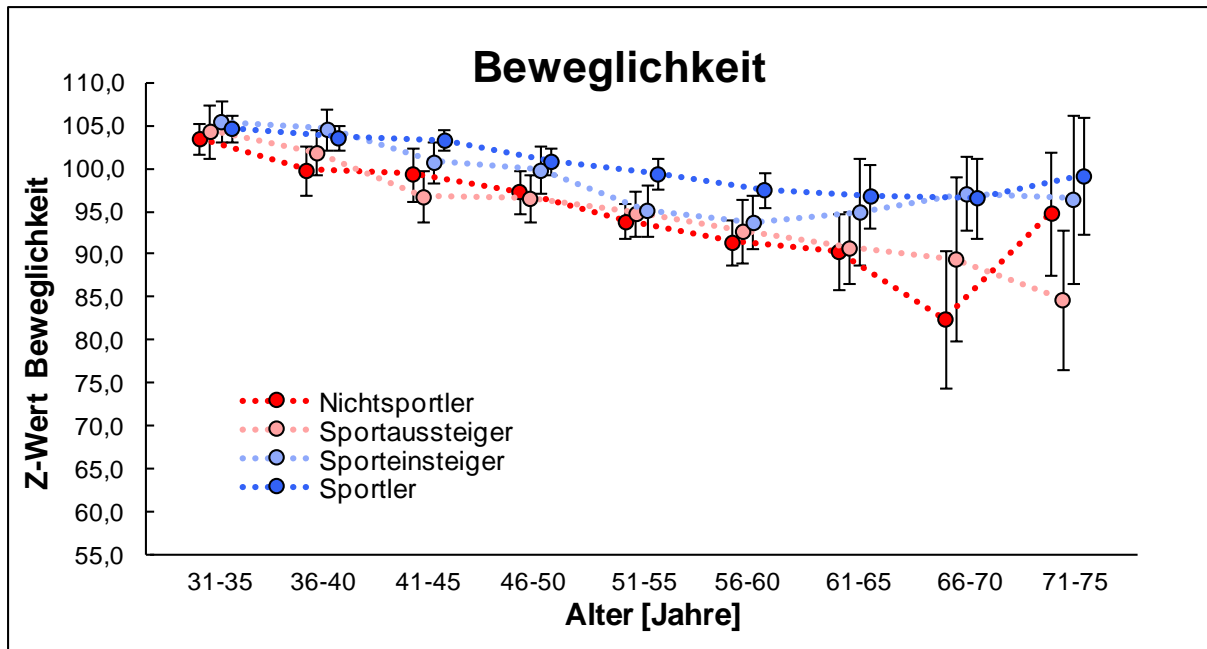


Abbildung 34: Verlauf der Beweglichkeit im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Sporttyp. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Sowohl Männer als auch Frauen profitieren vom Ausmaß der sportlichen Aktivität und Alltagsaktivität. Die Effekte sind mit $\beta = 0,039$ respektive $\beta = 0,027$ Z-Punkten pro wöchentlicher MET-Stunde jedoch nicht sehr stark ausgeprägt. Im Gegensatz zu den anderen Fähigkeiten zeigt sich auch ein Effekt der arbeitsplatzbezogenen Aktivität (WRA). Während Personen mit hoher WRA zunächst hinsichtlich ihrer Beweglichkeit leicht profitieren ($Alter*WRA: \beta = 0,0040$), zeigt sich mit ansteigendem Alter ein signifikanter negativer Effekt ($Alter*Alter*WRA: \beta = -0,00016$). Numerisch betrachtet wirkt dieser Effekt mit $-0,00016$ Z-Punkten zwar auf den ersten Blick gering, der niedrige p-Wert ist jedoch ein Hinweis auf dessen Relevanz. Der Effekt beträgt für einen Menschen, der angibt pro Woche 30 Stunden moderate bis schwere Arbeit von im Mittel ca. 5 MET zu leisten, über einen Zeitraum von 30 Lebensjahren ganze $-21,6$ Z-Punkte ($30Jahre*30Jahre*30Stunden*5MET*(-0,00016)=-21,6$). Gründe für diesen hohen negativen Einfluss von arbeitsplatzbezogener Aktivität könnten Verschleißerscheinungen bzw. Verletzungen/ Unfälle mit bewegungseinschränkenden Folgen sein. Neben diesem negativen Effekt von arbeitsplatzbezogener Aktivität zeigt sich auch ein hoher Einfluss des sozialen Status auf die Beweglichkeit (vgl. Abbildung 34). Pro Schichtstufe steigt die Beweglichkeit der Personen um 1,65 Z-Punkte (Soz. Status: $\beta = 1,65$)

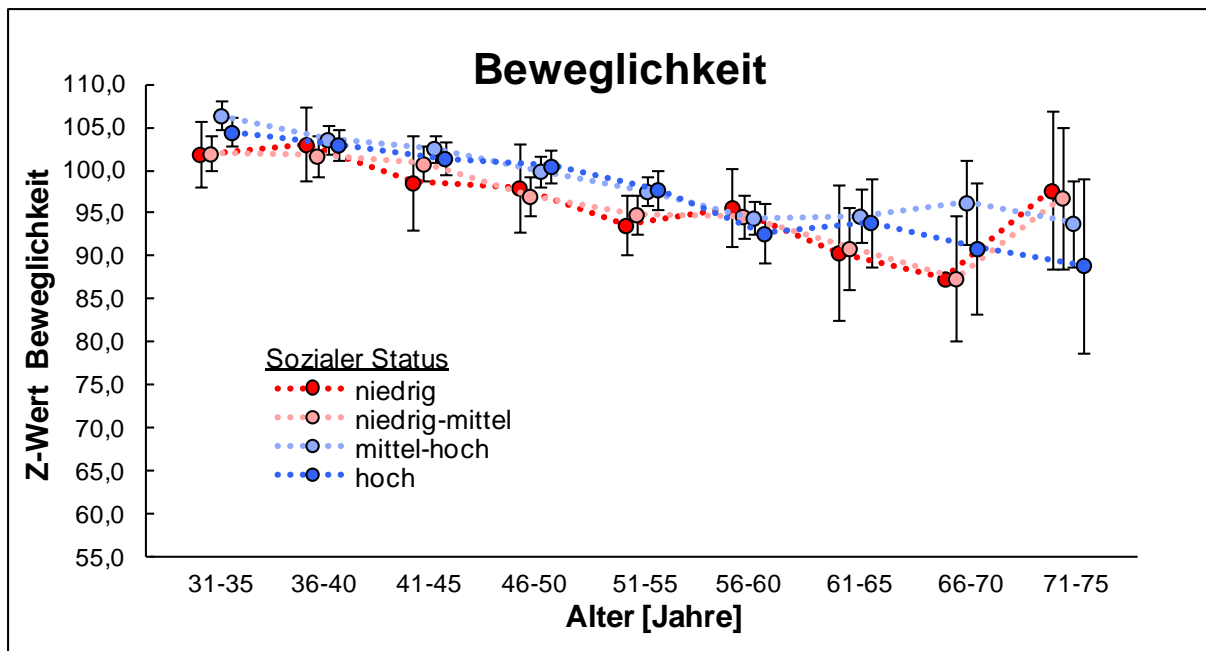


Abbildung 35: Verlauf der Beweglichkeit im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom sozialen Status. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Ein signifikanter Zufallseffekt des quadrierten Alters weist auf starke individuelle Unterschiede in der Entwicklung der Beweglichkeit im hohen Alter hin. Personen unterscheiden sich im hohen Alter in der Entwicklung ihrer Aktivität stark, was möglicherweise auf Krankheiten und Verletzungen mit orthopädischen Einschränkungen zurückzuführen ist.

Einordnung der Ergebnisse

Schließt man die Entwicklungen in der frühen Kindheit (0-4 Jahre) aus, verbessert sich die Beweglichkeit bei Jungen wie Mädchen bis zum 18. bis 25. Lebensjahr (Bös, 1994). Anschließend kommt es laut aktuellem Literaturstand zu einem linearen Rückgang der Beweglichkeit vom 20. bis 70. Lebensjahr um ca. 3-5% pro Dekade (Tittlbach, 2002). Die Ausprägung hängt jedoch stark von der betrachteten Bewegung ab (Tittlbach, 2002, S. 73). Wydra (2009) findet beispielsweise für die Testaufgabe „Rumpfbeuge“ einen beschleunigten Rückgang ab ca. dem 45. Lebensjahr.

Die im Zuge der Untersuchung in Bad Schönborn durchgeführten Testaufgaben lassen auf einen linearen Rückgang der Beweglichkeit schließen, sofern man nicht einzelne Aufgaben isoliert betrachtet.

Besonders Frauen profitieren hinsichtlich der Beweglichkeit vom Sport, was mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Inhalte des Sporttreibens zurückzuführen ist. Interventionsstudien zeigen zwar, dass sowohl Männer, als auch Frauen durch angeleitete Sportinterventionen ihre Beweglichkeit auch bis ins hohe Erwachsenenalter trainieren

können (Keysor & Jette, 2001; Bergamin et al., 2012). Die vorliegenden Ergebnisse lassen jedoch darauf schließen, dass in der Sportpraxis Männer häufig wenig zur Förderung ihrer Beweglichkeit tun. Der Effekt von Sporttreiben auf die Beweglichkeit ist bei Frauen etwa dreimal so hoch wie bei Männern (Effekt Sporttreiben bei Männern: $1,73+(0,5*(-1,61)) = 0,93$; respektive bei Frauen: $1,73+(-0,5*(-1,61)) = 2,53$).

8.2.4 Koordination

Das Modell

Die Konstante des finalen statistischen Modells beträgt 94,18 Z-Punkte und die Koordination nimmt unabhängig vom Geschlecht mit jedem Lebensjahr um 0,48 Z-Punkte ab (*Alter*: $\beta = -0,48$).

Tabelle 46: Ausgangsmodell und statistisches Modell der Koordination

Koordination	Ausgangsmodell		Statistisches Modell	
	Effekt	p-Wert	Effekt	p-Wert
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects:				
<i>Konstante</i>	94,096	<.01	94,18	<.01
<i>Geschlecht</i>	7,520	<.01	6,28	<.01
<i>Alter</i>	-0,519	<.01	-0,48	<.01
<i>Alter*Alter</i>	-0,002	.56	-0,0035	.32
<i>Sport</i>	1,548	.24	0,68	.61
<i>SA (MET*h)</i>	-0,019	.37	0,073	<.01
<i>HA (MET*h)</i>	1,652	.06		
<i>WRA (MET*h)</i>	-0,078	.64		
<i>Soz. Status</i>	0,001	.89	1,21	<.01
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects – Interaktionsterme				
<i>Alter*Geschlecht</i>	-0,009	.79		
<i>Alter*Alter*Geschlecht</i>	0,271	.12		
<i>Alter*Soz. Status</i>	-0,009	.08		
<i>Alter*Sport</i>	0,002	.66	0,30	.06
<i>Alter*Alter*Sport</i>	0,0001	.71	-0,0084	.07
<i>Alter*SA</i>	0,004	.16		
<i>Alter*Alter*SA</i>	-0,0001	.08		
<i>Alter*WRA</i>	-3,092	.02		
<i>Alter*Alter*WRA</i>	0,058	.24		
<i>Alter*HA</i>				
<i>Alter*Alter*HA</i>				
<i>Geschlecht*Sport</i>	-0,002	.93	-2,55	.03
<i>Geschlecht*SA</i>	-0,013	.46		
<i>Geschlecht*HA</i>	-1,106	.16		
<i>Geschlecht*WRA</i>	-0,006	.84		
<i>Geschlecht*Soz. Status</i>	-0,010	.30		
<i>Soz. Status*SA</i>	0,009	.57		
<i>Soz. Status*WRA</i>	-0,009	.79		
<i>Soz. Status*HA</i>	0,271	.12		
Regressionskoeffizienten: Random Effects				
<i>Alter</i>	36,249	<.01		
<i>Alter*Alter</i>	-	.99		
<i>Sport</i>	-	.99		
<i>Soz. Status</i>	-	.99		
Kennzahlen statistisches Modell:				
-2 Log-Likelihood	AIC	BIC	Pred vs. real r=	
10321,7	10345,7	10408,7	.83	

Abbildung 36 zeigt, dass der Rückgang bei beiden Geschlechtern ab ca. 40 Jahren verstärkt abläuft.

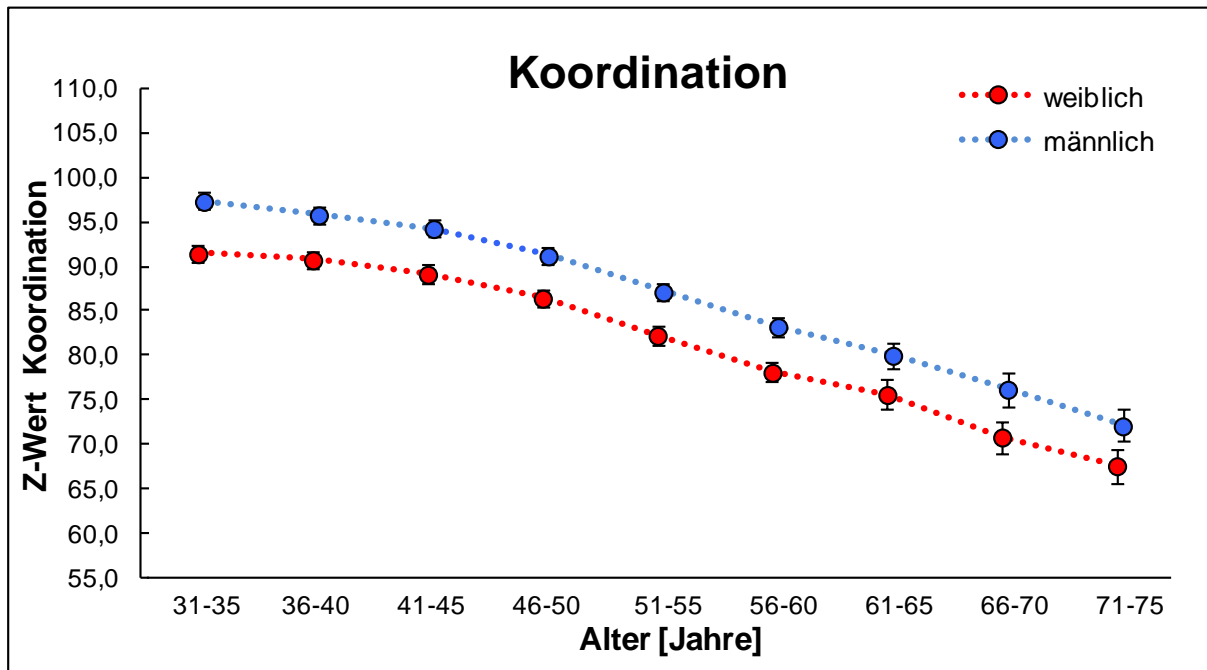


Abbildung 36: Koordination im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Geschlecht. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Im Modell zeigt sich dies nicht in Form eines signifikanten quadratischen Haupteffekts, sondern in Form einer Interaktion zwischen quadriertem Alter und Sporttreiben.

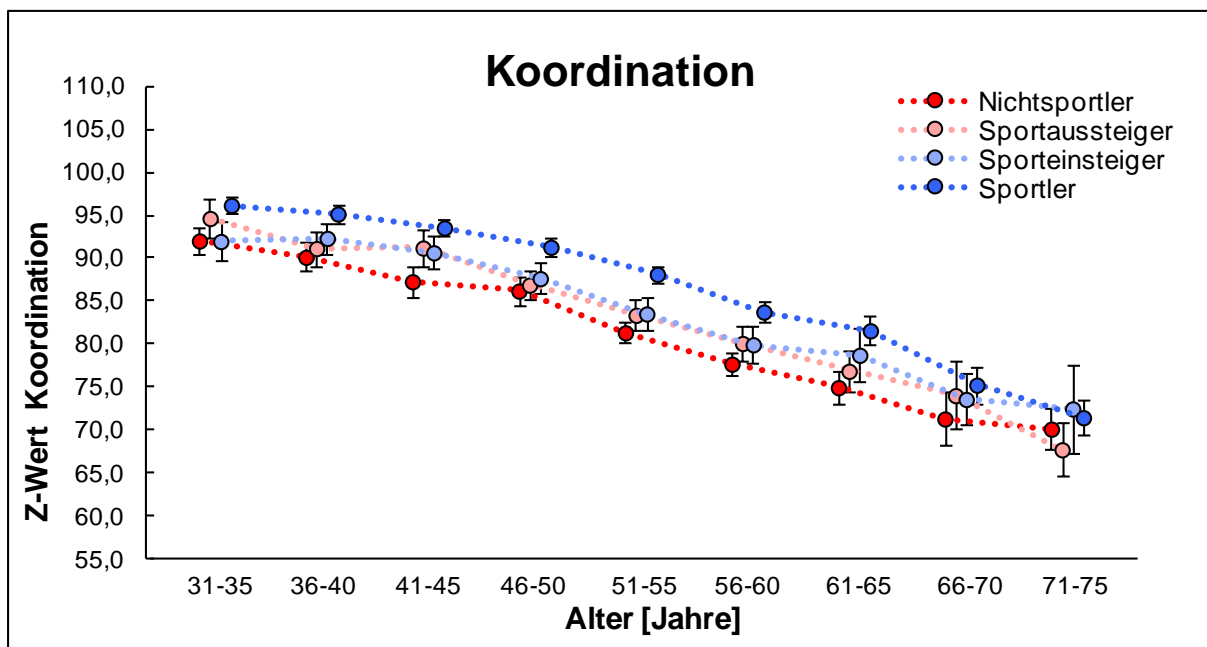


Abbildung 37: Koordination im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Sporttyp. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Die Darstellung der Verläufe in Abhängigkeit des Sporttyps (vgl. Abbildung 37) zeigt,

dass der beschleunigte Rückgang vor allem unter den Sportlern auftritt, die ein höheres Niveau der Koordination besitzen. Der quadratische Effekt der Nichtsportler beträgt nur etwa ein Drittel von dem der Sportler (Nichtsportler: Nur Effekt des quadrierten Alters: $\beta = -0,0036$; Sportler: Effekt des quadrierten Alters plus Effekt des quadrierten Effektes der Sportler: $\beta = -0,0036 - 0,0084 = -0,0120$). Ein positiver Effekt von sportlicher Aktivität auf die Koordination zeigt sich über deren Ausmaß (SA: $\beta = 0,073$) und in Form einer Interaktion zwischen Alter und Sporttreiben ($Alter*Sport: \beta = +0,30$). Das Niveau der Sportler ist durchgängig höher als das der Nichtsportler (vgl. Abbildung 52). Die Unterschiede nehmen mit dem Alter erst zu und werden dann durch den negativen quadratischen Effekt des Alters im hohen Erwachsenenalter wieder geringer ($Alter*Alter*Sport: \beta = -0,0084$). Sportler zeigen damit im hohen Erwachsenenalter ausgehend von einem höheren Niveau einen beschleunigten Rückgang der Koordination. Eine negative Interaktion von Geschlecht und Sporttreiben ($Geschlecht*Sport: \beta = -2,55$) zeigt, dass die Geschlechterunterschiede bei sporttreibenden Frauen und Männern geringer sind als bei inaktiven. Frauen profitieren hinsichtlich der Koordination damit stärker vom Sport bzw. Frauen, die keinen Sport betreiben, zeigen eine signifikant schlechtere Koordination als männliche Nichtsportler. Auch der soziale Status ist ein signifikanter Prädiktor für die Koordinationsfähigkeit (vgl. Abbildung 38).

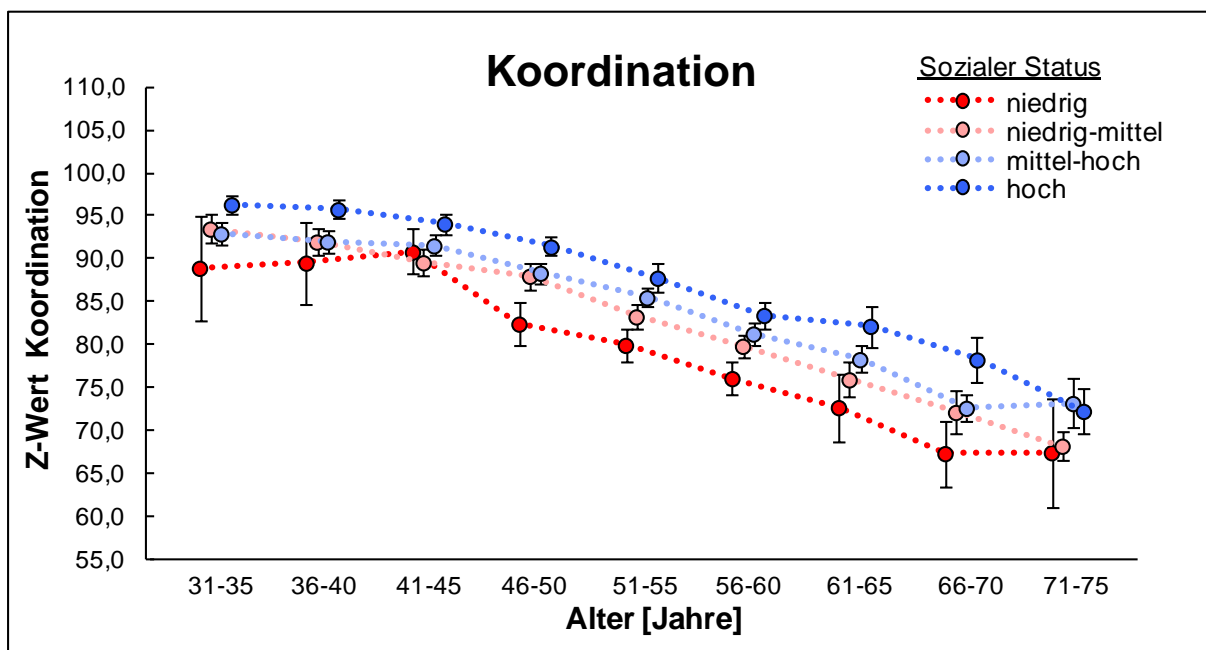


Abbildung 38: Koordination im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom sozialen Status. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Pro Schichtstufe erhöht sich die Koordination im Mittel um 1,21 Z-Punkte (*Soz. Status*: $\beta = 1,21$).

Einordnung der Ergebnisse

Im Gegensatz zur Kraft, Ausdauer und Beweglichkeit ist die Koordination ein deutlich inhomogeneres Konstrukt. Man spricht allgemein auch von den koordinativen Fähigkeiten (vgl. z.B. Roth & Winter, 1994) und nicht von einer einzelnen übergeordneten Fähigkeit. Aus diesem Grund müssen die gefundenen Ergebnisse noch stärker im Kontext der durchgeführten Tests zur Bestimmung der Koordinationsleistung gesehen werden. Eine Einordnung in den Literaturstand ist erschwert. So finden Willimczik und Kollegen beispielsweise grundlegend unterschiedliche Verläufe der Leistungsfähigkeit im Jonglieren und Balancieren (2006, S. 17).

Für die Koordination bei Präzisionsaufgaben findet Bös (1994) einen entwicklungsbedingten Anstieg der Leistungsfähigkeit bis zum 25. Lebensjahr für Jungen und Mädchen. Für die Koordination unter Zeitdruck zeigen sich diese Anstiege nur bis zum 15. Lebensjahr bei Mädchen bzw. zum 20. Lebensjahr bei Jungen. Ab diesen Leistungsmaxima nimmt die Koordinationsfähigkeit ab, wobei auch hier ab dem 45. Lebensjahr verstärkt und ab dem 60. bis 65. Lebensjahr noch einmal beschleunigt (Tittlbach, 2002).

Die Ergebnisse der Analysen bestätigen diese Aussagen. Ein beschleunigter Rückgang findet sich ab ca. dem 45. Lebensjahr, wobei dieser Effekt bei den Sportlern stärker ausgeprägt ist als bei den Nichtsportlern (signifikante Interaktion Sport*Alter*Alter). In einer aktuellen Studie zur Gleichgewichtsfähigkeit finden die Autoren die Unterschiede in der Entwicklung zwischen Sportlern und Nichtsportlern nicht. Die Sportler befinden sich jedoch auch durchgängig auf einem besseren Niveau (Last & Weisser, 2015).

Männer zeigen in allen Altersgruppen eine höhere Leistung in den Koordinationsaufgaben, wobei angemerkt werden muss, dass die eingesetzte Testbatterie relativ viele Aufgaben mit Bällen beinhaltet, welche im Alltag eher in den Aktivitätsinhalten von Männern eine Rolle spielen. Eine signifikante, negative Interaktion zwischen Sporttreiben und Geschlecht zeigt, dass bezogen auf die untersuchten Aspekte der Koordination, Frauen vom Sport mehr profitieren als Männer bzw. sportlich inaktive Frauen eine deutlich schwächere Koordinationsleistung zeigen als inaktive Männer.

Allgemein zeigen Sportler höhere Koordinationsfähigkeiten als Nichtsportler, wobei die Unterschiede mit zunehmendem Alter geringer werden. Sparteinsteiger erreichen das Niveau von Sportlern, während Sportaussteiger mit Ausnahme der Altersgruppe 71-75 nicht ganz auf das Niveau der Nichtsportler zurückfallen. Sie scheinen von ihrer Sportbiographie nachhaltig zu profitieren. Außerdem zeigen Männer und Personen aus höheren sozialen Schichten eine bessere Leistung in den Koordinationsaufgaben.

Obwohl in der vorliegenden Studie sechs verschiedene Testitems zur Erfassung der Koordination verwendet wurden, bleibt offen, inwiefern die gefundene Entwicklung des Koordinations-Indizes über die Lebensspanne verallgemeinerbar ist, da es sich bei der Koordination bzw. den koordinativen Fähigkeiten um ein sehr komplexes Konstrukt handelt, mit einer Vielzahl von beteiligten Systemen.

8.2.5 Zusammenfassung und Diskussion: Motorische Leistungsfähigkeit

Die Ergebnisse bestätigen die im Modell von Bouchard, Blair und Haskell (2007) vorhergesagten Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Fitness. Die Einordnung der gefundene Effektstärken muss jedoch stets vor dem Hintergrund der verwendeten Erfassungsmethoden geschehen. Zur Beschreibung der Entwicklung der mLf wurden im Zuge dieser Arbeit verschiedene motorische Testaufgaben in Form von Z-Werten zusammengefasst, um die vier Fähigkeiten Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit und Koordination abzubilden. Unter dem Begriff der differentiellen motorischen Entwicklung beschreibt Bös bereits im Jahr 1994, dass die motorische Entwicklung auf der Ebene einzelner Testaufgaben von Aufgabe zu Aufgabe teilweise stark variiert. Um allgemeine Aussagen treffen zu können, ist es daher notwendig, mittels einer differenzierten Testbatterie die einzelnen Fähigkeiten in ihren verschiedenen Facetten und anhand möglichst aller beteiligten Systeme abzubilden. Das Zusammenfassen der Ergebnisse mehrere Testitems zu übergeordneten Fähigkeiten-Indizes macht die Ergebnisse der vorliegenden Studie bedingt mit Fähigkeiten-Indizes anderer Testbatterien vergleichbar. Trotzdem muss davon ausgegangen werden, dass die Wahl der Aufgaben auf der Ebene der Testitems einen erheblichen Einfluss auf die Verläufe der Fähigkeiten-Indizes hat. Beim Vergleich der hier gefundenen Ergebnisse mit anderen Studien muss dieser Problematik Rechnung getragen werden.

Zusammenfassend zeigen die analysierten Fähigkeiten-Indizes leicht unterschiedliche Entwicklungsverläufe (vgl. Abbildung 39 & Abbildung 40).

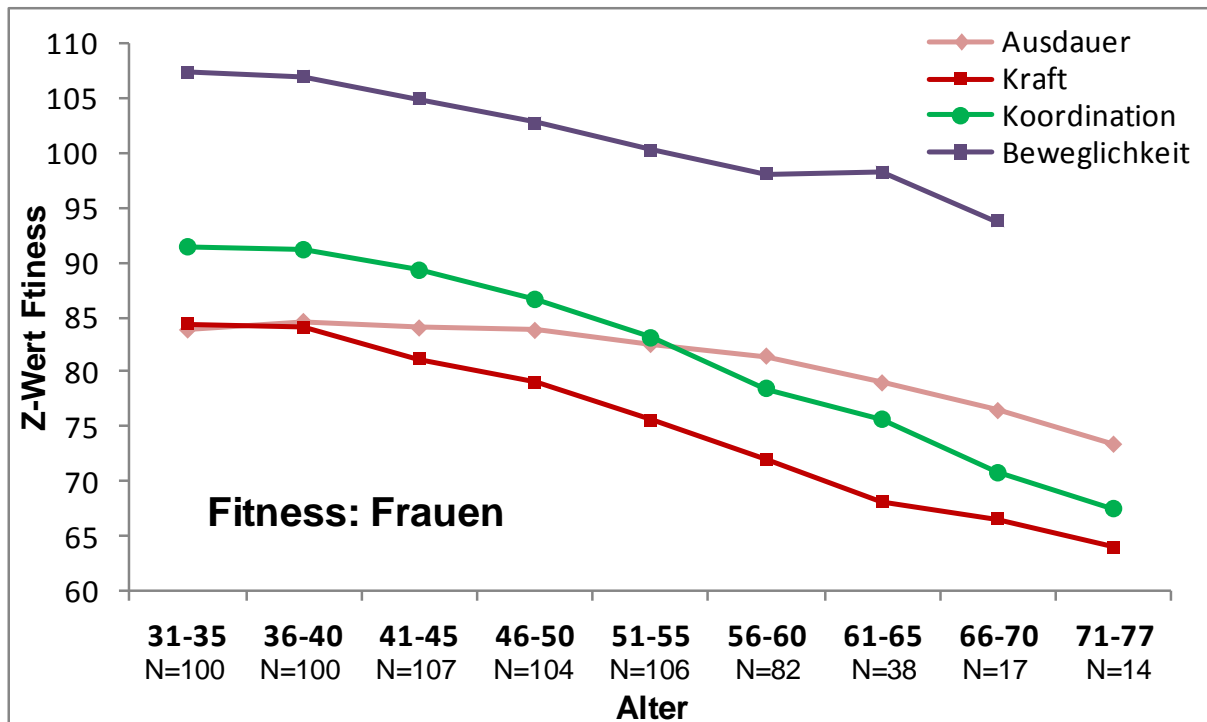


Abbildung 39: Z-Werte der motorischen Fähigkeiten - Frauen.

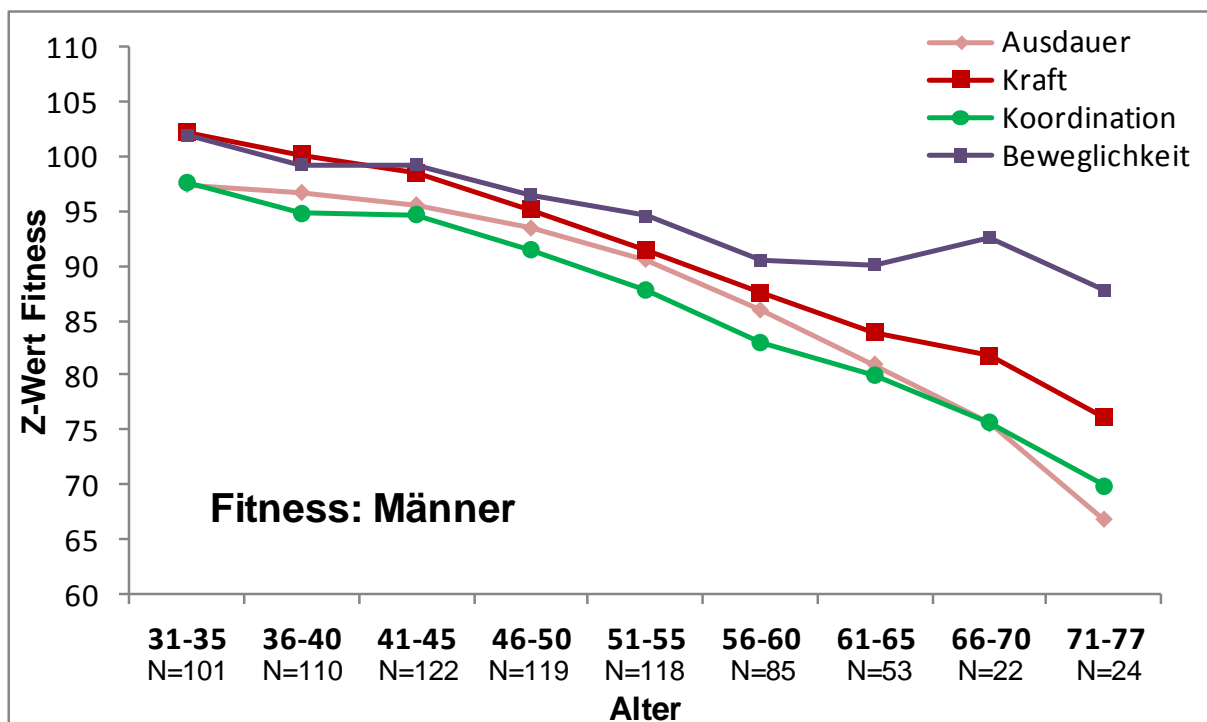


Abbildung 40: Z-Werte der motorischen Fähigkeiten - Männer.

Aggregierte Daten einzelner motorischer Testaufgaben zu einem Motorikindex berichten auch Willimzcik und Kollegen (2006). Anhand von Daten der MODALIS-

Studie publizierten sie einen Verlauf der sportmotorischen Entwicklung, welcher ein Plateau im Altersspektrum von 50 bis 65 Jahren erahnen lässt (vgl. Abbildung 55)

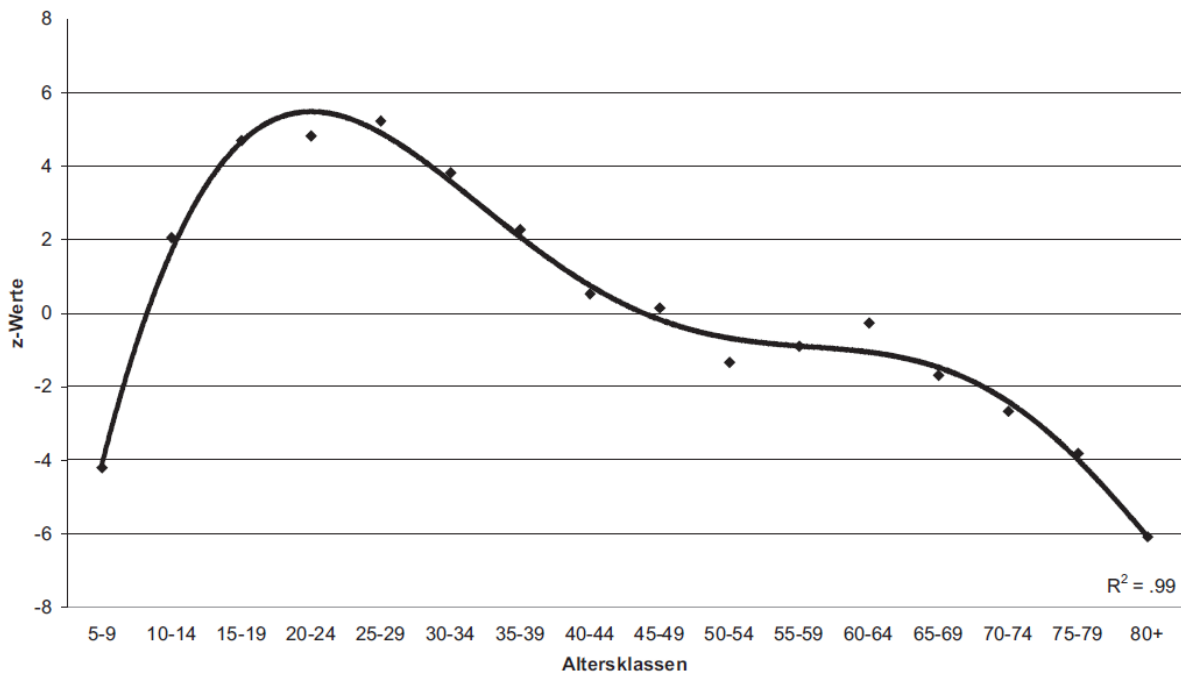


Abbildung 41: Entwicklungskurve des Motorikindex von Willimzcik, Voelcker-Rehage und Wiertz (2006, S. 16)

Betrachtet man den Verlauf des Motorikindex von Willimzcik und Kollegen ab einem Alter von 31 Jahren, so zeigen sich im Vergleich zu den Daten der vorliegenden Studie durchaus ähnliche Charakteristika. Eine Plateaubildungen lässt sich in den vorliegenden Daten bei der Beweglichkeit, Koordination und Kraft erahnen. Ein Effekt des kubierten Alters (Alter^3) wurde in den durchgeführten Analysen jedoch nicht signifikant. Neben den unterschiedlichen zugrundeliegenden Testaufgaben könnte die Tatsache, dass Willimzcik und Kollegen mehr Daten im hohen Erwachsenenalter (75+ Jahre) hatten, hier ausschlaggebend sein. In den vorliegenden Daten deutet sich bei den Männern, die im Mittel ein höheres biologisches Alter als die Frauen aufweisen, ebenfalls ein erneut beschleunigter Rückgang im hohen Erwachsenenalter an (vgl. Abbildung 40). Das Auffinden eines kubischen Effekts des Alters sollte anhand von Daten von Personen im Alter von 75 Jahren und älter in weiteren Erhebungswellen des Projekts Gesundheit zum Mitmachen überprüft werden.

Die Beweglichkeit zeigt allgemein die niedrigsten Rückgänge mit dem Alter (vgl. Abbildung 39 & Abbildung 40). Bei den Männern zeigen Kraft, Ausdauer und Koordination ähnliche Rückgänge, bei den Frauen finden sich bei der Ausdauer schwächere altersbedingte Verluste. Dieser Umstand könnte jedoch auf die Tatsache zurückzu-

führen sein, dass die Frauen der betrachteten Stichprobe zwischen dem 40. und 50. Lebensjahr relativ viel Sport betreiben und allgemein von einem deutlich niedrigeren Niveau starten. Conzelmann (1994) findet diesen Trend in seiner Zusammenfassung des Literaturstands nicht, betont jedoch, dass damals noch keine nonlinearen Regressionsanalysen über das mittlere Erwachsenenalter vorliegen (Conzelmann, 1994, S. 159).

Die Ausdauer zeigt im Vergleich zu den anderen Fähigkeiten den stärksten quadratischen Anteil des Alterseffektes (vgl. Tabelle 47: Alter*Alter). Die Rückgänge der Ausdauer sind im mittleren Erwachsenenalter relativ gering und nehmen im hohen Erwachsenenalter stark zu, was bisherige Arbeiten auf diesem Gebiet bestätigt (Conzelmann, 1994; Conzelmann & Blank, 2009). Lasst und Weisser (2015) finden ähnliche Verläufe auch für die Ausdauer, operationalisiert anhand der körpergewichtsbezogenen Leistung an der 4 mmol/l-Laktatschwelle, was für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse spricht.

Neben dem Alter sind Geschlecht, soziale Schicht und die körperliche Aktivität bedeutsame Prädiktoren der motorischen Leistungsfähigkeit. Die gefundenen Effektstärken unterscheiden sich dabei jedoch zwischen den Fähigkeiten. Betrachtet man den Effekt des Geschlechts, so zeigt sich, dass Geschlechterunterschiede zugunsten der Männer bei der Kraft am stärksten ausgeprägt sind, gefolgt von der Ausdauer und Koordination. Auch bei der Beweglichkeit zeigen sich Geschlechterunterschiede, hier jedoch zugunsten der Frauen. Dies bestätigt die Arbeiten von Tittlbach (2002). Signifikante negative Interaktionen zwischen Alter und Geschlecht bei der Kraft und dem quadrierten Alter und dem Geschlecht bei der Ausdauer signalisieren, dass die Geschlechterunterschiede in diesen Fähigkeiten mit dem Alter abnehmen, während die Unterschiede in der Beweglichkeit und Koordination weitestgehend stabil bleiben.

Auch der soziale Status konnte als bedeutsamer Prädiktor der Motorik nachgewiesen werden. In allen Dimensionen der Motorik zeigen sich signifikante positive Effekte eines höheren sozialen Status. Unterschiede zwischen den sozialen Schichten hinsichtlich der Fitness sind im Kindesalter gut untersucht und belegt (Lämmle, Worth & Bös, 2012). Im Erwachsenenalter gelten lediglich Unterschiede hinsichtlich der Gesundheit (Lampert, Kroll, von der Lippe, Müters & Stolzenberg, 2013; Lampert, Richter, Schneider, Spallek & Dragano, 2016) und der körperlichen Aktivität (Hoebel, Finger, Kuntz & Lampert, 2015) als gesichert. Aufgrund von beobachteten Ungleich-

verteilungen des Geschlechts auf die sozialen Schichten (mehr Männer in der hohen Schicht) sollten die gefundenen Unterschiede der Fitness zwischen den sozialen Schichten in zukünftigen Studien überprüft werden. Es ist denkbar, dass die gefundenen Effekte teilweise auf Geschlechtereffekte zurückgehen.

Ein weiteres zentrales Ergebnis der Analysen ist, dass sich die verschiedenen Formen der Aktivität unterschiedlich stark und in unterschiedlicher Art und Weise auf die einzelnen Dimensionen der Motorik auswirken.

Zunächst schneiden unabhängig vom Ausmaß der Aktivität, sportlich aktive Personen in allen Dimensionen besser ab als Nichtsportler. Bei der Ausdauer und Beweglichkeit zeigt sich dieser Einfluss des Sporttreibens durch signifikante Haupteffekte, deren Ausprägung vom Geschlecht abhängt (bei der Ausdauer profitieren Männer, bei der Beweglichkeit Frauen stärker vom Sporttreiben, vgl. Tabelle 47). Sowohl bei der Kraft als auch bei der Koordination ergeben sich signifikante Interaktionen zwischen dem Sporttreiben und dem Alter, sowie dem quadrierten Alter. Die Unterschiede zwischen Sportlern und Nichtsportlern werden im Verlauf des mittleren Erwachsenenalters zunächst größer, um im hohen Erwachsenenalter dann wieder leicht abzunehmen. Die mit dem Alter steigenden Unterschiede zwischen Sportlern und Nichtsportlern könnten ein Hinweis auf eine verlangsamte Sarkopenie bei Sportlern darstellen. Ein negativer quadratischer Effekt zeigt jedoch auch, dass die Sportler ihr höheres Niveau nicht über die gesamte Lebensspanne halten können und sich im hohen Lebensalter dem Niveau der Nichtsportler wieder annähern. Dieser Effekt zeigt sich allerdings bei der Ausdauer nicht. Eine ausführliche Diskussion dieser Thematik findet sich im Kapitel 9.4.

Neben diesem globalen Effekt des Sporttreibens zeigt auch das Ausmaß des Sporttreibens (SA in MET-Stunden) für alle Dimensionen der Motorik einen signifikanten positiven Effekt. Je nach betrachteter Dimension wird durch 10-30 MET-Stunden sportliche Aktivität eine Steigerung um einen Z-Score erreicht. Interessanterweise zeigt sich hier für die Kraft eine signifikante negative Interaktion zwischen Geschlecht und Ausmaß der Aktivität - und zwar dahingehend, dass vor allem Frauen von höheren Intensitäten bzw. Umfängen profitieren ($Geschlecht * SA_{Kraft}: \beta = -0,035$). Im Zusammenhang mit den stark ausgeprägten Geschlechtsunterschieden könnte dies als Hinweis darauf gedeutet werden, dass viele Frauen Sport in Intensitätsbereichen bzw. Formen betreiben, in denen hohe Trainingseffekte im Bereich der Kraft nicht

erreicht werden. Wenn sie diese Intensitäten jedoch überschreiten, profitieren auch sie davon. Im Bereich der Ausdauer zeigt sich ein anderes Bild. Hier profitieren Männer verstärkt vom Sporttreiben ($Geschlecht * Sport_{Ausdauer}: \beta = +1,91$). Dies lässt sich so interpretieren, dass bei der Ausdauer die ausgeführten Intensitäten bei beiden Geschlechtern zu Anpassungen führen. Eine positive Interaktion zwischen Geschlecht und Ausmaß des Sporttreibens zeigt allerdings, dass der Zusammenhang zwischen Ausmaß bzw. Intensität und Anpassung bei Männern stärker ausgeprägt ist ($Geschlecht * SA_{Ausdauer}: \beta = +0,063$).

Neben dem Einfluss der sportlichen Aktivität wird auch ein Einfluss der habituellen Freizeitaktivität in den Dimensionen Kraft und Beweglichkeit signifikant. Dieser ist jedoch in beiden Dimensionen weit schwächer ausgeprägt als der Einfluss der SA und wird bei der Kraft nur für die Männer signifikant, eventuell hier aufgrund von allgemein höheren Intensitäten (z.B. schwere Gartenarbeit). Der Einfluss von Aktivität am Arbeitsplatz zeigt sich bei der Beweglichkeit. Hier schneiden Personen mit hoher WRA schlechter ab. Mögliche Erklärungsansätze sind hier muskuläre Verkürzungen durch andauernde Fehlbelastungen bzw. Fehlhaltungen bei körperlicher Arbeit.

Die Ergebnisse zeigen damit deutlich, dass die verschiedenen Aktivitätsformen unterschiedliche Effekte auf die Motorik aufweisen. Die gefundenen Ergebnisse leisten damit einen Beitrag, die Ergebnisse von Studien mit objektiven Erfassungsmethoden, die nicht zwischen den Aktivitätsarten unterscheiden, einzuordnen und die Unterschiede in den Effektstärken im Vergleich zu Fragebogenstudien zu verstehen. Tabelle 47 zeigt einen Vergleich der gefundenen Koeffizienten der einzelnen Modelle.

Tabelle 47: Modellvergleich der verschiedenen Fähigkeiten

	Kraft		Ausdauer		Beweglichkeit		Koordination	
	Effekt	p	Effekt	p	Effekt	p	Effekt	p
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects:								
<i>Konstante</i>	92,87	<.01	88,93	<.01	102,23 ¹	<.01	94,18	<.01
<i>Geschlecht</i>	17,01	<.01	10,56	<.01	-6,15	<.01	6,28	<.01
<i>Alter</i>	-0,49	<.01	0,09	.11	-0,27	<.01	-0,48	<.01
<i>Alter*Alter</i>	-0,0020	.35	-0,014	<.01	0,0010	.62	-0,0035	.32
<i>Sport</i>	0,19	.82	1,84	<.01	1,73	<.01	0,68	.61
<i>SA (MET*h)</i>	0,059	<.01	0,098	.01	0,039	.04	0,073	<.01
<i>HA (MET*h)</i>	0,0084	.35			0,027	.01		
<i>WRA (MET*h)</i>					0,003	.85		
<i>Soz. Status</i>	0,86	.03	0,17	.55	1,65	<.01	1,21	<.01
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects – Interaktionsterme								
<i>Alter*Geschlecht</i>	-0,066	.10						
<i>Alter*Alter*Geschlecht</i>			-0,011	<.01				
<i>Alter*Soz. Status</i>	0,040	.07						
<i>Alter*Sport</i>	0,24	.02					0,30	.06
<i>Alter*Alter*Sport</i>	-0,0073	.02					-0,0084	.07
<i>Alter*SA</i>			-0,011	.02				
<i>Alter*Alter*SA</i>			0,00041	<.01				
<i>Alter*WRA</i>					0,0040	.06		
<i>Alter*Alter*WRA</i>					-,00016	<.01		
<i>Alter*HA</i>								
<i>Alter*Alter*HA</i>								
<i>Geschlecht*Sport</i>			1,91	.05	-1,61	<.09	-2,55	.03
<i>Geschlecht*SA</i>	-0,035	.20	0,063	.07				
<i>Geschlecht*HA</i>	0,031	.06						
<i>Geschlecht*WRA</i>								
<i>Geschlecht*Soz. Status</i>								
<i>Soz. Status*SA</i>								
<i>Soz. Status*WRA</i>								
<i>Soz. Status*HA</i>								
Regressionskoeffizienten: Random Effects								
<i>Alter</i>	0,0145	.03						
<i>Alter*Alter</i>					0,00006	<.01		
<i>Sport</i>			11,21	<.01				
<i>Soz. Status</i>			9,41	<.01				
Modellgüte								
pred vs. real r=	.96		.87		.95		83	

¹: Die relativ starken Unterschiede in der Modellkonstanten ergeben sich aufgrund der gegebenen Geschlechterunterschiede und der Tatsache, dass die Z-Werte anhand der 35-jährigen Männer standardisiert werden. Da die Frauen bei der Beweglichkeit im Gegensatz zu den anderen Dimensionen eine höhere Leistung als die Männer zeigen, ist die Konstante bei der Beweglichkeit größer 100.

8.3 Entwicklung der Konstitution und Gesundheit

Im Folgenden werden die Modelle der Entwicklung des BMIs, der gesundheitlichen Einschränkungen und der subjektiven Gesundheit vorgestellt und diskutiert.

8.3.1 BMI

Ausgangspunkt des Modells bildet der BMI im Alter von 33 Jahren mit einem Wert von 24,65 (*Konstante*). In diesem Alter liegt der BMI der Männer 2,00 Punkte über dem der Frauen (*Geschlecht*: $\beta = 2,00$).

Tabelle 48: Ausgangsmodell und statistisches Modell des BMI

BMI	Ausgangsmodell		Statistisches Modell	
	Effekt (\pm CI)	p-Wert	Effekt (\pm CI)	p-Wert
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects:				
<i>Konstante</i>	24,75	<.01	24,65	<.01
<i>Geschlecht</i>	2,04	<.01	2,00	<.01
<i>Alter</i>	0,13	<.01	0,16	<.01
<i>Alter*Alter</i>	-0,0020	.04	-0,00070	.20
<i>Sport</i>	-0,53	.11	-0,27	.07
<i>SA (MET*h)</i>	-0,0015	.90	-0,011	.03
<i>HA (MET*h)</i>	-0,0022	.77	-0,0054	.18
<i>WRA (MET*h)</i>	0,0021	.65	0,0025	.59
<i>Soz. Status</i>	-0,45	.04	-0,37	<.01
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects – Interaktionsterme				
<i>Alter*Geschlecht</i>	-0,062	.08	-0,026	.08
<i>Alter*Alter*Geschlecht</i>	0,0011	.25		
<i>Alter*Soz. Status</i>	-0,0026	.79		
<i>Alter*Sport</i>	0,014	.72		
<i>Alter*Alter*Sport</i>	0,00016	.88		
<i>Alter*SA</i>	-0,00071	.64		
<i>Alter*Alter*SA</i>	0,000005	.90		
<i>Alter*WRA</i>	-0,00062	.26	-0,00076	.16
<i>Alter*Alter*WRA</i>	0,000024	.12	0,000027	.09
<i>Alter*HA</i>	-0,00045	.55		
<i>Alter*Alter*HA</i>	0,000024	.20	0,000013	.06
<i>Geschlecht*Sport</i>	-0,035	.91		
<i>Geschlecht*SA</i>	-0,0093	.37		
<i>Geschlecht*HA</i>	0,00027	.97		
<i>Geschlecht*WRA</i>	0,000016	.99		
<i>Geschlecht*Soz. Status</i>	0,64	.05	0,65	.04
<i>Soz. Status*SA</i>	-0,00036	.99		
<i>Soz. Status*WRA</i>	0,00037	.85		
<i>Soz. Status*HA</i>	0,0062	.05	0,0065	.03
Regressionskoeffizienten: Random Effects				
<i>Alter</i>	0,011	<.01	0,011	<.01
<i>Alter*Alter</i>	-	.99		
<i>Sport</i>	0,21	.55		
<i>Soz. Status</i>	-	.99		
Kennzahlen statistisches Modell:				
-2 Log-Likelihood	AIC	BIC	Pred vs. real r=	
6668,7	6704,7	6799,3	.98	

Die Geschlechterunterschiede nehmen jedoch mit dem Alter ab ($Alter \cdot Geschlecht: \beta = -0,025$, vgl. Abbildung 42).

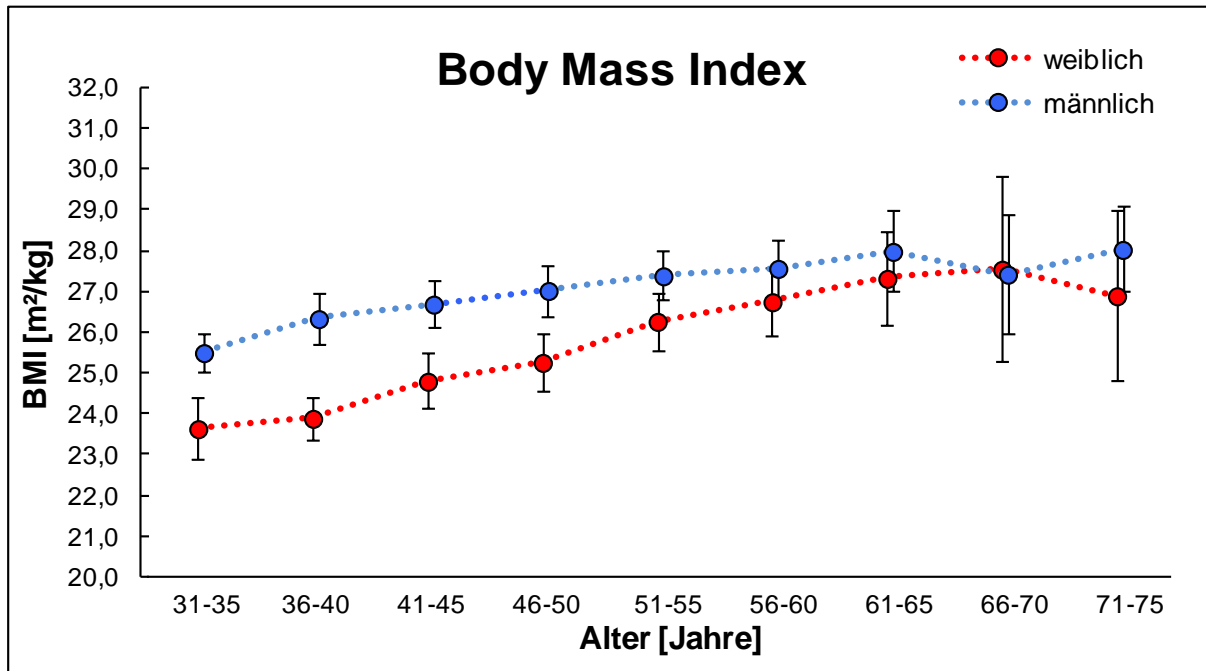


Abbildung 42: BMI im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Geschlecht. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.⁸

Allgemein nimmt der BMI mit jedem Lebensjahr um 0,16 Punkte zu ($Alter: \beta = +0,16$), wobei ein negativer quadratischer Effekt des Alters ($Alter \cdot Alter: \beta = -0,00070$) dazu führt, dass die Zunahme im hohen Erwachsenenalter geringer wird bzw. der BMI sogar wieder abnimmt (vgl. Abbildung 42). Der in der Stichprobe gefundene Verlauf des BMIs über die Lebensspanne ist damit mit den Ergebnissen anderer Studien vergleichbar, beispielsweise des Gesundheitssurveys DEGS des Robert Koch Instituts (Mensink et al., 2013). Während der BMI mit dem sinkenden Grundumsatz im mittleren Erwachsenenalter zunächst zunimmt, nimmt er im hohen Erwachsenenalter aufgrund von altersbedingten Effekten wie z.B. Sarkopenie oder Krankheiten wieder ab.

Sportler haben einen geringfügig niedrigeren BMI als Nichtsportler ($Sport: \beta = -0,27$), wobei auch das Ausmaß bzw. die Intensität der sportlichen Aktivität eine Rolle spielt ($SA: \beta = -0,011$). Auch Personen, die in ihrer Freizeit aktiv sind, besitzen abhängig vom Ausmaß der Freizeitaktivität einen niedrigeren BMI ($HA: \beta = -0,0054$). Die Arbeitsplatzaktivität äußert sich über eine Interaktion mit dem Alter ($Alter \cdot WRA: \beta = -0,00076$), wobei hier der Einfluss auf den BMI mit steigendem Alter zunimmt. Interessanterweise zeigen sich sowohl bei der HA als auch bei der WRA signifikante po-

⁸ Anm. des Autors: Das Überschneiden der Kurven im hohen Erwachsenenalter sollte hier nicht inhaltlich interpretiert werden, da die Stichprobe der über 70-jährigen sehr klein ausfällt ($N < 40$).

sitive Interaktionen mit dem quadrierten Alter ($\text{Alter}^2 \cdot \text{WRA}: \beta = +0,00027$; $\text{Alter}^2 \cdot \text{HA}: \beta = 0,000013$).

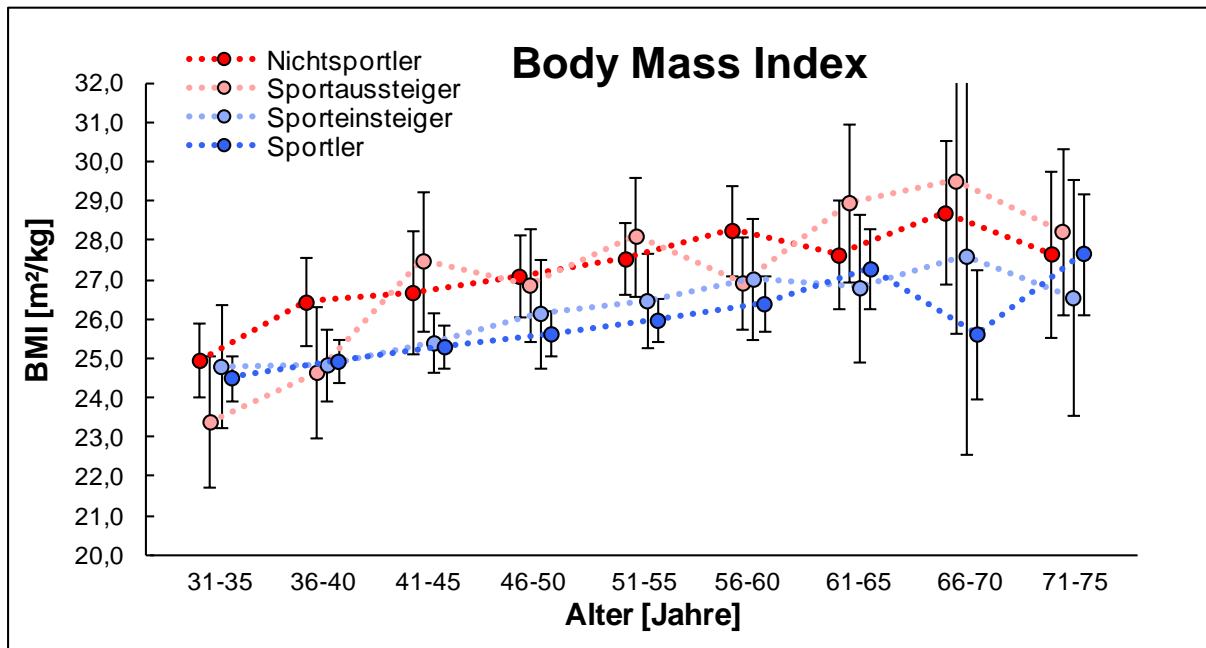


Abbildung 43: BMI im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Sporttyp. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Der BMI von Personen mit hoher Freizeit- oder Arbeitsplatzaktivität nimmt im hohen Alter zu. Dieser Umstand könnte einen Grund dafür darstellen, dass umfangreiche Querschnittsstudien wie die von Guitierrez-Fijisac et al. (2002) oder Halldin et al. (2007) keine bzw. sogar negative Effekte von Arbeitsplatzaktivität auf den BMI finden. Mögliche Erklärungsansätze sind Anpassungsreaktionen auf den gesteigerten Energieumsatz in Form einer Steigerung der Nahrungsaufnahme. Der gesteigerte Appetit wird bei der Reduktion der Aktivität im Alter nicht im selben Maße reduziert, was zu einer positiven Kalorienbilanz führt (vgl. z.B. die Diskussion bei Schmidt et al., 2014).

Numerisch betrachtet ist der Einfluss des sozialen Status größer als der des Sporttreibens ($\text{Soz. Status}: \beta = -0,37$). Vor dem Hintergrund des in den vorangegangenen Modellen gefundenen Zusammenhangs zwischen Sporttreiben und sozialem Status ist jedoch nicht auszuschließen, dass ein Teil des Effektes von Sporttreiben durch den sozialen Status erklärt wird. Eine signifikante Interaktion zwischen sozialem Status und Geschlecht ($\text{Geschlecht} \cdot \text{Soz. Status}: \beta = 0,65$) zeigt allerdings auch, dass der Effekt des sozialen Status stark vom Geschlecht abhängt. Mit jedem Anstieg der sozialen Schichtstufe verlieren die Frauen 0,65 BMI Punkte gegenüber der Männer. Verrechnet man den Effekt der Interaktion mit dem Haupteffekt des sozialen Status,

so zeigt sich, dass Männer mit $-0,05$ BMI Punkten ($\beta = -0,37+0,5*0,65 = -0,05$) pro Schichtanstieg kaum vom hohen Status profitieren, während Frauen mit ca. $-0,69$ BMI Punkten ($\beta = -0,37-0,5*0,65 = -0,69$) einen deutlichen Einfluss der sozialen Schichtzugehörigkeit zeigen.

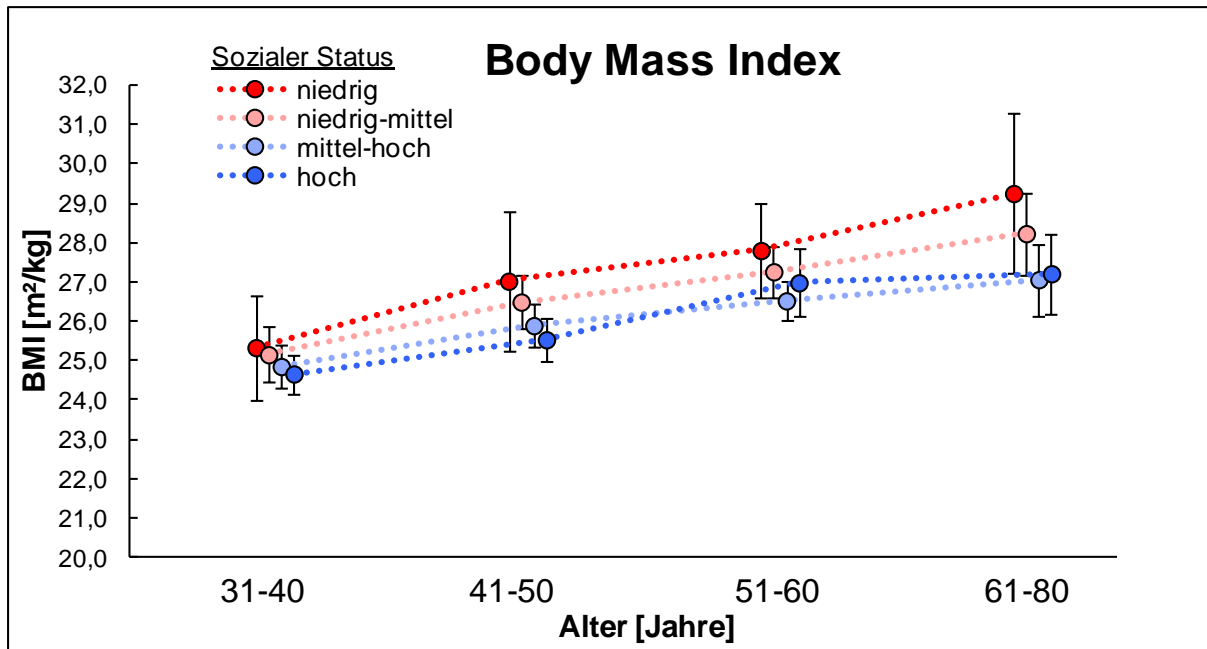


Abbildung 44: BMI im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom sozialen Status. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Ein signifikanter Zufallseffekt des Alters deutet darauf hin, dass prinzipiell unterschiedliche Entwicklungen mit dem Alter stattfinden. Genetik und Ernährungsverhalten sind neben der körperlichen Aktivität für die Entwicklung des BMIs maßgeblich und erklären, warum sich nicht bei allen Personen mit dem Alter der BMI gleichermaßen erhöht.

8.3.2 Gesundheitliche Einschränkungen (objektive Gesundheit)

Die Erfassung der objektiven Gesundheit erfolgte anhand einer umfassenden ärztlichen Untersuchung, an deren Ende eine Einschätzung in den Bereichen Herz-Kreislauf-System, Orthopädie und Neurologie festgehalten wurde. Diese umfasste in allen Bereichen Ausprägungsmöglichkeiten von 0 (keine Einschränkungen) bis 3 (schwere Einschränkungen). Die Konstante des Modells beträgt 0,87 von maximal 9 Skalenpunkten (vgl. Tabelle 49).

Tabelle 49: Ausgangsmodell und statistisches Modell der gesundheitlichen Einschränkungen

Gesundheitliche Einschränkungen	Ausgangsmodell		Statistisches Modell	
	Effekt (±CI)	p-Wert	Effekt (±CI)	p-Wert
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects:				
<i>Konstante</i>	1,10	<.01	0,87	<.01
<i>Geschlecht</i>	0,38	.10	0,21	.14
<i>Alter</i>	0,050	.04	0,086	.01
<i>Alter*Alter</i>	0,00045	.50	0,00066	.23
<i>Sport</i>	0,015	.95	-0,036	.83
<i>SA (MET*h)</i>	-0,0063	.43		
<i>HA (MET*h)</i>	0,0014	.70	0,0012	.52
<i>WRA (MET*h)</i>	-0,0058	.03	-0,0051	.05
<i>Soz. Status</i>	-0,17	.13	-0,21	<.01
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects – Interaktionsterme				
<i>Alter*Geschlecht</i>	-0,024	.32		
<i>Alter*Alter*Geschlecht</i>	0,00054	.45		
<i>Alter*Soz. Status</i>	-0,0019	.72		
<i>Alter*Sport</i>	-0,070	.01	-0,065	<.01
<i>Alter*Alter*Sport</i>	0,0016	.05	0,0014	.04
<i>Alter*SA</i>	0,00084	.43		
<i>Alter*Alter*SA</i>	-0,000031	.33		
<i>Alter*WRA</i>	0,0010	<.01	0,00092	<.01
<i>Alter*Alter*WRA</i>	-0,000030	<.01	-0,000028	<.01
<i>Alter*HA</i>	-0,00019	.65		
<i>Alter*Alter*HA</i>	0,000006	.63		
<i>Geschlecht*Sport</i>	0,048	.79		
<i>Geschlecht*SA</i>	0,0012	.86		
<i>Geschlecht*HA</i>	-0,0079	.06	-0,0079	.03
<i>Geschlecht*WRA</i>	0,0026	.27	0,0036	.11
<i>Geschlecht*Soz. Status</i>	-0,10	.30		
<i>Soz. Status*SA</i>	-0,0017	.66		
<i>Soz. Status*WRA</i>	-0,00044	.74		
<i>Soz. Status*HA</i>	0,00022	.92		
Regressionskoeffizienten: Random Effects				
<i>Alter</i>	0,0014	<.01	0,0014	<.01
<i>Alter*Alter</i>	-	.99		
<i>Sport</i>	-	.99		
<i>Soz. Status</i>	-	.99		
Kennzahlen statistisches Modell:				
-2 Log-Likelihood	AIC	BIC	Pred vs. real r=	
5110,1	5144,1	5234,0	.70	

Das Auftreten von manifesten, diagnostizierbaren Einschränkungen ist damit im Alter von 33 Jahren noch eher selten, wobei Männer geringfügig häufiger Einschränkungen aufweisen als Frauen (Geschlecht: $\beta = 0,21$).

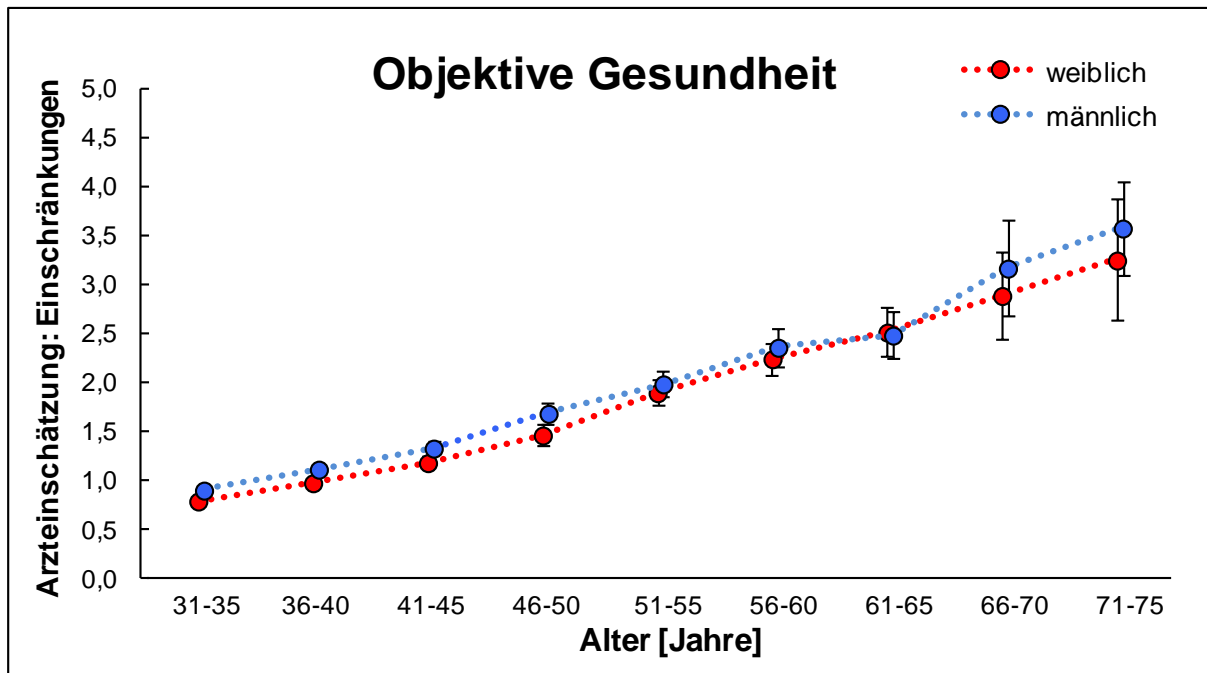


Abbildung 45: Gesundheitliche Einschränkungen im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Geschlecht. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Die Einschränkungen steigen mit dem Alter erwartungskonform an (Alter: $\beta = 0,086$).

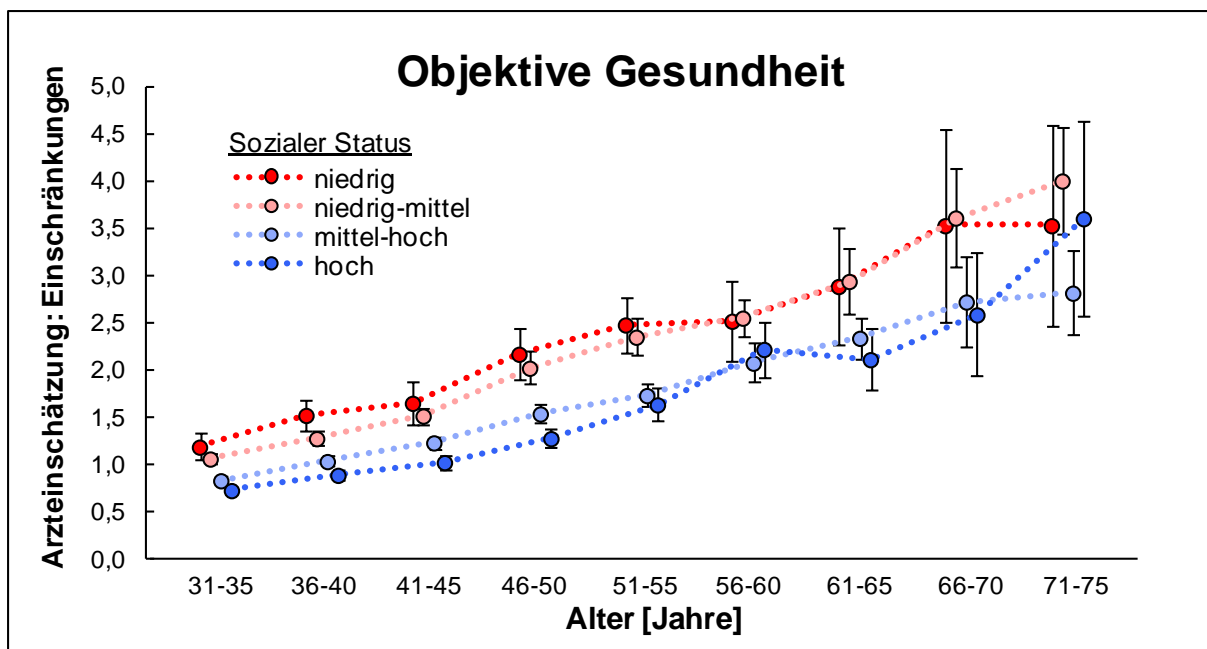


Abbildung 46: Gesundheitliche Einschränkungen im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom sozialen Status. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Auch der soziale Status hat mit $\beta = -0,21$ einen Einfluss auf die gesundheitlichen Einschränkungen. Personen aus höheren Schichten weisen seltener gesundheitliche

Einschränkungen auf.

Aufgrund des niedrigen Ausgangsniveaus ist es nicht verwunderlich, dass Sportler zunächst nicht weniger gesundheitliche Einschränkungen aufweisen (*Sport*: $p=,83$, vgl. Abbildung 47).

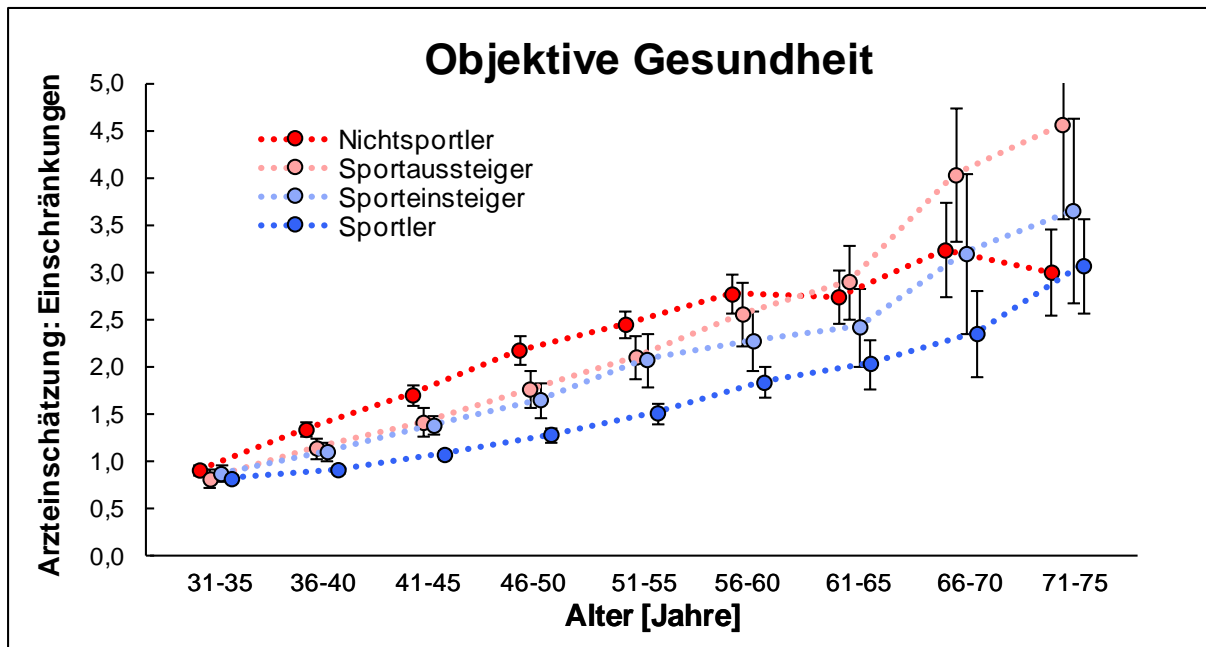


Abbildung 47: Gesundheitliche Einschränkungen im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Sporttyp. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Ein positiver Zusammenhang zwischen Sporttreiben und dem Ausbleiben von gesundheitlichen Einschränkungen zeigt sich durch eine signifikante Interaktion zwischen Sport und dem Alter ($Alter * Sport$: $\beta = -0,065$). Bei Sportlern werden gegenüber Gleichaltrigen mit fortschreitendem Alter zunächst weniger gesundheitliche Einschränkungen diagnostiziert. Eine ebenfalls signifikante Interaktion zwischen Sport und dem quadrierten Alter zeigt jedoch, dass die Sportler dieses Niveau nicht halten können ($Alter * Alter * Sport$: $\beta = +,0014$; vgl. auch Abbildung 47). Im hohen Erwachsenenalter nähert sich die Zahl der gesundheitlichen Einschränkungen bei den Sportlern der der Nichtsportler an (vgl. Abbildung 46). Sportaussteiger zeigen die größten Anstiege gesundheitlicher Einschränkungen. Aus dieser Tatsache lässt sich jedoch keine Kausalitätsrichtung schließen. Dieser Umstand könnte sowohl durch Sportverletzungen (Sport ist der Grund für gesundheitliche Einschränkungen), als auch durch den zwangsläufigen Ausstieg aus dem Sport aufgrund der gesundheitlichen Einschränkungen (gesundheitliche Einschränkungen sind der Grund für sportliche Inaktivität) hervorgerufen werden.

Das Ausmaß des Sporttreibens zeigt im finalen statistischen Modell keine signifikanten Auswirkungen auf die gesundheitlichen Einschränkungen. Dagegen besitzt das Ausmaß der Arbeitsplatzaktivität einen positiven Effekt ($WRA: \beta = -0,0051$), welcher bei Frauen höher ausfällt als bei Männern ($Geschlecht*WRA: \beta = +0,0036$). Hier bleibt jedoch die Frage der Direktionalität ebenfalls offen. Möglicherweise ist der Effekt darauf zurückzuführen, dass nur Personen ohne gesundheitliche Einschränkungen am Arbeitsplatz schwere körperliche Arbeiten verrichten können. Diese Hypothese wird durch eine positive Interaktion zwischen dem quadrierten Alter und der WRA gestützt ($Alter^2*WRA: \beta = -0,000028$). Im hohen Alter scheint der Zusammenhang zwischen körperlichen Einschränkungen und der Fähigkeit im Beruf noch schwerer körperlicher Arbeit nachzugehen noch weiter erhöht zu sein. Eine zusätzliche negative Interaktion zwischen dem linearen Alter und der WRA spricht schließlich dafür, dass schwere Arbeit die Gesundheit nicht fördert ($Alter*WRA: \beta = +0,00092$). Was die habituelle Freizeitaktivität (HA) betrifft, zeigt eine signifikante Interaktion zwischen HA und Geschlecht, dass vor allem die Männer von einer hohen HA profitieren ($Geschlecht*HA: \beta = -0,0079$).

Zuletzt bestätigt ein signifikanter Zufallseffekt des Alters die Erwartung, dass der Verlauf der gesundheitlichen Einschränkungen individuell variiert. Das Modell erklärt die gesundheitlichen Einschränkungen demnach besser, wenn der Effekt des Alters zwischen den Personen variieren darf. Neben den erhobenen Prädiktoren, die vor allem den Lebensstil der Personen betreffen, entscheiden auch Faktoren wie Genetik und Zufall bzw. Unfälle über gesundheitliche Einschränkungen im Lebenslauf.

8.3.3 Subjektive Gesundheit

Tabelle 50 zeigt die Ergebnisse der Analysen zur subjektiven Gesundheit.

Tabelle 50: Ausgangsmodell und statistisches Modell der subjektiven Gesundheit

Subjektive Gesundheit	Ausgangsmodell		Statistisches Modell	
	Effekt (\pm CI)	p-Wert	Effekt (\pm CI)	p-Wert
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects:				
<i>Konstante</i>	16,06	<.01	16,71	<.01
<i>Geschlecht</i>	-0,61	.89	-0,34	.06
<i>Alter</i>	-0,44	.33	-0,14	.10
<i>Alter*Alter</i>	0,0012	.37		
<i>Sport</i>	0,43	.29	0,85	<.01
<i>SA (MET*h)</i>	0,045	<.01	0,039	<.01
<i>HA (MET*h)</i>	0,0059	.41	0,0053	.15
<i>WRA (MET*h)</i>	0,0097	.08	0,0074	<.01
<i>Soz. Status</i>	0,35	.13	0,27	.10
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects – Interaktionsterme				
<i>Alter*Geschlecht</i>	-0,050	.27		
<i>Alter*Alter*Geschlecht</i>	0,0013	.33		
<i>Alter*Soz. Status</i>	0,014	.17	0,014	.13
<i>Alter*Sport</i>	0,050	.35		
<i>Alter*Alter*Sport</i>	-0,00098	.53		
<i>Alter*SA</i>	0,00029	.14		
<i>Alter*Alter*SA</i>	-0,000038	.56		
<i>Alter*WRA</i>	0,000036	.96		
<i>Alter*Alter*WRA</i>	-0,000010	.67		
<i>Alter*HA</i>	0,00020	.82		
<i>Alter*Alter*HA</i>	-0,000012	.65		
<i>Geschlecht*Sport</i>	0,15	.68		
<i>Geschlecht*SA</i>	-0,0090	.49		
<i>Geschlecht*HA</i>	0,0034	.67		
<i>Geschlecht*WRA</i>	-0,00034	.94		
<i>Geschlecht*Soz. Status</i>	0,0062	.98		
<i>Soz. Status*SA</i>	-0,0013	.85		
<i>Soz. Status*WRA</i>	-0,00048	.85		
<i>Soz. Status*HA</i>	-0,0025	.56		
Regressionskoeffizienten: Random Effects				
<i>Alter</i>	0,0020	.04	0,0019	.05
<i>Alter*Alter</i>	-	.99		
<i>Sport</i>	-	.99		
<i>Soz. Status</i>	0,84	.09	0,90	.07
Kennzahlen statistisches Modell:				
-2 Log-Likelihood	AIC	BIC	Pred vs. real r=	
6806,0	6832,0	6900,4	.79	

Im Gegensatz zu den ärztlich diagnostizierten gesundheitlichen Einschränkungen nimmt die subjektive Gesundheit im Alter nur relativ langsam ab (*Alter*. $\beta = -0,14$; vgl. Abbildung 48).

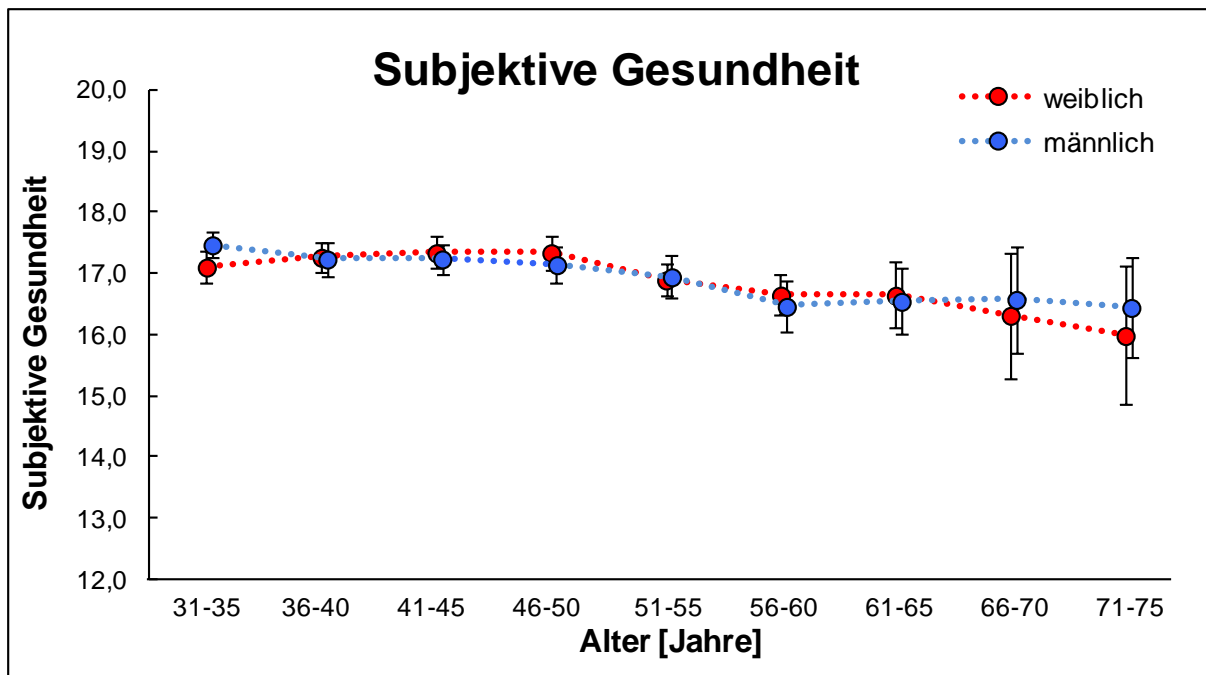


Abbildung 48: Subjektive Gesundheit im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Geschlecht. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Dies lässt sich darauf zurückführen, dass Personen dazu tendieren, ihre Gesundheit anhand ihres aktuellen Alters einzuschätzen, statt einen Vergleich mit Jugendzeiten zu ziehen (Baltes & Baltes, 1989). Dieser Umstand erhöht die Differenzierungsfähigkeit der Skala (Bös & Gröben, 1993) und wird durch ein Item der Skala auch explizit erfragt („Wie beschreiben Sie Ihren Gesundheitszustand im Vergleich mit anderen Personen Ihres Alters und Ihres Geschlechtes?“). Ein quadratischer Effekt des Alters wird nicht signifikant, die Abnahme der subjektiven Gesundheit verläuft im Mittel linear. Ein signifikanter Zufallseffekt des Alters weist, wie auch bei der objektiven Gesundheit, darauf hin, dass der Verlauf der subjektiven Gesundheit mit dem Alter zwischen den Personen variiert. Unvorhergesehene Schicksalsschläge oder Erkrankungen sind mögliche Gründe für individuelle Unterschiede.

Frauen schätzen ihre Gesundheit unabhängig vom Alter leicht höher ein als Männer (*Geschlecht*: $\beta = -0,34$). Ebenso fühlen sich Personen aus höheren sozialen Schichten gesünder als Personen aus niedrigeren Schichten (*Soz. Status*: $\beta = +0,27$). Dieser Einfluss des sozialen Status nimmt mit dem Alter sogar noch zu (*Alter*Soz. Status*: $\beta = +0,014$). Ein signifikanter Zufallseffekt des sozialen Status zeigt hier jedoch, dass der Einfluss des sozialen Status zwischen den Personen der verschiedenen sozialen Gruppen nicht linear verläuft. Während sich die Gruppe der hohen und mittleren-hohen sozialen Schicht in der Einschätzung der subjektiven Gesundheit ähnelt,

zeigen die beiden niedrigeren Gruppen eine deutlich niedrigere subjektive Gesundheit (vgl. Abbildung 49).

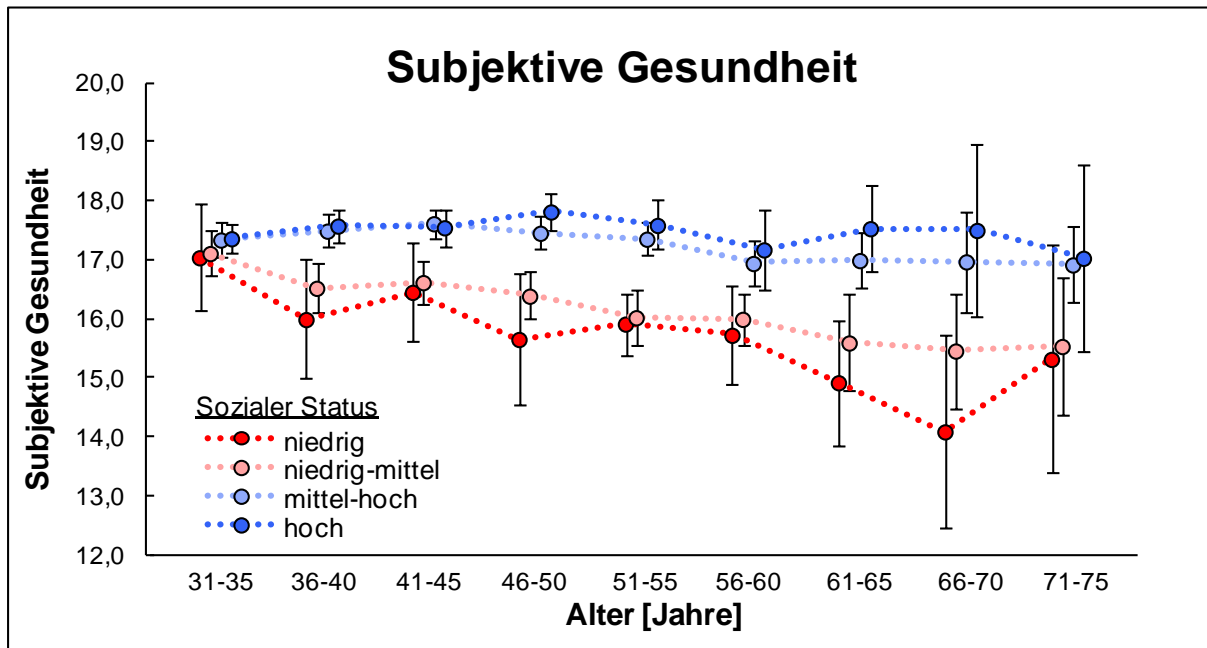


Abbildung 49: Subjektive Gesundheit im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom sozialen Status. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Auch das Aktivitätsmaß nimmt Einfluss auf die Einschätzung der eigenen Gesundheit. Sportler berichten eine höhere subjektive Gesundheit als Nichtsportler ($Sport: \beta = +0,85$).

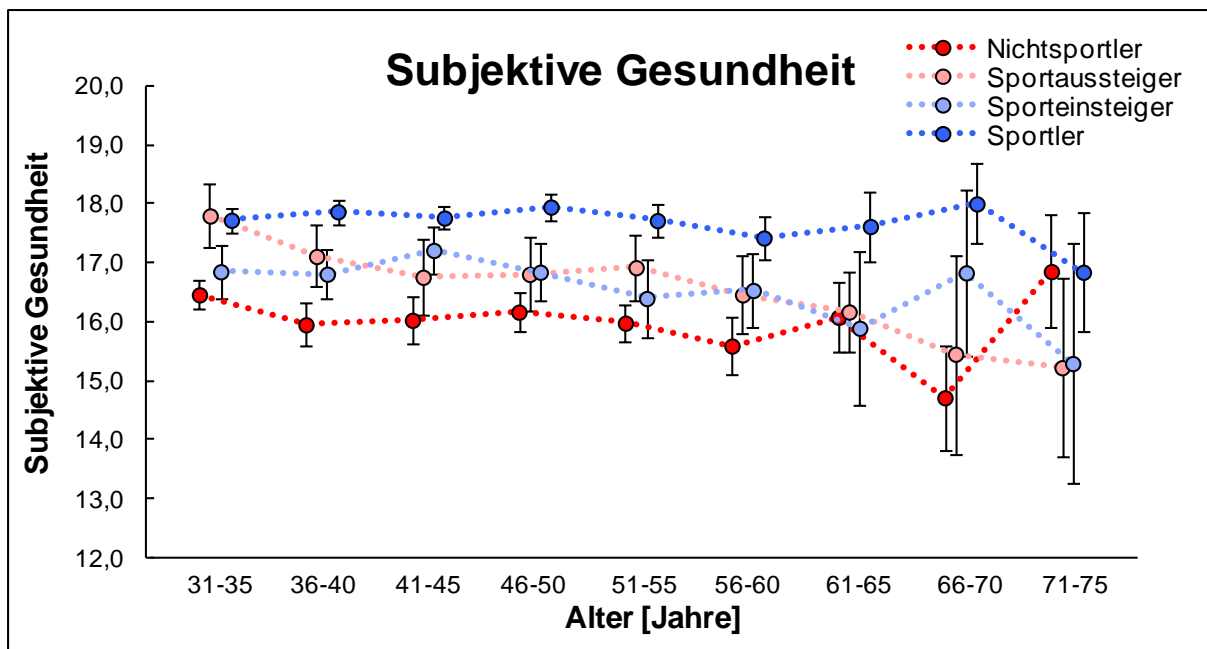


Abbildung 50: Subjektive Gesundheit im Erwachsenenalter in Abhängigkeit vom Sporttyp. Fehlerbalken sind 95% Konfidenzintervalle.

Dabei wirkt sich das Ausmaß der Aktivität in allen Aktivitätsbereichen zusätzlich positiv aus. Den stärksten Effekt zeigt die sportliche Aktivität ($SA: \beta = +0,039$), gefolgt

von der habituellen Freizeitaktivität ($HA: \beta = +0,053$) und der Arbeitsplatzaktivität ($WRA: \beta = +0,0074$). Die Ergebnisse zeigen damit deutlich, dass Personen sich gesünder fühlen, wenn sie körperlichen Aktivitäten nachgehen bzw. dazu in der Lage sind. Interessanterweise gilt dies im Gegensatz zur objektiv erfassten Gesundheit für alle Arten der Aktivität. Ein Hinweis für das Vorhandensein von allgemein positiven Effekten der Bewegung auf die Psyche.

8.3.4 Zusammenfassung und Diskussion: Konstitution und Gesundheit

Auch hier bestätigen die Analysen die im Modell von Bouchard, Blair und Haskell (2007) vorhergesagten Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und verschiedenen Parametern der Gesundheit. Die gefundenen Entwicklungsverläufe von BMI, subjektiver Gesundheit und gesundheitlichen Einschränkungen sind außerdem konform mit aktueller Literatur. Die Daten der Bad Schönborner Bevölkerung zeigen, dass bereits ab einem Alter von 30 Jahren mehr als 50% der Männer übergewichtig sind ($BMI > 25$). Bei den Frauen wird diese Grenze ab ca. 50 Jahren erreicht (vgl. Abbildung 42). Zu einer nahezu identischen Aussage kommen auch Mensink und Kollegen (2013) anhand der DEGS-Daten des Robert Koch Instituts. Auch der zunächst widersprüchlich erscheinende Abfall des BMIs im hohen Erwachsenenalter (negativer quadratischer Effekt) bestätigt sich bei Mensink und Kollegen (2013). Wenngleich der BMI als Maß der Konstitution in der Vergangenheit durchaus kontrovers diskutiert wurde (für eine Zusammenfassung der Diskussion vgl. z.B. Dietz & Robinson, 1998), ist er in großen epidemiologischen Studien ein unersetzlicher Parameter, um Prävalenzen für Übergewicht und Adipositas zu berichten (Mensink et al., 2013). Die Analyse der Prädiktoren des BMIs zeigt, dass Sportler einen im Altersmittel um ca. zwei Punkte niedrigeren BMI aufweisen als Nichtsportler. Während beispielsweise bei der Krafftähigkeit Sportaussteiger noch von ihrer Sportbiographie profitieren und Sporteinsteiger nie ganz das Niveau von durchgängig sportlich Aktiven erreichen, zeigt sich der BMI hier als variabelere Größe. Sportaussteiger erreichen mit steigendem Erwachsenenalter sogar höhere BMI-Werte als Nichtsportler und Sporteinsteiger können ihren BMI auf das Niveau von Sportlern reduzieren. Die Konstitution des Menschen ist veränderlich und kann durch Sport und Diäten stark beeinflusst werden. Eine differenzierte Betrachtung der Aktivität zeigt hier jedoch, dass durch Bewegung allein die Konstitution nicht per se positiv beeinflusst wird. Während das Ausmaß der sportlichen Aktivität den stärksten Effekt aufweist, spielt

die habituelle Freizeitaktivität nur eine untergeordnete Rolle und Aktivität am Arbeitsplatz scheint sogar einen negativen Effekt auf den BMI zu besitzen. Studien zum Einfluss von Arbeitsplatzaktivität auf den BMI bestätigen dies (vgl. z.B. Guitiérrez-Fijsac et al., 2002) und auch eine eigene Studien anhand eines Studierendenkollektivs konnte ähnliche Effekte zeigen (Schmidt et al., 2014). Zum Zeitpunkt der erhöhten Arbeitsplatzaktivität sind diese Effekte teilweise auf die erhöhte Muskelmasse der körperlich Arbeitenden zurückzuführen. Es zeigt sich jedoch auch ein erhöhter Fettmassenanteil (Schmidt et al., 2014). Die Effekte werden im höheren Erwachsenenalter deutlicher und lassen sich auch bei Sportaussteigern erkennen (vgl. Abbildung 43). Sportaussteiger zeigen im Alter den höchsten BMI. Grund hierfür könnte eine erhöhte Kalorienaufnahme zum Zeitpunkt der Aktivität sein, die im Rentenalter bzw. nach dem Sportausstieg nicht im selben Maße reduziert wird (für eine ausführliche Diskussion dieser Thematik vgl. Schmidt et al., 2014). In der aktuellen Literatur herrscht Konsens darüber, dass die Konstitution maßgeblich durch das Ernährungsverhalten und die Genetik bestimmt wird (Gesta et al., 2007; Colley et al., 2010; Hansen et al., 2010). Während Interventionsstudien zwar zweifellos zeigen, dass körperliche Aktivität zur Reduktion des Übergewichts führt (Ross et al., 2000), sind die Effekte von Sporttreiben ohne Kalorienreduktion auf den BMI vergleichsweise gering. Bei normalgewichtigen oder untergewichtigen Personen steigt der BMI sogar mit dem Sporttreiben aufgrund einer Erhöhung der Muskelmasse. Langzeitstudien mit Sportlern und Sportaussteigern sind rar. Eine unlängst veröffentlichte Arbeit zum Ernährungs- und Aktivitätsverhalten von ursprünglich lebenden Jäger-Sammler-Völkern kam zum Ergebnis, dass niedrige Aktivitätsraten bei adäquater Ernährung nicht zu Übergewicht führen (Pontzer et al., 2012). Andere Studien zeigen, dass die Direktionalität des Zusammenhangs zwischen Aktivität und Übergewicht als bidirektional verstanden werden muss (Metcalf et al., 2011) und der Effekt von Konstitution auf Aktivität sogar ausgeprägter ist als vice versa. Die Autoren konstatieren anhand von längsschnittlichen Daten eines Kinderkollektivs, dass Übergewicht (beispielsweise aufgrund von falscher Ernährung) zu Inaktivität führt, während Aktivität nicht unweigerlich zu Normalgewicht führt.

Während um den Zusammenhang zwischen BMI und körperlicher Aktivität weitestgehend Konsens besteht, ist der Zusammenhang zwischen Gesundheit und Aktivität ein kontrovers diskutiertes Feld. Strittig ist neben der Direktionalität (Sind gesunde Menschen aktiv oder aktive Menschen gesund?) vor allem das Dosis-Wirkungs-

Prinzip dieses Zusammenhangs (Oja, 2001, Becker, 2011). Hier zeigen die in Abbildung 46 dargestellten Daten des finalen Modells ein interessantes Bild. Zunächst weisen Sportler und Nichtsportler im Alter von 30 Jahren nur sehr selten ärztlich diagnostizierte Einschränkungen auf. Mit steigendem Alter zeigen dann Nichtsportler einen höheren Anstieg an Einschränkungen als Sportler - ein Hinweis auf die protektive Wirkung von Sport. Eine negative Interaktion zwischen Sport und dem quadratischen Alter zeigt dann jedoch, dass Sportler dieses Niveau nicht ein Leben lang halten können. Sportaussteiger zeigen sogar die häufigsten gesundheitlichen Einschränkungen - möglicherweise hervorgerufen durch eine bidirektionale Beziehung. Personen verletzen sich durch den Sport und Personen, die durch Krankheiten oder Unfälle Einschränkungen erleiden, hören auf, Sport zu treiben. Vor dem Hintergrund der Diskussion um ein Dosis-Wirkungsprinzip liefert das gefundene Modell damit ein ernüchterndes Bild. Der Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der sportlichen Aktivität und dem Auftreten von gesundheitlichen Einschränkungen ist nicht signifikant und der allgemeine gesundheitliche Benefit durch Sport geht im Alter zurück. Auch die Frage, ob zu viel Sport ungesund ist, konnte anhand der vorliegenden Daten nicht beantwortet werden. Eine Betrachtung des quadratischen Terms der SA ergab keine signifikanten Ergebnisse. Es scheint, als sei das Treiben von Sport zwar per se protektiv, das Ausmaß ist dabei im Kollektiv und über eine Lebensspanne betrachtet, bezogen auf das Auftreten von gesundheitlichen Einschränkungen, nicht entscheidend. Ein anderer Erklärungsansatz ist, dass eine protektive Wirkung auf bestimmte gesundheitliche Einschränkungen zwar besteht, dafür aber andere Einschränkungen, evtl. orthopädischer Art durch Verschleißerscheinungen und Verletzungen, unter Sportlern häufiger auftreten. Dieser Ansatz wird durch Studien zu Sportverletzungen und Überdosierung von sportlicher Aktivität bei älteren Personen gestützt (Hreljac, 2004; Buford, Anton, Clark, Higgins, & Cooke, 2014).

Im Gegensatz zur sportlichen Aktivität zeigen sich bei der Betrachtung der habituellen Freizeitaktivität und der Arbeitsplatzaktivität signifikante Zusammenhänge zwischen gesundheitlichen Einschränkungen und dem Ausmaß der körperlichen Aktivität. Eine signifikante Interaktion zwischen Geschlecht und HA zeigt, dass Männer, die in ihrer Freizeit viel aktiv mit dem Rad, zu Fuß oder im Garten unterwegs sind, weniger gesundheitliche Einschränkungen aufweisen. Bei den Frauen ist dieser Effekt nicht signifikant, sie weisen jedoch auch niedrigere Werte für HA auf. Die Ergebnisse der Betrachtung der WRA sind dagegen komplex. Während im mittleren Erwachse-

nenalter ein hohes Ausmaß an WRA zunächst mit weniger gesundheitlichen Einschränkungen einhergeht, zeigt eine Interaktion zwischen WRA und dem linearen Lebensalter, dass die Einschränkungen bei schwer arbeitenden Personen mit dem Alter schneller zunehmen als bei Personen mit leichter körperlicher Aktivität am Arbeitsplatz. Ein umgekehrter negativer quadratischer Effekt zeigt dann wiederum, dass dieser erhöhte Zuwachs an Einschränkungen im hohen Alter nicht mehr gegeben ist. Ein möglicher Erklärungsansatz ist, dass zunächst nur Personen ohne körperliche Einschränkungen dazu in der Lage sind, schwere körperliche Arbeit zu verrichten. Interessanterweise zeigen bei der subjektiven Gesundheitseinschätzung alle Aktivitätsarten positive Effekte. Dies kann als Hinweis darauf gedeutet werden, dass positive psychologische Effekte von Bewegung von allen Aktivitätsarten ausgehen.

Neben der sportlichen Aktivität zeigt auch das Geschlecht einen Einfluss auf die untersuchten Gesundheitsparameter. Während Frauen zunächst einen durchschnittlich niedrigeren BMI als Männer aufweisen, gleichen sich die Werte im hohen Erwachsenenalter einander an. Diese Ergebnisse werden von den Daten des RKI bestätigt (Mensink et al., 2013). Hier überholen die Frauen die Männer ab einem Alter von 60 Jahren sogar. Grundsätzlich sind Geschlechterunterschiede im BMI jedoch schwer zu interpretieren, da den Geschlechtern unterschiedliche Körperzusammensetzungen zugrunde liegen (Dietz, 1998). Sowohl das Auftreten von gesundheitlichen Einschränkungen als auch die subjektive Gesundheit zeigen schwache Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Bei den gesundheitlichen Einschränkungen fallen diese zugunsten der Frauen aus, was auf genetische Ursachen zurückzuführen sein könnte. Die geringfügigen Geschlechterunterschiede bei der subjektiven Gesundheit sind nur wenig bedeutsam (vgl. Abbildung 48).

Der Effekt des sozialen Status ist in der vorliegenden Stichprobe relativ stark ausgeprägt. Personen aus der unteren sozialen Schicht weisen im hohen Erwachsenenalter einen um ca. 2,5 Punkte höheren BMI auf als Personen der mittleren-oberen, bzw. oberen Schicht. Auch diese Ergebnisse bestätigen sich in den Übergewichts- und Adipositasprävalenzen bei Mensink et al. (2013). Betrachtet man die berichteten deutschlandweiten Prävalenzen, so fallen Geschlechterunterschiede im Zusammenhang mit dem sozialen Status auf. Ein niedriger sozialer Status wirkt sich vor allem bei Frauen negativ aus. Während laut der DEGS-Daten im Altersbereich zwischen 45 und 64 Jahren 27,3% der Frauen aus der mittleren Schicht adipös sind, sind dies 41,8% der niedrigen sozialen Schicht. Dieser Effekt zeigt sich bei den Männern mit

respektive 30,1% (mittlere) und 28,5% (niedrige Schicht) nicht. In den Daten der Bad Schönborner Bevölkerung zeigt sich dies anhand einer signifikanten Interaktion zwischen Geschlecht und sozialem Status im finalen Modell. Weitestgehend unabhängig vom Geschlecht zeigen sich auch hinsichtlich der gesundheitlichen Einschränkungen und der subjektiven Gesundheit deutliche Unterschiede in den sozialen Schichten. Bei der subjektiven Gesundheit manifestieren sich diese Unterschiede erst mit dem Alter ($Alter*Soz.Status \beta = +0,014$). Die Ergebnisse bestätigen die Erkenntnisse der DEGS-Studie, welche für Personen der niedrigen sozialen Schicht sowohl eine deutlich schlechtere Einschätzung des Gesundheitszustands finden, als auch ein erhöhtes Auftreten von Diabetes mellitus, Adipositas, sportlicher Inaktivität und einer depressiven Symptomatik (Lampert et al. 2013).

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass sportliche Aktivität einen positiven Einfluss auf die Konstitution, gesundheitliche Einschränkungen und die subjektive Gesundheit besitzt. Die Ergebnisse zur habituellen Aktivität und Arbeitsplatzaktivität verdeutlichen, dass Art und Kontext der Aktivität eine wichtige Rolle spielen und Effektstärken verzerrt werden, wenn keine Differenzierung der Aktivität erfolgt. Außerdem heben die Ergebnisse die Gruppe der sozial schwachen Schicht deutlich als Risikogruppe für ein erhöhtes Auftreten von gesundheitlichen Einschränkungen, niedriger Selbsteinschätzung der Gesundheit und Übergewicht bzw. Adipositas hervor. Auch weil diese Personengruppe in Projekten zur Aktivität und gesundheitlichen Aufklärung oftmals unterrepräsentiert ist, sollten speziell für diese Zielgruppe Interventionen und Maßnahmen mit Aufforderungscharakter entwickelt werden.

Tabelle 51: Modellvergleich der untersuchten Parameter der Gesundheit und Konstitution

	BMI		Objektive Gesundheit		Subjektive Gesundheit	
	Effekt	p	Effekt	p	Effekt	p
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects:						
<i>Konstante</i>	24,64	<.01	0,87	<.01	16,71	<.01
<i>Geschlecht</i>	2,00	<.01	0,21	.12	-0,34	.06
<i>Alter</i>	0,13	<.01	0,086	.01	-0,14	.10
<i>Alter*Alter</i>	-0,0007	.20	-0,00066	.23		
<i>Sport</i>	-0,27	.07	-0,036	.83	0,85	<.01
<i>SA (MET*h)</i>	-0,011	.03			0,039	<.01
<i>HA (MET*h)</i>	-0,0048	.20	0,0012	.53	0,0053	.15
<i>WRA (MET*h)</i>	0,0031	.52	-0,0051	.05	0,0074	<.01
<i>Soz. Status</i>	-0,37	.02	-0,21	<.01	0,27	.10
Regressionskoeffizienten: Fixed Effects – Interaktionsterme						
<i>Alter*Geschlecht</i>	-0,026	.12				
<i>Alter*Alter*Geschlecht</i>						
<i>Alter*Soz. Status</i>					0,014	.13
<i>Alter*Sport</i>			-0,065	<.01		
<i>Alter*Alter*Sport</i>			0,0014	.04		
<i>Alter*SA</i>						
<i>Alter*Alter*SA</i>						
<i>Alter*WRA</i>	-0,00076	.16	0,00092	<.01		
<i>Alter*Alter*WRA</i>	0,000027	.09	-0,000028	<.01		
<i>Alter*HA</i>						
<i>Alter*Alter*HA</i>	0,000013	.06				
<i>Geschlecht*Sport</i>						
<i>Geschlecht*SA</i>						
<i>Geschlecht*HA</i>			-0,0079	.03		
<i>Geschlecht*WRA</i>			0,0036	.11		
<i>Geschlecht*Soz. Status</i>	0,65	.04				
<i>Soz. Status*SA</i>						
<i>Soz. Status*WRA</i>						
<i>Soz. Status*HA</i>	0,0065	.03				
Regressionskoeffizienten: Random Effects						
<i>Geschlecht</i>						
<i>Alter</i>	0,011	<.01	0,0014	<.01	0,0019	.05
<i>Alter*Alter</i>						
<i>Sport</i>						
<i>Soz. Status</i>					0,90	.07
Modellgüte						
pred vs. real r=	.98		.70		.79	

9 Fazit der Analysen

Bei der Konzeption dieser Arbeit wurden fünf zentrale Fragestellungen aufgestellt. Die durchgeführten Analysen konnten einen Beitrag zu deren Beantwortung leisten. Aufbauend auf den bereits berichteten Ergebnissen werden diese im Folgenden zusammenfassend beantwortet.

9.1 Fragestellung I

Wie sehen die Entwicklungsverläufe der Aktivität, mLf und Gesundheitsparameter im Erwachsenenalter aus? Gibt es differentielle Merkmale?

Im Zuge dieser Arbeit wurden Entwicklungsverläufe verschiedener Parameter der Aktivität, mLf und Gesundheit mit Hilfe der HLM-Methode modelliert. Dabei flossen die Längsschnittdaten von 509 Personen und Querschnittsdaten von weiteren 212 Personen mit insgesamt 1681 Messungen aus vier Messzeitpunkten über 18 Untersuchungsjahre in die Analysen ein. Die HLM-Methode schätzt für jeden Längsschnittteilnehmer unabhängig vom Messzeitpunkt einen individuellen Entwicklungsverlauf über den Altersgang. Zentrales Ergebnis dieser Analysen sind die über alle Personen gemittelten Entwicklungsverläufe, anhand derer sich jedem Lebensalter des untersuchten Altersspektrums ein geschätzter Wert für die untersuchten Parameter zuordnen lässt.

Die ausführliche Deskription der Entwicklungsverläufe für alle untersuchten Parameter findet sich im Anhang der Arbeit. Über den allgemeinen Altersverlauf hinaus wurden die betrachteten Parameter auf mögliche signifikante Prädiktoren wie Geschlecht, sozialer Status und körperliche Aktivität hin untersucht. In Kapitel 8 wurden neben der Prüfung der statistischen Signifikanz dieser Prädiktoren, die Entwicklungsverläufe für beide Geschlechter, vier Gruppen sozialer Schichtzugehörigkeit und vier Personengruppen mit unterschiedlicher Sportbiographie graphisch dargestellt.

Die gefundenen Entwicklungsverläufe bestätigen weitestgehend die allgemeinen Aussagen der vorhandenen Literatur (vgl. Zusammenfassungen Kapitel 8). Die mLf nimmt im Altersgang ab, wobei die einzelnen Dimensionen leicht unterschiedliche Verläufe aufweisen. Die Beweglichkeit zeigt dabei die geringsten Verlustraten, ein signifikanter Zufallseffekt des quadrierten Alters zeigt jedoch, dass hier im hohen Alter starke individuelle Unterschiede bestehen.

Bei der körperlichen Aktivität zeigen sich in Abhängigkeit von der Art der betrachteten Aktivität unterschiedliche Entwicklungsverläufe. Auffallend ist der Anstieg der habituellen Freizeitaktivität (Rad fahren, zu Fuß gehen und Arbeiten im Garten) bei Personen der mittleren und niedrigen sozialen Schicht und bei Sportaussteigern im hohen Erwachsenenalter. Die sportliche Aktivität nimmt hingegen im Altersverlauf erwartungskonform leicht ab, wobei sie bei den Frauen im Altersbereich von ca. 35 bis ca. 45 Lebensjahren erst leicht ansteigt. Die differenzierte Betrachtung der Aktivität zeigt damit eine Kompensation von sportlicher Aktivität durch habituelle Freizeitaktivität im Alter. Dies könnte ein Grund dafür sein, warum Zusammenhänge zwischen sportlicher Aktivität und Parametern der Gesundheit bzw. mLf in Beobachtungsstudien, welche lediglich die sportliche Aktivität erfassen, nur schwer nachzuweisen sind. Zwar ist ein Rückgang der sportlichen Aktivität nachweisbar, er wird jedoch durch andere Formen der Aktivität teilweise kompensiert, was die negativen Auswirkungen von sportlicher Inaktivität verringert. Ob es sich beim gefundenen Aktivitätsverhalten um einen reproduzierbaren Befund handelt oder ob lokale Umstände und Trends dafür verantwortlich sind, muss in vergleichbaren Studien geprüft werden. Eine Drop-Out Analyse (vgl. Kapitel 5.3) schließt jedoch Selektionseffekte durch Stichprobenschwund als alleinige Ursache weitestgehend aus.

Auch der Verlauf des BMI im Altersgang bestätigt die aktuelle Literatur (Mensink et al., 2013). Es zeigt sich bei beiden Geschlechtern eine starke Zunahme des BMI mit dem Alter, welche bei Frauen noch stärker ausgeprägt ist als bei Männern.

Die Verläufe von objektiver und subjektiver Gesundheit wirken auf den ersten Blick kontrovers, bestätigen jedoch ebenfalls den Stand der Literatur. Da Personen dazu tendieren, ihre subjektive Gesundheit im Vergleich zu Gleichaltrigen einzuschätzen, nimmt die subjektive Einschätzung der Gesundheit im Alter kaum ab. Erst ab einem Alter von über 65 Jahren lassen sich auch in anderen Studien bedeutsame Rückgänge feststellen (Robert Koch Institut, 2012, S.65). Diese Befunde wurden bestätigt. Neben einer relativ stabilen subjektiven Gesundheit kann ein Anstieg von gesundheitlichen Einschränkungen in der Altersspanne jedoch eindeutig belegt werden. Die objektive Gesundheit, operationalisiert anhand von diagnostizierten Einschränkungen im Bereich der Orthopädie, Neurologie und dem Herz-Kreislaufsystem, nimmt in der betrachteten Altersspanne kontinuierlich ab. Es ist wahrscheinlich, dass dieser Rückgang in noch höheren Altersbereichen (75+ Jahre) analog zu Mortalitätsraten (vgl. z.B. Manini et al., 2006) nochmals beschleunigt verläuft.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die HLM-Methode sehr gut eignet, um aus kompliziert aufgebauten Längsschnittdaten Entwicklungsverläufe zu modellieren.

9.2 Fragestellung II

Wie beeinflussen Geschlecht und sozialer Status die Entwicklungsverläufe von körperlicher Aktivität, mLf und Gesundheit?

Die in Kapitel 8 in Abhängigkeit von Geschlecht und sozialem Status dargestellten Entwicklungsverläufe zeigen deutlich, dass das Geschlecht und der soziale Status die untersuchten Parameter beeinflussen. Die Geschlechter unterscheiden sich in allen Parametern bezüglich des Ausgangsniveaus (bei der subjektiven Gesundheit nur marginal zugunsten der Frauen). Bei der Kraft, Ausdauer und dem BMI zeigen sich anhand signifikanter Alters-Geschlecht-Interaktionen darüber hinaus unterschiedliche Entwicklungsverläufe der Geschlechter. Diese lassen sich in allen Fällen darauf zurückführen, dass sich die Geschlechterunterschiede des Ausgangsniveaus im Alter verringern (oder im Falle der Ausdauer sogar umkehren). Diese Ergebnisse bestätigen weitestgehend die Befunde von Tittlbach (2002).

Mit Ausnahme des Umfangs der habituellen Freizeitaktivität schneiden Personen mit höherem sozialen Status im Mittel in allen untersuchten Parametern besser ab als Personen mit niedrigerem sozialen Status. Hinsichtlich der gesundheitlichen Einschränkungen und der subjektiven Gesundheit bestätigt dies die Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1) des RKI (Lampert et al., 2013). Aber auch aktuelle internationale Studien zeigen diese sozialen Disparitäten (Lindgren et al., 2016). Eine signifikante Interaktion zwischen Geschlecht und sozialem Status beim BMI zeigt, dass hier interessanterweise vor allem Frauen von einem höheren sozialen Status profitieren. Auch dieser Befund bestätigt die Befunde der DEGS1-Studie. Während die Unterschiede in der Prävalenz von Adipositas zwischen der niedrigen und hohen sozialen Schicht bei Frauen im Alter von 45-79 Jahren bis zu 30% betragen, sind es bei Männern nur bis zu 12% (Lampert et al., 2013, S. 818).

9.3 Fragestellung III

Wie beeinflusst die körperliche Aktivität die Ausprägung und Entwicklung der Parameter der mLf und Gesundheit?

Neben dem Herausstellen der Entwicklungsverläufe von Aktivität, mLf und Gesundheit über das Erwachsenenalter war das zentrale Anliegen dieser Arbeit, die Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität und den betrachteten Parametern der mLf und Gesundheit zu untersuchen. Grundlage bildete dabei das Modell von Bouchard, Blair und Haskell (vgl. Kapitel 4), welches einen direkten Zusammenhang dieser Konstrukte postuliert. Das Modell basiert auf den Erkenntnissen einer Vielzahl von Studien rund um die Fitness, Aktivität und Gesundheit. Ein Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und mLf (vgl. z.B. Ferreira et al., 2012) bzw. BMI (vgl. z.B. Alahmadi et al., 2011) und verschiedenen Parametern der Gesundheit bzw. Krankheit (vgl. z.B. Ahmed, Blaha, Nasir, Rivera & Blumenthal, 2012) gilt allgemein als gesichert. Ein in Kapitel 3.1.4 zusammengefasstes Literaturreview zeigte darüber hinaus, dass alle Dimensionen der mLf durch adäquate körperliche Aktivität in allen Altersbereichen gesteigert werden können. Es gilt jedoch zu beachten, dass die gefundenen Effektstärken einer Aktivitätsänderung, z.B. im Zuge einer Aktivitätsintervention, nicht mit den Effekten eines mittel- bzw. längerfristig relativ konstanten Aktivitätsverhaltens vergleichbar sind. Zur Ermittlung der Effekte eines aktiven Lebensstils auf mLf und Gesundheit sind beobachtende Querschnittstudien über verschiedenen Kohorten oder langfristig angelegte Längsschnittstudien notwendig. Hier ist die Forschungslage weniger eindeutig als bei Interventionsstudien. Die gefundenen Effektstärken und Moderatorvariablen unterscheiden sich zwischen den einzelnen Studien teilweise erheblich (vgl. Oja, 2001). Die vorliegende Studie leistet hier einen Beitrag, die Zusammenhänge von Aktivität und mLf und Gesundheit näher zu beschreiben. Die körperliche Aktivität wurde in dichotomer Form (Sportler oder Nichtsportler) sowie quantitativ anhand der berichteten SA, HA und WRA operationalisiert. Die Analysen zeigen, dass diese unterschiedlichen Aspekte bzw. Arten der Aktivität unterschiedliche Zusammenhänge zu den untersuchten Konstrukten aufweisen. Zusammenfassend zeigten die Analysen:

1. Personen, die angeben, sportlich aktiv zu sein, besitzen eine höhere Ausdauerleistungsfähigkeit, Beweglichkeit und subjektive Gesundheit sowie einen niedrigeren BMI als Personen, die angeben, inaktiv zu sein.

Hierbei handelt es sich um erwartungskonforme Ergebnisse, die den Literaturstand bestätigen. Es sei angemerkt, dass diese Effekte unabhängig vom Ausmaß der körperlichen Aktivität sind. Es handelt sich dabei um die Unterschiede zwischen Personen, die angeben Sport zu treiben und solchen, die laut eigener Aussage gänzlich sportlich inaktiv sind. In Abhängigkeit von Altersgruppe und Geschlecht geben jedoch bis zu 80% der Personen an, sportlich aktiv zu sein. Da der Prädiktor Sporttreiben in den Modellen durch die Multikollinearität mit der SA vom Effekt des aktuellen Ausmaßes der SA weitestgehend bereinigt ist, ist diese Unterscheidung eher als eine Eigenschaft des prinzipiellen Lebensstils der Sportler oder deren Sportbiographie zu sehen. Effekte des aktuellen Ausmaßes der sportlichen Aktivität innerhalb der sportlich Aktiven zeigen sich schließlich in Zusammenhang mit den in MET-Stunden erfassten Umfängen der SA.

2. Bei der Kraft, Koordination und den gesundheitlichen Einschränkungen zeigen signifikante Interaktionen mit dem Alter und entgegengesetzt gerichtete Interaktionen mit dem quadrierten Alter, dass die Effekte des Sporttreibens ebenfalls vorhanden sind, im hohen Alter die Sportler jedoch höhere Verluste aufweisen.

Tittlbach postulierte 2002 einen ähnlichen Verlauf der mLf bei Sportlern und Nichtsportlern, wobei sich Sportler ständig auf einem höheren Niveau befinden. Woll findet in seiner Sichtung des Literaturstands aus dem Jahr 2006 Evidenz dafür, dass Sportler in allen Bereichen der mLf und Gesundheit ein höheres Niveau aufweisen als Nichtsportler, über den Rückgang mit dem Alter jedoch Uneinigkeit besteht. Einige Studien finden verzögerte Rückgänge für Sportler, andere finden gleich große Verluste bei Sportlern und Nichtsportlern (Woll, 2006, S. 73ff). Aktuelle Studien mit Probandenkollektiven im hohen Erwachsenenalter zeigen jedoch, dass die in dieser Arbeit gefundenen Ergebnisse kein Alleinstellungsmerkmal aufweisen. In einer Studie von Lasst und Weisser (2015), die ein Probandenkollektiv von 20-70 Jährigen untersuchten, finden sich ebenfalls keine Anzeichen für einen Schereneffekt, jedoch bei einzelnen Aspekten der mLF Hinweise für einen beschleunigten Rückgang der Leistungsfähigkeit bei Sportlern im hohen Alter. Grund hierfür könnte das allgemein höhere Niveau in Zusammenhang mit den unbeeinflussbaren genetisch und exogen verursachten negativen Alterserscheinungen sein. Dieser Aspekt wird im Zusammenhang mit Fragestellung IV noch ausführlich diskutiert.

Als Grund für das beschleunigte Auftreten von gesundheitlichen Einschränkungen bei Sportlern können schwere Verletzungen und Erkrankungen, die zu einem Austritt aus der sportlichen Aktivität führen würden, zunächst ausgeschlossen werden, da es sich um den Vergleich zwischen zum Zeitpunkt der Messung aktiven Sportlern und Nichtsportlern handelt. Verschleißerscheinungen und kleinere Verletzungen, die zu orthopädischen Einschränkungen, jedoch nicht zum völligen Ausscheiden aus der sportlichen Aktivität führen, sind jedoch denkbar.

Ein vorhandener Zusammenhang zwischen dem Auftreten von gesundheitlichen Einschränkungen und dem Niederlegen der sportlichen Aktivität zeigt sich deutlich beim Vergleich zwischen den Sportlergruppen bzw. im Verlauf der gesundheitlichen Einschränkungen bei den Sportaussteigern (vgl. Abbildung 47).

3. Das Ausmaß der sportlichen Aktivität (SA) ist positiv mit allen untersuchten Dimensionen der Motorik sowie mit einem niedrigeren BMI und höherer subjektiven Gesundheit verbunden. Ein Zusammenhang zwischen der SA und den gesundheitlichen Einschränkungen zeigt sich hingegen nicht.

Ein direkter Nachweis über die Zusammenhänge zwischen mLf, BMI und subjektiver Gesundheit und dem Ausmaß der sportlichen Aktivität ist zwar zunächst plausibel, anhand von subjektiven Fragebogendaten gelingt das dem Großteil der Studien jedoch nicht. In einem ausführlichen Review über das Dosis-Wirkungsprinzip zwischen Aktivität und Fitness und Gesundheit findet Oja auch bei methodisch hochwertigen experimentellen Studien keine einheitlichen Ergebnisse (2001). Die vorliegende Arbeit zeigt, dass dies höchstwahrscheinlich aufgrund einer ungenügenden Differenzierung der körperlichen Aktivität der Fall ist. Eine Vielzahl der von Oja betrachteten Studien operationalisierte die körperliche Aktivität anhand von allgemeinen Fragebögen, Akzelerometerdaten über die wöchentliche Laufdistanz oder den wöchentlichen Energieverbrauch. Ein klares Herauspartialisieren von sportlicher Aktivität ist anhand von objektiven Daten höchstens mit sehr weit entwickelter Technik und modernen Akzelerometern möglich, aber auch hier bereiten Sportarten, die das Tragen eines Akzelerometers nicht ermöglichen, Probleme. Sofern objektive Methoden eine Differenzierung der Aktivitätsarten nicht zulassen, sind optimierte Fragebögen und Interviews bei diesen Fragestellungen vorzuziehen. Letztendlich bleiben noch die Informationen aus Interventionsstudien, die zwar deutliche Zusammenhänge zwischen applizierter Aktivität und Parametern der

Gesundheit und mLf finden (Oja, 2001), was jedoch bei einer kurzfristigen Lebensstiländerung zu erwarten ist und nur bedingt Rückschlüsse auf die Auswirkungen eines langfristig aktiven Lebensstils zulässt.

Während ein höheres Ausmaß an SA positive Auswirkungen auf den BMI, die mLf und die subjektive Gesundheit zeigt, konnte in den vorliegenden Daten kein positiver Zusammenhang zu dem Auftreten von gesundheitlichen Einschränkungen gefunden werden. Über Gründe für das Fehlen dieses Zusammenhangs kann an dieser Stelle nur spekuliert werden. Möglich ist hier ein vielschichtiges Zusammenspiel, wobei ein hohes Ausmaß an SA gerade im neurologischen Bereich und beim Herz-Kreislauf-System protektiv wirkt, im Bereich der Orthopädie die Summe von Verletzungen und Verschleißerscheinungen die positiven Auswirkungen höherer Umfänge an SA jedoch auf- bzw. überwiegt.

Die Analyse der Sportaussteiger zeigt, dass diese bei der objektiven Gesundheit und der Ausdauer auf ein schlechteres Niveau als die Nichtsportler fallen (vgl. Abbildung 47). Dies könnte zum einen ein Hinweis darauf sein, dass eine sich verschlechternde Gesundheit ein Grund für den Sportausstieg ist. Zum anderen jedoch auch, dass Verletzungen und Verschleißerscheinungen beim und durch den Sport zu einer Verschlechterung der Gesundheit und einem Ausstieg aus dem Sport führen. Aussagekräftige Langzeitstudien zu den negativen Effekten von hohen Umfängen sportlicher Aktivität über einen langen Zeitraum fehlen bisher. Studien zu Verletzungen durch Überbelastung bei Läufern (Hreljac, 2004) und einzelne Studien zum Auftreten von Verletzungen bei sportlicher Aktivität im hohen Erwachsenenalter (vgl. z.B. Carroll et al., 1992) zeigen jedoch, dass die Effekte von Sport auf die Gesundheit nicht per se positiv sind, vor allem bei sogenannten „high impact“ Sportarten mit hohen, repetitiven Belastungen auf den Bewegungsapparat. Hier könnten Interviews zur Sport- und Gesundheitsbiographie der Betroffenen Aufschluss geben.

4. Die Zusammenhänge zwischen habitueller Freizeitaktivität (HA) und den untersuchten Parametern der Gesundheit sind geringer als die der SA und nur teilweise signifikant.

Es zeigen sich signifikante Zusammenhänge zwischen HA und Kraft bei den Männern und zwischen HA und Beweglichkeit bei beiden Geschlechtern sowie zwischen HA und der subjektiven Gesundheit. Koordination und Ausdauer zeigen keine Zusammenhänge zur HA. Die durchschnittlichen Intensitäten der HA sind dabei mögli-

cherweise zu gering, um die Ausdauerleistungsfähigkeit zu erhöhen und die koordinativen Fähigkeiten werden im Zuge von HA nur wenig beansprucht. Bezüglich des Zusammenhangs zwischen HA und gesundheitlichen Einschränkungen zeigen sich signifikante Effekte nur bei den Männern, was möglicherweise darauf zurückzuführen ist, dass diese in größeren Umfängen HA betreiben. Das Zusammenspiel zwischen HA und BMI ist komplex. Ein linearer negativer Zusammenhang zwischen BMI und HA ist mit $p=.20$ an der Grenze der statistischen Bedeutsamkeit. Eine signifikante positive Interaktion mit dem quadrierten Alter und dem sozialen Status sowie positive Interaktionen zwischen Geschlecht und sozialem Status zeigen, dass große Mengen an HA langfristig zu einem höheren BMI führen und zwar stärker in den höheren sozialen Schichten und dort wiederum hauptsächlich bei den Männern. Gefundene negative Zusammenhänge zwischen HA und SA könnten hier dafür sprechen, dass Menschen mit höherem BMI ihren Bewegungsdrang eher in weniger intensiven Freizeitaktivitäten wie Gartenarbeit ausleben als im Sport und daher zu einer positiven Kalorienbilanz neigen. Ein alternativer Erklärungsansatz, nämlich dass jene körperlichen Aktivitäten, die nicht der Steigerung der mLf oder dem Nacheifern von Schönheitsidealen dienen, gänzlich oder sogar im übermäßigen Maß von einer höheren Energieaufnahme kompensiert werden, wird bei Schmidt, Krell, Bös und Stahn (2014) diskutiert.

5. Die arbeitsplatzbezogene Aktivität WRA zeigt die geringsten Zusammenhänge zu den untersuchten Konstrukten und die gefundenen statistisch bedeutsamen Zusammenhänge sind von weitestgehend negativer Natur.

Während die WRA keine Zusammenhänge zu Kraft, Ausdauer und Koordination zeigt, signalisiert eine signifikante negative Interaktion zwischen WRA und quadriertem Alter bei der Beweglichkeit, dass sich hohe Mengen an Arbeitsplatzaktivität mit fortschreitendem Alter negativ auf diese auswirken. Ähnliches zeigt sich beim BMI. Während eine schwache negative Interaktion zwischen Alter und WRA zunächst positive Effekte vermuten lässt, zeigt die positive Interaktion zwischen WRA und quadriertem Alter, dass sich hohe Mengen an WRA im Alter negativ auf den BMI auswirken. Personen mit viel WRA in ihrem Berufsleben besitzen im Alter einen höheren BMI. Dieses Ergebnis bestätigt die Analysen bei Schmidt et al. (2014) und wird dort analog zu den negativen Effekten von HA auf den BMI diskutiert. Ein Erklärungsansatz ist, dass Personen mit viel WRA den Energieverbrauch durch eine erhöhte Energieaufnahme kompensieren, welche in Zeiten mit niedriger WRA (z.B. Rente

oder Berufswechsel) nicht auf das Ausgangsniveau zurückgeführt wird. Die Folge ist eine positive Kalorienbilanz und ein Anstieg des BMIs - eine Entwicklung, die auch bei ehemaligen Profisportlern zu finden ist.

Ein negativer Zusammenhang zwischen WRA und gesundheitlichen Einschränkungen im Sinne von weniger Einschränkungen bei hoher WRA sowie eine signifikante negative Interaktion zwischen quadriertem Alter und WRA erscheint zunächst positiv. Es liegt jedoch nahe, dass dieser Umstand der Tatsache zu verschulden ist, dass nur objektiv gesunde Personen schwere körperliche Arbeit am Arbeitsplatz verrichten können bzw. Personen, die noch im hohen Alter schwer arbeiten, bei guter Gesundheit sein müssen. Eine negativ gerichtete Interaktion zwischen Alter und WRA stützt diese These. Lediglich im Zusammenhang mit der subjektiven Gesundheit zeigt die WRA ausnahmslos positive Effekte.

Zusammenfassend zeigen die Analysen, dass das Zusammenspiel von Aktivität und Parametern der mLf und Gesundheit komplex ist und dass eine differenzierte Erfassung der Aktivität sinnvoll ist. Weitere Studien mit einer differenzierten Erfassung von SA, WRA und HA sind empfehlenswert. Objektive Erfassungsmethoden sind zur Quantifizierung der körperlichen Aktivität in Form von Schritten pro Tag, MVPA oder wöchentlichem Energieverbrauch sinnvoll, um Unterschiede zwischen Personengruppen, Regionen oder Ländern zu analysieren (vgl. z.B. Troiano et al., 2008). Zum Aufdecken von Zusammenhängen zwischen langfristig betriebener körperlicher Aktivität und der Gesundheit und der mLf sollte jedoch zwischen den verschiedenen Aktivitätsarten differenziert werden.

9.4 Fragestellung IV

Lassen sich anhand der Ergebnisse die theoretischen Ansätze des Alternsprozesses von Baltes bestätigen, widerlegen oder ergänzen?

Baltes stellt in seinen Veröffentlichung aus dem Jahr 1987 und 1989 sechs Thesen auf, die das damalige empirische Wissen über den Alternsprozess zusammenfassen und gleichzeitig bis heute einen theoretischen Ansatz des Alternsprozess liefern. Noch in der aktuellen Literatur gelten diese Thesen als Grundsteine des Verständnisses des Alterns und werden in Veröffentlichungen zum Alternsprozess zitiert (vgl. z.B. Barlow, Wrosch, Heckhausen & Schulz, 2016; Napolitano & Freund, 2016). Obwohl Baltes ausdrücklich fordert, dass die Erforschung des gesamten Lebenslaufes notwendig ist, um die Formulierung grundlegender Konzepte der Entwicklungspsy-

chologie voranzubringen (Baltes, 1990, S. 1), existieren bisher nur wenige empirische Untersuchungen unter Berücksichtigung der Leitsätze von Baltes über eine breite Lebenspanne (Willimczik, Voelcker-Rehage, & Wiertz, 2006, S.11). Anhand der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit werden im Folgenden vier der sechs Thesen von Baltes vor dem Hintergrund der gesammelten empirischen Daten zur mLf und Gesundheit über die Altersspanne von 33 bis 75 diskutiert.

Grundsätzlich gibt die Genetik des Menschen vor, dass sowohl die motorische Leistungsfähigkeit als auch die Gesundheit im Verlauf des Erwachsenenalters abnehmen. Baltes beschreibt diesen destruktiven Prozess in seiner fünften These zum Altersprozess: „These 5: Mit fortschreitendem Alter wird die Bilanz von Entwicklungsgewinn und -verlust zunehmend negativ“ (Baltes & Baltes, 1989, S. 92). Mit zunehmendem Alter verliert der Mensch Kapazitätsreserven, die zur Kompensation von negativen Einflüssen genutzt werden könnten. Zum anderen ist der Entwicklungsprozess laut Baltes von Spezialisierungen gekennzeichnet. Jedwede Spezialisierung birgt neben einem Gewinn jedoch immer auch gleichzeitig einen Verlust in Form noch nicht genutzter, anderer Entwicklungsmöglichkeiten.

Studien zeigen, dass sich das Leistungsmaxima der mLf abhängig von der betrachteten motorischen Fähigkeit und dem Geschlecht zwischen dem 16. und 30. Lebensjahr befindet. Danach nimmt die Leistungsfähigkeit zunächst leicht, ab dem 40. bis 60. Lebensjahr verstärkt ab (vgl. z.B. Willimczik, Voelcker-Rehage, & Wiertz, 2006; Tittlbach, 2001; Woll, 2006). Dieser Umstand ist auch anhand von physiologisch orientierten Studien belegt. Im Bereich des 40. bis 60. Lebensjahrs setzt ein progressiver Rückgang der Muskelmasse und damit einhergehend ein Rückgang der Kraftfähigkeit ein (Porter, Vandervoort & Lexell, 1995; Faulkner, Larkin, Clafin & Brooks, 2007). Man bezeichnet dieses Phänomen als Sarkopenie (Fielding & et al., 2011). Im Alter von 80 Jahren ist die Fähigkeit, Muskelkraft zu erzeugen bei ungefähr 60% des Maximalwertes mit 25 Jahren (Doherty, 2003). Neben der Motorik ist auch ein Rückgang der allgemeinen Gesundheit mit dem Alter evident. Teilweise ist dieser Umstand auf den Rückgang der Muskelmasse und damit auch der allgemeinen Motorik zurückzuführen. Der Rückgang der Muskelmasse ist nachweislich ausschlaggebend für das erhöhte Auftreten von Unfällen und Stürzen im Alter (Roubenoff & Hughes, 2000; Vlsser & Schaap, 2011) und nicht zuletzt für einen Rückgang der Lebensqualität (Chou et al., 2012; Balboa-Castillo, Leon-Munoz, Graciani, Rodriguez-Artalejo & Guallar-Castillon, 2011). Über das Auftreten von Stürzen und Unfällen hinaus und

unabhängig vom Alter zeigen Studien, dass ein Rückgang der Muskelmasse mit einer erhöhten Morbidität- und Mortalitätsrate einhergeht (Newman et al., 2001; Morley, 2003; Morley et al., 2006).

Die Befunde bezüglich des Rückgangs der mLf konnten mit den Ergebnissen dieser Studie im Altersspektrum von 33 bis 75 Jahren bestätigt werden (vgl. Abbildung 39 & Abbildung 40). Gleichzeitig lässt sich anhand der gesammelten Daten ein kontinuierlicher Rückgang der Gesundheit in Form einer Zunahme von gesundheitlichen Einschränkungen belegen (vgl. Abbildung 46). Auch wenn hier nicht im Detail beschriebene Einzelfallbetrachtungen zeigen, dass auch im hohen Erwachsenenalter Personen in einzelnen Testaufgaben in einem 5-Jahres-Intervall durchaus noch positive Leistungsentwicklungen zeigen können, so ist die Bilanz aus Gewinn und Verlust im Mittel mit voranschreitendem Alter negativ. Die fünfte These von Baltes lässt sich damit anhand der gefundenen Ergebnisse empirisch bestätigen.

In seiner zweiten These beschreibt Baltes das Altern als einen heterogenen Vorgang: „These 2: Der Alternsvorgang ist heterogen (variabel)“ (Baltes & Baltes, 1989, S.89). Der Alternsprozess besitzt nach Baltes ein hohes Maß an individueller Variabilität. Zum einen existieren starke individuelle Unterschiede in der genetischen Ausstattung der Menschen, zum anderen nehmen Faktoren wie Umwelt, soziale Kontakte und kritische Lebensereignisse einen Einfluss auf den Prozess (vgl. Baltes & Baltes, 1989, S. 89). Diese zweite These von Baltes ist in ihrer Formulierung sehr allgemein gehalten und lässt nur wenig logischen Spielraum zu. Eine Falsifikation ist quasi unmöglich. Trotzdem liefert die These eine wichtige Grundlage zum Verständnis des Alternsprozesses. Dieser ist nicht ohne Ausnahmen verallgemeinerbar und lässt sich niemals vollständig beschreiben, da exogene Zufallsfaktoren Einfluss nehmen. Trotzdem kann zumindest ein Teil der Variabilität des Alternsprozesses anhand von empirischen Daten zu Prädiktoren der Entwicklung erklärt werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass ein Teil der Variabilität zwischen Personen anhand des Geschlechts und des sozialen Status erklärt werden kann. Auch das Aktivitätsverhalten erklärt einen Teil dieser Variabilität. Unaufgeklärte Varianz zwischen den Personen und signifikante Zufallseffekte des Alters bestätigen schließlich das Vorhandensein einer zusätzlichen Variabilität des Alternsprozesses über die kontrollierten Faktoren hinaus. Als Beispiel ist hier der Verlauf der Beweglichkeit im Altersgang zu nennen. Eine allgemeine Abnahme der Beweglichkeit mit fortschreitendem Alter kann anhand eines signifikanten negativen Effekts des Alters eindeutig belegt werden.

Ein signifikanter Zufallseffekt des quadrierten Alters zeigt jedoch, dass die Entwicklung der Beweglichkeit im hohen Alter zwischen den Personen stark variiert. Es ist naheliegend, dass diese Variabilität zumindest teilweise anhand von kritischen Lebensereignissen wie Verletzungen und Krankheiten hervorgerufen wird. Conzelmann findet diese Variabilität bei der Ausdauerleistungsfähigkeit, beschreibt sie als „Individualität von Entwicklungsverläufen der Ausdauer“ (1994, S. 176) und führt sie auf genetische und exogene Einflüsse zurück, welche sich mit zunehmendem Alter stärker äußern, bzw. sich deren Auswirkungen anhäufen. Dass Studien diese Variabilität teilweise in unterschiedlichen Dimensionen der mLf finden, lässt sich vor dem Hintergrund der differentiellen motorischen Entwicklung auf die unterschiedlichen zugrundeliegenden motorischen Tests zur Abbildung der motorischen Fähigkeiten zurückführen. Dieser Umstand ist in Kapitel 8.2.5 und weiter unten ausführlicher diskutiert. Auch wenn sich die Heterogenität des Alternsprozesses aufgrund exogener Ereignisse nie vollständig aufklären lässt, können empirische Untersuchungen über Prädiktoren einer positiven oder negativen Entwicklung wertvolles Wissen generieren, welches in Form von Empfehlungen und Interventionen Personen beim erfolgreichen Altern unterstützt. Die vorliegende Untersuchung klassifiziert hier vor allem sozial schwächer Gestellte und inaktive Personen als Risikogruppe für eine niedrige mLf und eine hohe Zahl an gesundheitlichen Einschränkungen im hohen Erwachsenenalter. Es zeigt sich jedoch auch, dass nicht alle Formen von körperlicher Aktivität per se positive Effekte mit sich bringen und dass Sportler im hohen Erwachsenenalter höhere Verluste hinsichtlich mLf und Gesundheit zeigen.

Dieser Umstand lässt sich vor dem Hintergrund der vierten These von Baltes erklären und liefert damit gleichzeitig eine empirische Grundlage für diese: „In der Nähe der Leistungsreservegrenzen gibt es einen altersbedingten Verlust“ (Baltes & Baltes, 1989, S. 91). Als Psychologin belegt Baltes diese These zunächst anhand der Daten von kognitiven Leistungsfaktoren wie der Gedächtnisleistung, aber auch der Reaktionsfähigkeit. Er kommt er zu dem Ergebnis, dass die Studienlage eindeutig ist. Es gilt zwar als gesichert, dass durch Training die Leistung verbessert werden kann, das maximal erreichbare Leistungsniveau nimmt jedoch aufgrund der genetisch und nicht-normativ bedingten destruktiven Prozesse und Ereignisse im Altersverlauf ab (Baltes & Baltes, 1989). Spätere Untersuchungen zur Entwicklung der motorischen Leistungsfähigkeit zeigen, dass die Sachlage hinsichtlich der mLf weit weniger eindeutig ist als von Baltes angenommen. Unter dem Konzept der differentiellen motori-

schen Entwicklung zeigt Bös, dass die Entwicklung der Leistungsfähigkeit stark von den beanspruchten Systemen abhängt und nicht zuletzt auch innerhalb einer Fähigkeitsdimension von Testaufgabe zu Testaufgabe variiert (1994). Auch Willimzcik, Voelcker-Rehage und Wiertz finden diese Unterschiede in den Entwicklungsverläufen unterschiedlicher Testaufgaben (2006, S. 16). Aussagen über den Verlauf der mLf auf physiologischer Ebene können nur dann getroffen werden, wenn ein breites Spektrum an Testaufgaben zur Operationalisierung der mLf verwendet wird. Dieses Konzept wurde bei der vorliegenden Untersuchung angewandt. Mit Ausnahme der Ausdauerleistungsfähigkeit wurden mindestens vier unterschiedliche Testaufgaben zur Operationalisierung einer motorischen Fähigkeit herangezogen (vgl. Kapitel 6.2).

Über die Problematik der Verallgemeinerbarkeit von einzelnen Parametern der mLf und der unterschiedlichen Operationalisierung von Gesundheit hinaus, wird die Überprüfbarkeit der vierten These von Baltes durch den Umstand erschwert, dass die Leistungsreservegrenze nicht direkt messbar ist. Ihr Verlauf lässt sich theoretisch nur über aufwendige Interventionen, bei denen Personen unterschiedlicher Altersklassen durch Training möglichst nahe an ihre individuelle Grenze gebracht werden, direkt bestimmen. Um das Vorhandensein einer sich mit dem Altersgang vermindern den Leistungsreservegrenze dennoch anhand der vorliegenden empirischen Daten vorherzusagen, bedarf es darum einer indirekten Methode. Unter der Prämisse, dass eine solche Leistungsreservegrenze besteht, kann angenommen werden, dass sich eine hypothetische Verminderung dieser nicht sofort auf die messbare aktuelle Leistungsfähigkeit auswirkt, sondern erst, wenn der Verlauf der Leistungsreservegrenze den der tatsächlichen Leistungsfähigkeit schneiden würde. Das heißt, dass Untrainierte oder Nichtsportler eine Verminderung ihrer Leistungsreservegrenze erst im höheren Alter bemerken sollten und der Effekt nicht so stark ausgeprägt sein sollte wie bei Trainierten bzw. Sportlern. Extrembeispiel wären in diesem Sinne Profisportler, die den Abfall ihrer Leistungsreservegrenze in Abhängigkeit ihrer ausgeübten Sportart teilweise schon im Alter von 25-30 Jahren erfahren. Je näher sich Personen an ihrer Leistungsreservegrenze befinden, desto früher bzw. ausgeprägter sollte der Effekt sein. Sportler bzw. Trainierte müssten dadurch im hohen Erwachsenenalter höhere Verlustraten aufweisen als Nichtsportler bzw. ein beschleunigter Rückgang müsste früher eintreten. Der theoretisch postulierte Verlauf von tatsächlicher Leistung und Leistungsreservegrenze ist in Abbildung 51 dargestellt.

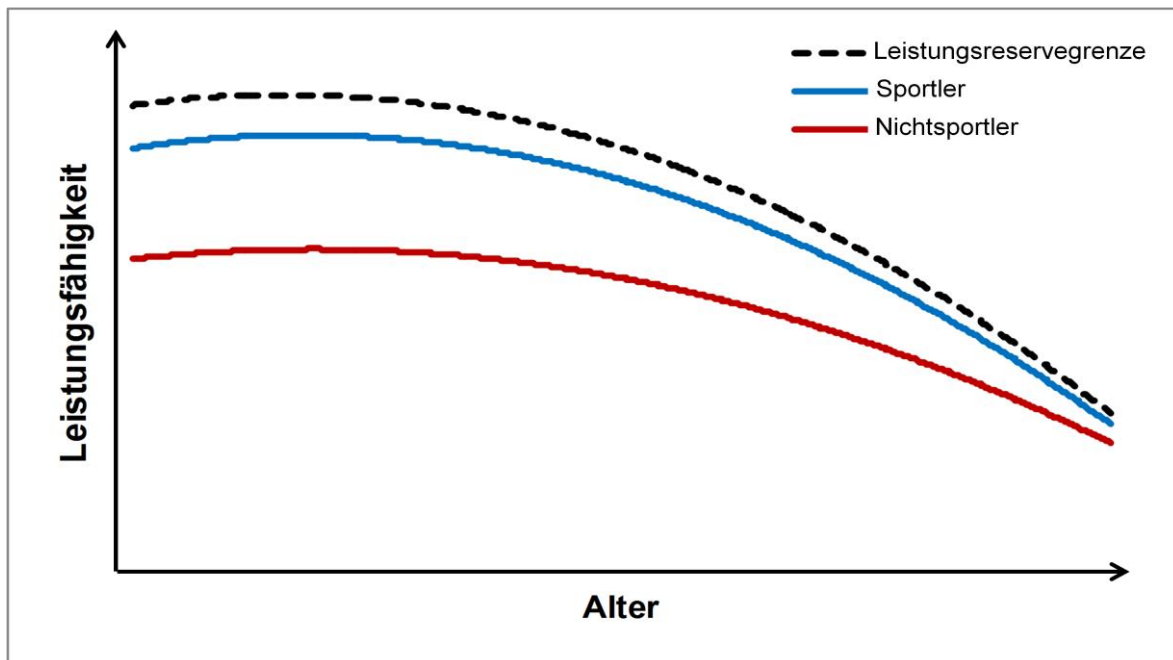


Abbildung 51: Hypothetischer Verlauf der Leistungsfähigkeit von Sportlern bzw. Trainierten und Nichtsportlern bzw. Untrainierten und der altersbedingten Leistungsreservegrenze.

Der in Abbildung 51 hypothetisch dargestellte Verlauf lässt sich anhand der vorliegenden Daten bei der Kraft und Koordination tatsächlich nachweisen. Im hohen Alter zeigt sich mit einer signifikanten Interaktion zwischen dem quadrierten Alter und dem Sporttreiben ein beschleunigter Rückgang bei den Sportlern. Da sich Sportler näher an ihrer individuellen Leistungsgrenze befinden, sind sie von deren Rückgang stärker betroffen. Bei Nichtsportlern wird erst die Pufferzone zwischen aktuellem Trainingszustand und individueller Leistungsreservegrenze aufgezehrt bis sich der Alterseffekt dann schließlich auch auf die aktuelle Leistungsfähigkeit auswirkt. Im hohen Erwachsenenalter sollten die Unterschiede zwischen Sportlern und Nichtsportlern zunehmend geringer werden. Zukünftige Erhebungswellen mit einer höheren Personenzahl in diesem Altersbereich könnten hier Aufschluss geben. Interessanterweise zeigt sich bei den gesundheitlichen Einschränkungen ein ähnliches Bild. Auch hier weisen Sportler im hohen Alter einen höheren Anstieg an Einschränkungen auf als Nichtsportler (vgl. Abbildung 47). Ausgehend von einem besseren Niveau nähern sich die Sportler hinsichtlich dem Auftreten gesundheitlicher Einschränkungen im hohen Alter den Nichtsportlern an. Dies kann als Hinweis darauf gedeutet werden, dass auch im Bereich der Orthopädie, Neurologie und des Herz-Kreislaufsystems eine Leistungsreservegrenze existiert, die im Alter abnimmt.

Anhand der gefundenen Ergebnisse lässt sich das Konzept des Verlustes an der individuellen Leistungsgrenze auf die mLf anwenden. Ein altersbedingter Verlust der

Leistungsfähigkeit lässt sich zwar stets an der mittleren Leistungsfähigkeit der Altersgruppe messen, jedoch erklärt dies nicht individuelle Ausnahmefälle, in denen Personen ihre Leistungsfähigkeit auch im hohen Alter aufgrund von körperlicher Aktivität noch steigern. Erst ein theoretisches Modell, in dem sich dieser altersbedingte Verlust für jede Person unabhängig des individuellen Trainingszustandes zunächst an der latenten Leistungsreservegrenze vollzieht, kann die empirischen Daten ganzheitlich erklären. Abbildung 52 zeigt den hypothetischen Verlauf zweier Personen, die im hohen Erwachsenenalter noch mit dem Sporttreiben beginnen, Person B dabei etwas früher als Person A. Beiden ist es innerhalb des Modells der latenten Leistungsreservegrenze erlaubt, ihre Leistungsfähigkeit bis ins hohe Alter zu steigern. Beide erfahren jedoch auch die Auswirkungen einer latenten Reservegrenze. Das maximal zu erreichende Niveau ist nicht so hoch wie in jungen Jahren. Außerdem nimmt ihre Leistungsfähigkeit trotz andauernder sportlicher Aktivität mit voranschreitendem Alter ab, auch wenn sie sich dabei ständig über dem Niveau gleichaltriger Nichtsportler befinden.

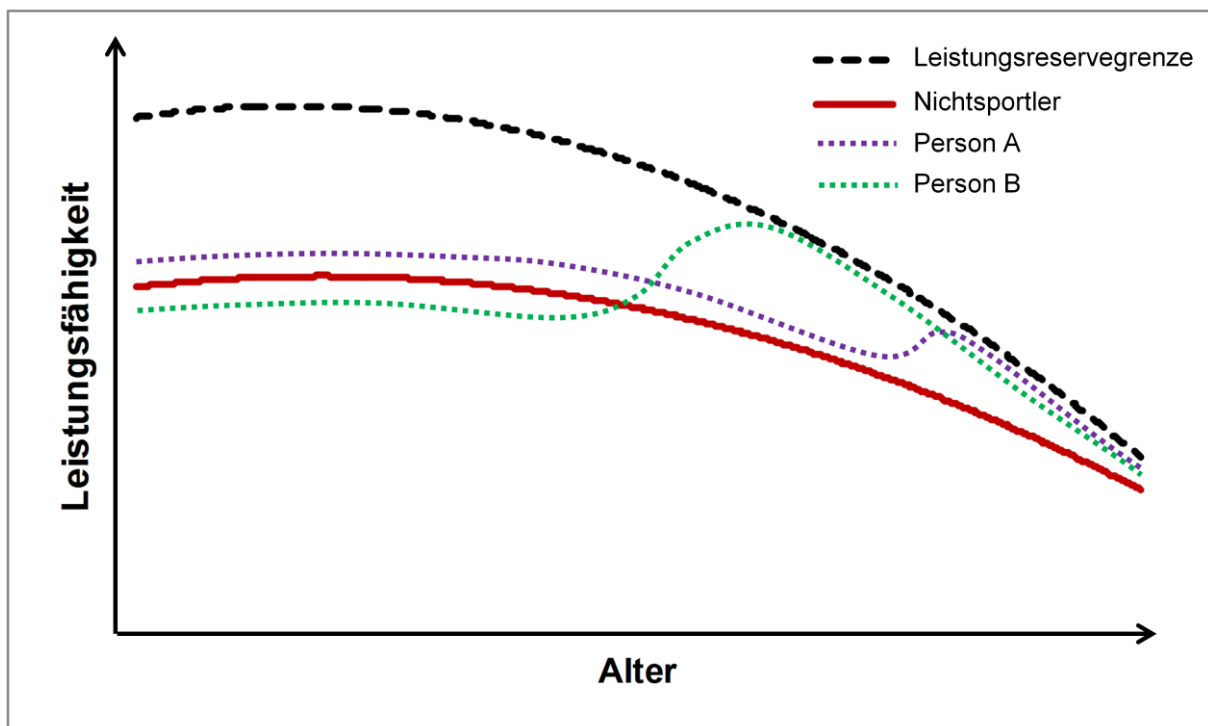


Abbildung 52: Hypothetischer Verlauf der Leistungsfähigkeit zweier Personen, die im hohen, bzw. sehr hohen Alter beginnen, Sport zu treiben und ihre Leistung steigern. Das Modell der latenten Leistungsreservegrenze lässt in jedem Lebensalter eine messbare Steigerung der aktuellen Leistungsfähigkeit zu.

Dieses Modell ist laut der vorliegenden Daten durchaus plausibel. Gemessene Unterschiede der Leistungsfähigkeit zwischen Sportlern und Nichtsportlern werden im

hohen Erwachsenenalter geringer und ein altersbedingter Rückgang der mLf äußert sich bei Sportlern deutlicher, was ein Hinweis auf das Vorhandensein einer latenten Reservegrenze darstellt.

Für die Sportpraxis bedeutet dies, dass durch körperliche Aktivität die Leistungsfähigkeit zwar gesteigert werden kann, ein Verlust an der Leistungsreservegrenze jedoch nicht zu verhindern ist. Sportler zeigen im hohen Alter höhere Verluste in ihrer mLf und nähern sich dadurch den Nichtsportlern an. Außerdem ist im hohen Alter das maximale Niveau der durch Training zu erreichenden Leistung geringer als in jungen Jahren.

Der nüchternen Tatsache des genetisch bedingten Leistungsabfalls im Alter steht das Wissen um die Adaptationsfähigkeit des Menschen gegenüber. Diese bezeichnet nach Bouchard und Shephard (1994) die Fähigkeit eines Individuums, sich an die soziale und physikalische Umwelt anzupassen. Sie ist laut aktuellem Forschungsstand in allen Bereichen der Motorik, aber auch im Bereich der Gesundheit (Herz-Kreislauf-System, Immunsystem) bis ins hohe Alter gegeben (vgl. z.B. Conzelmann, 1994). Durch sportliche Aktivität lässt sich der destruktive Alternsprozess in jedem gegebenen Alter verlangsamen, bzw. hinauszögern. Baltes und Baltes beschreiben dies in ihrer dritten These als „eine beträchtliche 'stille Reserve' (Plastizität)“ (1989, S. 90). Da es sich bei der vorliegenden Studie nicht um ein experimentelles Design handelt, können diese Aussagen anhand der gefundenen Ergebnisse nur bedingt bestätigt werden. Sportler besitzen unabhängig vom Alter eine bessere mLf, einen niedrigeren BMI und weniger gesundheitliche Einschränkungen sowie eine höhere subjektive Gesundheit. Hinweise auf kausale Zusammenhänge liefert die Einteilung der Stichprobe in Sporttypen. Dabei zeigt sich, dass Sporteinsteiger in allen untersuchten Parametern (mit Einschränkungen bei der Kraft) über den Nichtsportlern liegen. Positive Effekte des Sporttreibens zeigen sich damit auch im hohen Alter. Auch wenn sich die individuelle Leistungsreservegrenze der tatsächlichen Leistungsfähigkeit annähert, ist in jedem beliebigen Alter ein erfolgreiches Training in Form des Ausschöpfens dieser Reserven möglich.

Dass der Rückgang der mLf und der objektiven Gesundheit von den betroffenen Altersgruppen subjektiv nicht per se zu einer negativen Lebensbilanz führt, zeigt die Entwicklung der subjektiven Gesundheit (vgl. Abbildung 48). Im Vergleich zu den objektiv erfassten gesundheitlichen Einschränkungen nimmt die mittlere subjektive Ge-

sundheit im Altersgang nur geringfügig ab. Ein schwacher Rückgang mit dem Alter ist im gefundenen Modell mit $p=.10$ an der Grenze zur statistischen Signifikanz. Baltes belegt anhand einer Reihe von Studien, dass sich subjektive Einschätzungen über Lebenszufriedenheit, Kontrollvermögen und Selbstbewirkungsvermögen zwischen jungen und älteren Menschen kaum unterscheiden (Baltes & Baltes, 1989, S. 93f). Er fasst dies in seiner sechsten These zum Alternsprozess zusammen: „These 6: Das Selbstbild bleibt auch im hohen Alter intakt“ (Baltes & Baltes, 1989, S. 93). Auch diese These lässt sich anhand der gesammelten empirischen Daten zur subjektiven Gesundheit belegen. Während sich Sportler und Nichtsportler sowie sozial schwächer Gestellte und Personen aus höheren sozialen Schichten relativ stark in ihrer subjektiven Gesundheit unterscheiden, schätzen sich Ältere nicht sehr viel schlechter ein als Jüngere. Baltes führt dies auf das Vorhandensein multipler Selbstbilder zurück, die es den Menschen ermöglichen, sich an unterschiedliche Lebenslagen anzupassen (Baltes & Baltes, 1989, S. 94). Außerdem verändern sich die Ziele und das Anspruchsniveau mit dem Alter und Personen sind durchaus in der Lage, die Erwartungshaltung vom eigenen Leben in ihrem Niveau zu verändern. Zuletzt findet ein sozialer Vergleich nach Baltes immer anhand einer Bezugsgruppe statt. Diese ändert sich im Laufe des Lebens. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie legen jedoch nahe, dass hier die Bezeichnung „sozialer Vergleich“, wie von Baltes vorgeschlagen, zu allgemein ist. Vergleiche auf Ebene der sozialen Schicht scheinen nicht stattzufinden, da sich diese deutlich in der Ausprägung der subjektiven Gesundheit unterscheiden. Stattdessen scheint allein die entsprechende Altersgruppe eine Bezugsgröße zu liefern.

9.5 Fragestellung V

Können die Ergebnisse zur Entwicklung der mLf aus bisherigen Auswertungen des Datensatzes durch das Hinzufügen des vierten Messzeitpunkts und der hierarchischen linearen Modellierung (HLM) bestätigt oder erweitert werden?

Die erste Auswertung der Längsschnittdaten des Projekts erfolgte im Zuge der Dissertation von Tittlbach (2002) über zwei Messzeitpunkte. Analysen zu den Einflüssen von soziodemographischen Determinanten und der sportlichen Aktivität auf das Niveau und die Entwicklung der mLf und Gesundheit folgten von Tittlbach, Bös, Woll, Jekauc und Dugandzic (2005) über drei Messzeitpunkte und Woll (2006) über zwei Messzeitpunkte.

In der Auswertung der ersten beiden Messzeitpunkte mit einem Intervall von fünf Untersuchungsjahren im Jahr 2002 betrug der Rückgang der mLf bei der Ausdauer 3,3%, bei der Kraft 4,2%, bei der Koordination 10,4% und bei der Beweglichkeit 3,4% (Tittlbach, 2002, S. 230). Als Grund für den starken Rückgang bei der Koordination nennt Tittlbach besondere Stichprobeneigenschaften. Außerdem findet sie einen verstärkten Rückgang ab ca. 45 Jahren bei der Koordination und Beweglichkeit (Tittlbach, 2002, S. 230). Diese Ergebnisse können in der vorliegenden Arbeit weitestgehend bestätigt und weiter differenziert werden. Eine im Vergleich zu den anderen motorischen Fähigkeiten erhöhte Abnahme der Koordination konnte dabei jedoch nicht repliziert werden, was auf Zufallseffekte der kleineren Stichprobe bei Tittlbach hinweist. Ein verstärkter Rückgang der Leistungsfähigkeit im mittleren Erwachsenenalter (ab ca. 45 Jahren) wurde in der vorliegenden Arbeit in Form eines signifikanten negativen Effekts des quadrierten Alters für die Ausdauer nachgewiesen. Bei der Kraft und Koordination zeigt sich ein verstärkter Rückgang im hohen Erwachsenenalter nur für die Sportler, die ein höheres Niveau besitzen (signifikanter Effekt $Alter * Sport$). Bei der Beweglichkeit ergab sich ein signifikanter quadratischer Effekt nur für Personen mit hoher Arbeitsplatzaktivität (signifikanter Effekt $Alter^2 * WRA$).

Erste Hinweise auf die unterschiedlichen Kurvenverläufe der mLf von Sportlern und Nichtsportlern zeigten sich in der Arbeit von Tittlbach durch lineare und quadratische Kurvenanpassungen. Nach Tittlbach unterscheiden sich die Kurvenverläufe von Ausdauer, Kraft und Beweglichkeit zwischen Leistungssportlern und der Normalbevölkerung (Tittlbach, 2002, S. 233). Unter anderem fand Tittlbach einen beschleunigten Rückgang der Beweglichkeit, der „hauptsächlich durch die männlichen Sportler ab dem 50. Lebensjahr bedingt ist“ (Tittlbach, 2002, S. 233). Für die Normalbevölkerung findet Tittlbach weitestgehend lineare Rückgänge, während die Rückgänge der Sportler eher einem Polynom zweiten Grades entsprachen. Da es sich bei diesen Analysen um eine relativ kleine Stichprobe handelte, konstatierte Tittlbach trotzdem allgemein ähnliche Verläufe der mLf für Sportler und Nichtsportler. Auch Woll fand in seinen Analysen über die ersten Messzeitpunkte 1992 und 1997 keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen dem Rückgang der mLf bei Sportlern und Nichtsportlern (Woll, 2006, S. 211). Mit einer deutlich größeren Stichprobe und der HLM als Analyseverfahren konnten im Zuge der vorliegenden Arbeit die bei Tittlbach erahnten Unterschiede zwischen Sportlern und Nichtsportlern jedoch für einige der untersuchten Parameter bestätigt werden. Der beschleunigte Rückgang bei Sportlern

im hohen Erwachsenenalter geht jedoch immer mit einem verringerten linearen Rückgang einher. Zunächst werden die Unterschiede zwischen Sportlern und Nichtsportlern im mittleren Erwachsenenalter größer, um dann im hohen Alter wieder kleiner zu werden. Mit dem vierten Messzeitpunkt sind Daten von bis zu 77-jährigen Personen in die Analysen eingeflossen, anhand derer sich dieser Effekt nun erstmals an Daten der Bad Schönborn Studie beobachten lässt.

Ein beschleunigter Rückgang der mLf bei Sportlern im hohen Erwachsenenalter klingt zunächst widersprüchlich, zeigt sich jedoch in einigen Studien die eine breite Altersspanne untersuchen (Last & Weisser, 2015).

Tittlbach findet lediglich bei der Beweglichkeit geschlechtsspezifische Unterschiede in der Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit (Tittlbach, 2002, S. 230), wohl aber bei allen motorischen Fähigkeiten Unterschiede im durchschnittlichen Niveau (Tittlbach, 2002, S. 230). Dieses Ergebnis kann anhand der vorliegenden Auswertung differenziert werden. Es konnten verschiedene geschlechtsspezifische Unterschiede in Abhängigkeit der motorischen Fähigkeit und der sportlichen Aktivität gefunden werden. Woll untersuchte im Jahr 2006 noch weitere soziodemographische Determinanten. Er fand mit dem Alter, Geschlecht und dem sozialen Status signifikante Prädiktoren für das Niveau der körperlichen Leistungsfähigkeit in Form eines Fitness-Gesamtindex (Woll, 2006, S. 242f). Außerdem konnte Woll zeigen, dass Personen der Unterschicht besonders stark vom Rückgang der mLf mit dem Alter betroffen sind. Die vorliegenden Analysen konnten diesen Umstand nur für die Krafftähigkeit bestätigen. Hier zeigt eine signifikante positive Interaktion zwischen Alter und sozialem Status, dass Personen aus höheren Schichten langsamere Rückgänge verzeichnen. Bei den koordinativen Fähigkeiten, der Beweglichkeit und der Ausdauer wurden zwar deutliche Unterschiede im Niveau, jedoch keine linear oder quadratisch modellierbaren unterschiedlichen Entwicklungen zwischen den sozialen Schichten festgestellt.

Hinsichtlich des Effekts des Ausmaßes der körperlichen Aktivität auf die mLf findet Tittlbach keine signifikanten Einflüsse von sportlicher Aktivität im Ausmaß von mindestens einer Stunde pro Woche auf die Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit (Tittlbach, 2002, S. 231). Woll fand in seinen Analysen ebenfalls keinen Einfluss von sportlicher Aktivität im Umfang von einer Stunde pro Woche bzw. mindestens 390 kcal pro Woche auf die Entwicklung eines Gesamtindex der körperlichen

Leistungsfähigkeit (Woll, 2006, S. 244) und lediglich stabile Unterschiede zwischen Sportlern und Nichtsportlern. Auch differenzierte Analysen auf der Ebene einzelner Testitems ergaben keine unterschiedlichen Entwicklungsverläufe zwischen Sportlern und Nichtsportlern (Woll, 2006, S. 245ff). Zum einen ist dieser Umstand sicherlich auf die varianzanalytische Analyse von lediglich zwei Messzeitpunkten zurückzuführen, zum anderen auf die Operationalisierung der körperlichen Aktivität. Tittlbach fordert in ihrem Ausblick „Analysen mit differenzierten Aktivitätsindizes im sportlichen Kontext“ (Tittlbach, 2002, S. 231). Außerdem ist „der Einfluß von körperlicher Aktivität in Freizeit und Beruf auf die Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit zu analysieren“ (Tittlbach, 2002, S. 231). Ferner sind „Längsschnittstudien mit einer längeren Laufzeit und mehreren Meßzeitpunkten notwendig“ (Tittlbach, 2002, S. 231). All diesen Anforderungen wird die vorliegende Auswertung gerecht. Es konnte gezeigt werden, dass sich anhand der Daten von nunmehr vier Messzeitpunkten und der hierarchischen linearen Modellierung auf Personenebene durchaus differenzierte Effekte von körperlicher Aktivität auf die Entwicklung der mLf und Parameter der Gesundheit zeigen lassen. Ähnliche Effekte ließen sich erstmals anhand der Daten der ersten drei Messzeitpunkte nachweisen (Tittlbach, Bös, Woll, Jekauc & Dugandzic, 2005). Über die Einteilung der Stichprobe in Sportler, Nichtsportler, Sportanfänger und Sportaussteiger konnten von Tittlbach und Kollegen anhand von drei Messzeitpunkten auch varianzanalytisch Effekte der sportlichen Aktivität auf die Entwicklung der mLf und die subjektive Gesundheit gefunden werden (2005). Dabei wiesen die Sportaussteiger die größten Rückgänge auf. Diese Ergebnisse konnten in der vorliegenden Auswertung bestätigt werden und anhand der Daten zum Ausmaß und Art der Aktivität noch weiter differenziert werden.

Einflüsse von soziodemographischen Determinanten und der sportlichen Aktivität auf die objektive Gesundheit (Arzteinschätzung) konnten anhand der varianzanalytischen Auswertungen im Jahr 2005 nicht gefunden werden. Es zeigte sich nur deskriptiv, nicht jedoch statistisch signifikant, dass Sportabbrecher die größte Zahl an gesundheitlichen Einschränkungen aufwiesen. Woll (2006) fand mit dem Alter, dem Geschlecht und dem sozialen Status signifikante Einflussgrößen auf das Niveau der gesundheitlichen Einschränkungen. Einflüsse auf deren Entwicklungen wurden bei Woll jedoch nicht signifikant (2006, S. 245). Effekte des Sporttreibens und des Ausmaßes der WRA auf die Entwicklung der gesundheitlichen Einschränkungen zeigten sich erst in der vorliegenden Arbeit.

Zusammenfassend zeigen die gefundenen Ergebnisse, dass die Qualität der Aussagen über die Lebensspanne anhand der Daten des Projekts Gesundheit zum Mitmachen durch das Hinzufügen weiterer Messzeitpunkte deutlich angestiegen ist. Allerdings steigt damit auch die Komplexität des Datensatzes, zum einen aufgrund unterschiedlicher Zeiträume zwischen den Messzeitpunkten, zum anderen aufgrund verschiedener Formen von Item- und Unit-Nonresponse. Durch die Verwendung adäquater statistischer Verfahren kann diesen Problemen jedoch begegnet werden und es zeigte sich, dass sich die HLM-Methode für Analysen am Datensatz des Projekts eignet.

9.6 Schwächen und zukünftige Studien

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass sich die komplizierten Zusammenhänge zwischen dem Aktivitätsverhalten und Parametern der Gesundheit und mLf in beobachtenden Längsschnittstudien durchaus aufzeigen und beschreiben lassen, wenn sowohl bei der Erhebung der Daten, als auch bei der Auswertungsmethodik einige wichtige Aspekte beachtet werden. Trotzdem bleiben in jeder Untersuchung Faktoren, die die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse einschränken. Im Folgenden werden die bei der Entstehung dieser Arbeit aufgetretenen Probleme und deren Lösungsansätze zusammengefasst.

Drop Out

Stellt man Entwicklungsverläufe anhand von Längsschnittdaten dar, so verursacht der Selektionseffekt bei Wiederteilnehmenden Verzerrungen in den Ergebnissen, die in ihrer Höhe von den Drop-Out-Raten und deren Gründen abhängen (Jekauc et al., 2012). Der Stichprobenpflege sollte deshalb stets ein hoher Stellenwert zugesprochen werden. Zusätzlich ist es ratsam, eine Gewichtung der Daten zu diskutieren, wenn starke Selektionseffekte auftreten. Bezüglich der Bad Schönborn Studie bedeutet dies, dass eine Längsschnittgewichtung der Daten zu empfehlen ist, sofern die Entwicklung einer einzelnen Kohorte analysiert wird.

Bei longitudinalen Studien mit mehr als zwei Messzeitpunkten empfiehlt sich außerdem ein statistischer Ansatz, der nicht auf vollständige Datensätze aller Teilnehmer angewiesen ist. Eine alternative Vorgehensweise ist das Ersetzen der fehlenden Werte, was jedoch zu fehlerhaft geschätzten Konfidenzintervallen und p-Werten führen kann, da viele der im Anschluss eingesetzten Methoden die geschätzten Werte als reale Daten behandeln (Jekauc, 2009; Jekauc et al. 2012). Der Ansatz der hierar-

chischen Modellierung auf Personenebene hat sich in der vorliegenden Studie bewährt, um Zusammenhänge zwischen dem Aktivitätsverhalten und den untersuchten Parametern der mLf und Gesundheit aufzudecken. Die HLM-Methode hat im Gegensatz zu einer Varianz- oder Pfadanalytischen Auswertung den Vorteil, nicht auf vollständige Daten jeder Person angewiesen zu sein und greift damit auf alle vorhandenen Daten zu ohne fehlende Daten explizit zu schätzen. Andererseits ermöglichen messzeitpunktunabhängige Analysen, die Effekte von Drop-Out-Verzerrungen auf die Ergebnisse zu minimieren, was sich in Arbeiten zum vorliegenden Datensatz zeigen ließ (Mayer, 2015). Zusammenfassend zeigten Analysen zur Drop-Out-Problematik (vgl. Kapitel 5.3), dass Drop-Out-Effekte zwar vorhanden, jedoch mit der HLM als Auswertungsmethode nicht sehr stark ausgeprägt sind. Eine ausführliche Beschreibung der Unterschiede zwischen Personen, die nicht mehr zur Untersuchung erschienen, und Respondern findet sich bei Mayer (2015).

Repräsentativität (initiale Response)

Neben Drop-Out Verzerrungen führt auch das initiale Responseverhalten der eingeladenen Teilnehmer zu möglichen Verzerrungen hinsichtlich der Prävalenz bzw. der Ausprägung der zu untersuchenden Parameter. Aus diesem Grund ist es extrem wichtig, die Responserate durch eine durchdachte Stichprobenpflege stets so hoch wie möglich zu halten. Obwohl Telefoninterviews und Recherchen zu den Messzeitpunkten 1992 und 1997 zum Ergebnis kamen, dass die Stichprobe hinsichtlich soziodemographischer Variablen nur beim Migrationshintergrund verzerrt ist, ist nicht auszuschließen, dass eher sportinteressierte und gesundheitsbewusste Personen an der Untersuchung teilnahmen. Da Personen jedoch nicht dazu gezwungen werden können, Informationen über ihre Nichtteilnahme preiszugeben, können die möglicherweise aufgetretenen Effekte nur anhand von ähnlichen Studien bzw. anhand von Plausibilität abgeschätzt werden. Es zeigten sich hinsichtlich verschiedener Markerparameter wie Sporttreiben oder Übergewichtsprävalenz keine auffallenden Unterschiede zur großen nationalen Gesundheitsuntersuchung DEGS des Robert Koch Instituts. Außerdem spricht die hohe Anzahl an Personen mit gesundheitlichen Einschränkungen in späteren Messzeitpunkten dafür, dass die Untersuchung nicht nur für sportlich fitte, sondern auch aufgrund der umfassenden ärztlichen Betreuung für gesundheitlich angeschlagene Personen attraktiv ist. Dieser Eindruck bestätigte sich in der Feldphase des fünften Messzeitpunkts im Jahr 2015.

Der Beobachtungseffekt

In Studien, bei denen Personen befragt oder getestet werden, ist es nicht möglich, einen Einfluss der Studie auf das erhobene oder zukünftige Verhalten der Personen vollständig auszuschließen. Personen im mittleren und hohen Erwachsenenalter spiegeln eine Zielgruppe für die Sportart Walking wieder, die mit Initiierung des Projektes in Bad Schönborn stark beworben und gefördert wurde. Es spricht viel dafür, dass die Bad Schönborner Bevölkerung und insbesondere die Studienteilnehmer im Zuge des Projektes und aufgrund lokaler Aktivitäten wie dem Bewerben der Sportart Walking aktiver wurden und damit nicht mehr repräsentativ für die gesamtdeutsche Bevölkerung sind. Ein Beobachtungseffekt durch die Sensibilisierung für die eigene Aktivität, Fitness und Gesundheit ist ebenfalls nicht auszuschließen. Diese Effekte beeinflussen zwar die gefundenen Entwicklungen der körperlichen Aktivität im Lebensalter, sie beeinflussen jedoch nicht direkt die gefundenen Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und den untersuchten Parametern der mLf und Gesundheit. Beispielsweise bleiben Unterschiede zwischen Sportlern und Nichtsportlern durch diese Effekte unverzerrt, da zwar möglicherweise weniger Nichtsportler in der Stichprobe vorhanden sind, die Unterschiede jedoch anhand der vorhandenen Nichtsportler durchaus korrekt geschätzt werden können. Es ist allerdings möglich, dass die allgemeinen Verlustraten der mLf und Parameter der Gesundheit in den Ergebnissen dieser Studie aufgrund einer erhöhten Zahl von Sportlern und gesunden Personen unterschätzt wurden.

Operationalisierung der Konstrukte

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass eine differenzierte Betrachtung der körperlichen Aktivität notwendig ist, um auftretende Effekte korrekt zu schätzen. Eine Gewichtung der Aktivitäten anhand ihrer Intensität ist ratsam, eine Berechnung der verbrauchten Kalorien anhand des Körpergewichts der Probanden jedoch nicht (vgl. Tabelle 21 und deren Diskussion).

Die vorliegende Auswertung hat außerdem gezeigt, dass sowohl das Geschlecht als auch der soziale Status einen Einfluss auf den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der mLf und Parametern der Gesundheit besitzen. Es ist darauf zu achten, diese personenspezifischen Merkmale in Analysen zu kontrollieren.

Die Auswahl der Testitems zur Erfassung der mLf und Gesundheit wurde in vorangegangenen Arbeiten umfassend diskutiert (Woll, 1995, Tittlbach, 2005, Woll, 2006,

Jekauc, 2009). Eine möglicherweise bedeutsame Limitation der Ergebnisse stellt dabei die Erfassung der Ausdauer anhand des Walking-Tests dar. Es handelt sich dabei um einen Test, bei dem die erzielte Ausbelastung stark von der Motivation, den Instruktionen und letztendlich auch von der Walking-Technik der Teilnehmenden abhängt. Beispielsweise könnte ein stärker ausgeprägter Ehrgeiz der sporttreibenden Männer, einen Geschlechter- oder Aktivitätseffekt auf die Ausdauer vortäuschen. Allerdings sprechen Validierungsstudien (Laukkanen, 1993; Suni, 2000; Kolb, 2000) und nicht zuletzt die Plausibilität der gefundenen Ergebnisse (starker Rückgang der Ausdauerleistung mit dem Alter) dafür, dass der Test trotz motivationalem Aspekt zu einer validen Bestimmung der Ausdauer führt.

Eine weitere mögliche Limitierung der Erfassung der Entwicklung der mLf stellen die natürlichen Nullpunkte einiger Testitems wie Liegestütz oder Sit-Ups dar. Um die Entwicklung der mLf auch im hohen Alter valide zu erfassen, müssen für zukünftige Messzeitpunkte Wege gefunden werden, die Skalen nach unten hin zu erweitern, bzw. die Trennschärfe im unteren Bereich zu erhöhen. Eine Person mit der Leistung 0 Sit-Ups, 0 Liegestütze, 0cm Sprunghöhe beim Jump and Reach und 0kg Hand-Grip erhält aktuell den theoretischen Z-Wert der Kraft von 46,38, was damit die untere Grenze der Skala darstellt. Eine vom Autor dieser Arbeit betreute Abschlussarbeit untersuchte anhand der Daten des vierten Messzeitpunkts (2010), ob solche Decken- bzw. Bodeneffekte bereits aufgetreten sind. Die Analysen führten zu dem Ergebnis, dass dies bisher nicht der Fall war und auch für den Messzeitpunkt 2015 keine entscheidende Rolle spielen wird. Für noch spätere Messzeitpunkte sind diese Bodeneffekte der natürlichen Grenzen jedoch wahrscheinlich (Ilg, 2015).

Subjektive Erfassung der Aktivität

Die Ergebnisse der Studie zeigten unter anderem, dass die Häufigkeit der Angaben von anstrengender Freizeitaktivität mit dem Alter ansteigen. Das Heranziehen von subjektiven Angaben zur Intensität der durchgeführten Aktivität führt zu einer Quantifizierung der Aktivität, die nicht anhand der tatsächlich geleisteten Arbeit, sondern der individuellen Intensitätsempfindung vollzogen wird. So kann die gleiche Freizeitaktivität für eine Person im Alter von 30 Jahren als leicht und im Alter von 60 Jahren als schwer empfunden werden. Die berechneten MET-Stunden würden sich unterscheiden, obwohl die gleiche Aktivität ausgeführt wird. Dieser Effekt ist jedoch nicht per se unerwünscht. Adaptationseffekte, die zu einer höheren mLf führen oder die Gesund-

heit positiv beeinflussen, sind allgemein nicht von der geleisteten Arbeit, sondern von der individuellen Intensität abhängig. Beispielsweise muss ein Training zur Verbesserung der Ausdauer mit Mitte 20 deutlich intensiver gestaltet werden als mit Mitte 60, um prozentual vergleichbare Leistungssteigerungen zu erzielen. Während dieser Effekt bei der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen körperlicher Aktivität und den untersuchten Parametern der mLf und Gesundheit nicht zwangsläufig zu fehlerhaften Ergebnissen führt, muss er bei der Interpretation der Entwicklung des Aktivitätsverhaltens beachtet werden.

Allgemein herrscht in der Literatur ein reger Disput über die Vor- und Nachteile einer subjektiven gegenüber einer objektiven Aktivitätserfassung (vgl. z.B. Blair & Haskel, 2006; Colley et al., 2011). Während subjektive Methoden einem Erinnerungs-Bias unterliegen und ein sozial erwünschtes Antwortverhalten häufig zur Überschätzung des Aktivitätsniveaus führt, ist es ausschließlich mit der subjektiven Erfassung der Aktivität möglich, retrospektiv Daten über das Aktivitätsverhalten zu generieren. Objektive Erfassungsmethoden beziehen sich immer auf einen definierten Zeitraum, wobei häufig nicht ausgeschlossen werden kann, dass ein Beobachtungseffekt, beispielsweise durch das Tragen eines Akzelerometers, hervorgerufen wird. Außerdem ist es technisch derzeit noch nicht möglich, valide Daten zur Aktivitätsart mit objektiven Erfassungsmethoden zu erlangen. Will man die Aktivität in verschiedene Settings bzw. Motive differenzieren, ist ein zusätzliches Aktivitätstagebuch notwendig. Auf Basis des aktuellen Forschungs- und Entwicklungsstands sind objektive Erfassungsmethoden vor allem zur Quantifizierung von Veränderungen im Aktivitätsverhalten, beispielsweise beim Einsatz von Aktivitätsintervention wie bei der Studie von Ross und Kollegen (2000), zu empfehlen. Subjektive Methoden eignen sich dagegen für den Einsatz bei großen Studienkollektiven zur Erfassung von Aktivitätsbiographien und dem habituellen Aktivitätsverhalten.

10 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel der Arbeit war es, die Entwicklung der Aktivität, motorischen Leistungsfähigkeit und Gesundheit im Erwachsenenalter anhand der Längsschnittdaten des Projekts Gesundheit zum Mitmachen aus den Jahren 1992-2010 darzustellen und signifikante Prädiktoren zu ermitteln. Durch das Analysieren von nunmehr vier Messzeitpunkten und der hierarchischen regressionsanalytische Modellierung der Entwicklungsverläufe konnten bisherige Ergebnisse der Studie abgesichert, erweitert und in einigen Fällen differenziert werden.

Die gefundenen Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität und der mLf und Gesundheit verdeutlichen die Wichtigkeit eines aktiven Lebensstils im mittleren und hohen Erwachsenenalter. Darüber hinaus zeigen die Betrachtungen der verschiedenen Prädiktoren und deren Interaktionen im Zusammenspiel zwischen körperlicher Aktivität und mLf und Gesundheit die Relevanz von qualitativ hochwertigen Interventionen und Empfehlungen, die einerseits auf die unterschiedlichen Bedürfnisse einzelner Personengruppen eingehen (z.B. Beweglichkeitstraining bei Männern, Koordinationstraining bei Frauen), und andererseits eine trainingswirksame Reizschwelle erreichen (z.B. Krafftähigkeit bei Frauen). Eine differenzierte Betrachtung der körperlichen Aktivität zeigte außerdem bedeutsame Unterschiede in den Zusammenhängen verschiedener Aktivitätsarten mit der Gesundheit und mLf.

Das Auffinden eines beschleunigten Rückgangs der mLf von Sportlern in einigen der untersuchten Dimensionen zeigt gleichzeitig die Grenzen eines sportlich aktiven Lebensstils auf. Auch sportlich aktive Personen sind nicht gegen die genetisch und exogen bedingten Verluste an der Leistungsreservegrenze immun. Ein aktiver Lebensstil hilft jedoch, die körperliche Leistungsfähigkeit über der von gleichaltrigen Inaktiven zu halten und wirkt sich damit sowohl direkt auf die Lebensqualität als auch indirekt in Form eines Schutzfaktors vor Unfällen wie Stürzen aus (Newman, et al., 2001; Morley, 2003).

In zukünftigen Studien sollte insbesondere die im Zuge dieser Arbeit gewonnene Erkenntnis über die Wichtigkeit der differenzierten Erfassung der körperlichen Aktivität genutzt werden, beispielsweise um weitere Parameter der Gesundheit und Konstitution zu untersuchen oder um theoretische Modelle des Zusammenhangs zwischen Gesundheit, mLf und Aktivität empirisch zu überprüfen.

Literatur

- Ahmed, H. M., Blaha, M. J., Nasir, K., Rivera, J. J. & Blumenthal, R. S. (2012). Effects of Physical Activity on Cardiovascular Disease. *The American Journal of Cardiology*, 109 (2), 288-295.
- Ainsworth, B. E., Haskel, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Tudor-Locke, C. et al. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: A Second Update of Codes and MET Values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43, 1575-1581.
- Alahmadi, M. A., Hills, A. P., King, N. A. & Byrne, N. M. (2011). Exercise intensity influences nonexercise activity thermogenesis in overweight and obese adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 43, 624-631.
- Anthony, K., Robinson, K., Logan, P., Gordon, A. L., Harwood, R. H. & Masud, T. (2013). Chair-Based Exercise for Frail Older People: A Systematic Review. *BioMed Research International*. Online veröffentlicht.
- Anton, S. D., Woods, A. J., Ashizawa, T., Barb, D., Buford, T. W., Carter, C. S. et al. (2015). Successful aging: Advancing the science of physical independence in older adults. *Ageing research reviews*, 24, 304-327.
- Antonovsky, A. (1979). *Health, stress and coping. New perspectives on mental and physical well-being*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Antonovsky, A. (1987). *Unraveling the mystery of health. How people manage stress and stay well*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Antonovsky, A. (1997). *Salutogenese. Zur Entmystifizierung der Gesundheit*. Deutsche Herausgabe von Alexa Franke. Tübingen: dgvt-Verlag.
- Astrand, P. O. & Rhyning, I. (1954). A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *Journal of Applied Physiology*, 7, 218-221.
- Balboa-Castillo, T., Leon-Munoz, L. M., Graciani, A., Rodriguez-Artalejo, F. & Guallar-Castillon, P. (2011). Longitudinal association of physical activity and sedentary behavior during leisure time with health-related quality of life in community-dwelling older adults. *Health Quality of Life Outcomes*, 47 (9).
- Baltes, M. M. & Baltes, P. B. (1986). *The Psychology of Control and Aging*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Baltes, P. B. (1987). Theoretical Propositions of life-span developmental psychology: On the dynamics between growth and decline. *Developmental Psychology*, 23 (5), 611-626.
- Baltes, P. B. (1990). Entwicklungspsychologie der Lebensspanne: Theoretische Leitsätze. *Psychologische Rundschau*, 41, 1-24.
- Baltes, P. B. & Baltes, M. M. (1989). Optimierung durch Selektion und Kompensation. Ein psychologisches Modell erfolgreichen Alterns. *Zeitschrift für Pädagogik*, 35, 85-105.
- Barlow, M. A., Wrosch, C., Heckhausen, J. & Schulz, R. (2016). *Control strategies for managing physical health problems in old age: Evidence for the motivational theory of life-span development*. In: Perceived control: Theory, research, and practice in the first 50 years. Oxford University Press (In Press).

- Becker, P., Bös, K. & Woll, A. (1994). Ein Anforderungs-Ressourcen-Modell der körperlichen Gesundheit: Pfadanalytische Überprüfung. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie*, 1, 25-48.
- Becker, P., Schulz, P. & Schlotz, W. (2004). Persönlichkeit, chronischer Stress und körperliche Gesundheit: Eine prospektive Studie zur Überprüfung eines systemischen Anforderungs-Ressourcen-Modells. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie*, 12, 11-23.
- Becker, S. (2011). *Sport zur Gesundheitsförderung oder treiben nur Gesunde Sport? Eine empirische Längsschnittstudie*. Heidelberg: VS-Verlag.
- Beenackers, M. A., Kamphuis, C. B. M., Giskes, K., Brug, J., Kunst, A. E., Burdorf, A. et al. (2012). Socioeconomic inequalities in occupational, leisure-time and transport related physical activity among European adults: A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 116 (9).
- Bell, G. J., Syrotuik, D., Socha, T., Maclean, I. & Quinney, H. A. (1997). Effect of strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. *Journal for Strength and Condition Research*, 11, 57-64.
- Bengtsson, C., Gredmark, T., Hallberg, L., Hallstrom, T., Isaksson, B., Lapidus, L. et al. (1997). The population study of women in Gothenburg 1980-81. The third phase of a longitudinal study: Comparison between participants and non-participants. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17, 141-145.
- Bergamin, M., Zanuso, S., Alvar, B. A., Ermolao, A. & Zaccaria, M. (2012). Is water-based exercise training sufficient to improve Physical fitness in the elderly? *Eur Rev Aging Phys Act*, 9, 129-141.
- Berk, D. R., Hubert, H. B. & Fries, J. F. (2006). Associations of Changes in Exercise Level With Subsequent Disability Among Seniors: A 16-Year Longitudinal Study. *Journal of Gerontology*, 61A, 97-102.
- Blair, S. N. & Haskel, W. L. (2006). Objectively Measured Physical Activity and Mortality in Older Adults. *Journal of the American Medical Association*, 296, 216-218.
- Blair, S. N., LaMonte, M. J. & Nichaman, M. Z. (2004). The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *American Journal for clinical nutrition*, 79, 913-929.
- Blankevoort, C. G., van Heuvelen, M. J. G., Boersma, F., Luning, H., de Jong, J. & Scherder, E. J. A. (2010). Review of Effect of Physical Activity on Strength, Balance, Mobility and ADL Performance in Elderly Subjects with Dementia. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 30, 392-402.
- Bonadt, K. (2016). *Sport, Fitness und Metabolisches Syndrom: epidemiologische Zusammenhänge* (Reihe: Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport 189). Schorndorf: Hofmann.
- Bös, K. (1994). Differentielle Aspekte der Entwicklung motorischer Fähigkeiten. In J. Baur, K. Bös & R. Singer (Hrsg.), *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch* (S. 238-254). Schorndorf: Hofmann.
- Bös, K. & Gröben, F. (1993). Sport und Gesundheit. *Sportpsychologie*, 1, 9-16.

- Bös, K. & Mechling, H. (1983). *Dimensionen sportmotorischer Leistungen*. Schorndorf: Hofmann.
- Bös, K., Krug, S. & Schmidt, S. (2010). Waren Kinder früher aktiver? Eine retrospektive Befragung Erwachsener zu ihrem Bewegungsverhalten im Grundschulalter. *sportunterricht*, 60 (2), 43-48.
- Bös, K. & Woll, A. (1993). *FINGER: FINish-GERman Study on Physical Activity, Fitness and Health*. Frankfurt: Eigenverlag.
- Bös, K., Worth, A., Opper, E., Oberger, J. & Woll, A. (Hrsg.) (2009). *Das Motorik-Modul: Motorische Leistungsfähigkeit und körperlich-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland*. Baden-Baden: Nomos Verlag.
- Bouchard, C., Shephard, R. J. & Stephens, T. (1994). In R.K.Dishman, J. F. Sallis, C. Bouchard, R. J. Shephard & T. Stephens (Hrsg.), *Physical activity, fitness, and health: International proceedings and consensus statement* (pp. 214-238). Champaign: Human Kinetics Publishers.
- Bouchard, C., Blair, S. N. & Haskell, W. L. (Hrsg.) (2007). *Physical Activity and Health*. Champaign: Human Kinetics.
- Brochu, M., Starling, R. D., Ades, P. A. & Poehlman, E. T. (1999). Are aerobically fit older individuals more physically active in their free-living time? A doubly labeled water approach. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 84, 3872-3876.
- Buchman, A. S., Wilson, R., Boyle, P., Tang, Y., Fleischman, D. & Bennett, D. (2007). Physical activity and leg strength predict decline in mobility performance in older persons. *American Journal of Preventive Medicine*, 25, 129-136.
- Buford, T. W., Anton, S. D., Clark, D. J., Higgins, T. J. & Cooke, M. B. (2014). Optimizing the Benefits of Exercise on Physical Function in Older Adults. *Journal of Injury, Function and Rehabilitation*, 6, 528-543.
- Butt, D. S. & Beiser, M. (1987). Successful Aging. A Theme for International Psychology. *Psychology and Aging*, 2, 87-94.
- Cadore, E. L., Pinto, R. S., Bottaro, M. & Izquierdo, M. (2014). Strength and Endurance Training Prescription in Healthy and Frail Elderly. *Aging and Disease*, 5 (3), 183-195.
- Campbell, A. J., Robertson, M. C., Gardner, M. M., Norton, R. N. & Buchner, D. M. (1999). Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age Ageing*, 28, 513-518.
- Carels, R. A., Coit, C., Young, K. & Berger, B. (2007). Exercise makes you feel good, but does feeling good make you exercise? An examination of obese dieters. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29, 706-722.
- Carroll, J. F., Pollock, M. L., Graves, J. E., Leggett, S. H., Spitler, D. L. & Lowenthal, D. T. (1992). Incidence of Injury During Moderate- and High-Intensity Walking Training in the Elderly. *Journal of Gerontology*, 47 (3), M61-M66.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. & Christenson, G. M. (1985). Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Reports*, 100 (2), 126-131.

- Chapman, J. A., Kirkness, E. F., Simakov, O., Hampson, S. E., Mitros, T., Weinmaier, T. et al. (2010). The dynamic genome of Hydra. *Nature*, 464, 592-596.
- Chase, J.-A. & Conn, V. S. (2014). Meta-Analysis of Fitness Outcomes from Motivational Physical Activity Interventions. *Nursing Research*, 62 (5), 294-304.
- Cheng, S.-J., Yu, H.-K., Chen, Y.-C., Chen, C.-Y., Lien, W.-C., Yang, P.-Y. et al. (2013). Physical Activity and Risk of Cardiovascular Disease Among Older Adults. *International Journal of Gerontology*, 7, 133-136.
- Chou, C.-H., Hwang, C.-L. & Wu, Y.-T. (2012). Effect of Exercise on Physical Function, Daily Living Activities, and Quality of Life in the Frail Older Adults: A Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93, 237-244.
- Colley, R. C., Garriguet, D., Janssen, I., Craig, C. L., Clarke, J. & Tremblay, M. S. (2011). Physical activity of Canadian adults: Accelerometer results from the 2007 to 2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Reports*, 22 (1).
- Colley, R. C., Hills, A. P., King, N. A. & Byrne, N. M. (2010). Exercise-induced energy expenditure: Implications for exercise prescription and obesity. *Patient Education and Counseling*, 79, 327-332.
- Conzelmann, A. (1994). Entwicklung der Ausdauer. In J. Baur, K. Bös & R. Singer (Hrsg.), *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch* (S. 151-180). Schorndorf: Verlag Karl Hofmann.
- Conzelmann, A. (1997). *Entwicklung der konditionellen Fähigkeiten im Erwachsenenalter*. Schorndorf: Hofmann.
- Conzelmann, A. & Blank, M. (2009). Entwicklung der Ausdauer. In J. Baur, K. Bös & R. Singer (Hrsg.), *Handbuch motorische Entwicklung* (2. Aufl., S. 167-186). Schornforf: Hofmann
- Cordain, L., Gotshall, R. W. & Eaton, S. B. (1998). Physical activity, energy expenditure and fitness: an evolutionary perspective. *International Journal of Sports Medicine*, 19, 328-335.
- Crocker, T., Young, J., Forster, A., Brown, L., Ozer, S. & Greenwood, D. C. (2013). The effect of physical rehabilitation on activities of daily living in older residents of long-term care facilities: systematic review with meta-analysis. *Age Ageing*, 42, 682-688.
- Cunningham, D. A., Paterson, D. h., Himann, J. F. & Rechnitzer, P. A. (1993). Determinants of independence in the elderly. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 18 (3), 243-254.
- Curtis, H. J. (1968). *Das Altern*. Stuttgart: Klett.
- David, C. N. & Murphy, S. (1977). Characterization of interstitial stem cells in Hydra by cloning. *Developmental Biology*, 58, 372-383.
- Dawkins, R. (1978). *Das egoistische Gen*. Berlin: Springer Verlag.
- De Marees, H. & Mester, M. (1991). *Sportphysiologie, Band I*. Frankfurt am Main: Diesterweg.
- De Vries, N. M., van Ravensberg, C. D., Hobbelen, J. S. M., Olde Rikkert, M. G. M., Staal, J. B. & Nijhuis-van der Sanden, M. W. G. (2012). Effects of physical

- exercise therapy on mobility, physical functioning, physical activity and quality of life in community-dwelling older adults with impaired mobility, physical disability and/or multi-morbidity: A meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 11, 136-149.
- Dietz, W. H. & Robinson, T. N. (1998). Use of the body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents. *The journal of pediatrics*, 132 (2), 191-193.
- Dionne, I. J., Ades, P. A. & Poehlman, E. T. (2003). Impact of cardiovascular fitness and physical activity level on health outcomes in older persons. *Mechanisms of Ageing and Development*, 124, 259-267.
- Doherty, T. J. (2003). Invited review: aging and sarcopenia. *Journal of Applied Psychology*, 95 (4), 1717-1727.
- Dugas, L. R., Harders, R., Merrill, S., Ebersole, K., Shoham, D. A., et al. (2011). Energy expenditure in adults living in developing compared with industrialized countries: a meta-analysis of doubly labeled water studies. *American Journal for clinical nutrition*, 93, 427-441.
- Dvorak, R. V., Tchernof, A., Starling, R. D., Ades, P. A., DiPietro, L. & Poehlman, E. T. (2000). Respiratory fitness, free living physical activity, and cardiovascular disease risk in older individuals: a doubly labeled water study. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 85, 957-963.
- Eaton, S. B. & Eaton, S. B. (2003). An evolutionary perspective on human physical activity: implications for health. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 136, 153-159.
- Ekelund, U., Sepp, H., Brage, S. et al. (2006). Criterion-related validity of the last 7-day, short form of the International Physical Activity Questionnaire in Swedish adults. *Public Health Nutrition*, 9, 258-265.
- European Society of Cardiology (2016). 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *European Heart Journal*. doi:10.1093/eurheartj/ehw106
- Faulkner, J. A., Larkin, L. M., Clafin, D. R. & Brooks, S. V. (2007). Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 34 (11), 1091-1096.
- Ferreira, M. L., Sherrington, C., Smith, K., Carswell, P., Bell, R., Bell, M., et al. (2012). Physical activity improves strength, balance and endurance in adults aged 40-65 years: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 58, 145-156.
- Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J.E., et al. (2011). Sarcopenia: An Undiagnosed Condition in Older Adults. Current Consensus Definition: Prevalence, Etiology, and Consequences. International Working Group on Sarcopenia. *Journal of the American Medical Association*, 305 (4), 249-256.
- Forbes, S. C., Little, J. P. & Candow, D. G. (2012). Exercise and nutritional interventions for improving aging muscle health. *Endocrine*, 42, 29-38.
- Freiberger, E., de Vreede, P. & Schoene, D. (2012). Performance-based physical function in older community-dwelling persons: a systematic review of instruments. *Age Ageing*, 41, 712-721.

- Gault, M. L. & Willems, M. E. T. (2013). Aging, Functional Capacity and Eccentric Exercise Training. *Aging and Disease*, 4 (6), 351-363.
- Gesta, S., Tseng, Y. & Kahn, R. (2007). Developmental Origin of Fat: Tracking Obesity to Its Source. *Cell*, 131, 241-256.
- Giné-Garriga, M., Roqué-Fíguls, M. D., Coll-Planas, L., Sitjà-Rabert, M. & Salvà, A. (2014). Physical Exercise Interventions for Improving Performance-Based Measures of Physical Function in Community-Dwelling, Frail Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95, 753-769.
- Gobbo, S., Bergamin, M., Sieverdes, J. C., Ermolao, A. & Zaccaria, M. (2014). Effects of exercise on dual-task ability and balance in older adults: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 58, 177-187.
- Goran, M. I. & Poehlman, E. T. (1992). Endurance training does not enhance total energy expenditure in healthy older persons. *American Journal of Physiology*, 263, E950-E957.
- Goran, M. I., Reynolds, K. D. & Lindquist, C. H. (1999). Role of Physical Activity in the Prevention of Obesity in Children. *International Journal of Obesity*, 23, 18-33.
- Graff-Iversen, S., Gjesdal, K., Jugessur, A., Myrstad, M., Nystad, W., Selmer, R., et al. (2012). Atrial fibrillation, physical activity and endurance training. *Tidsskr Nor Legeforen*, 132 (3), 295-299.
- Greenspan, S. L., Myers, E. R., Maitland, L. A., Resnick, N. M. & Hyes, W. C. (1994). Fall severity and bone mineral density as risk factors for hip fracture in ambulatory elderly. *Journal of the American Medical Association*, 271, 128-133.
- Gu, M. O. & Conn, V. S. (2008). Meta-Analysis of the Effects of Exercise Interventions on Functional Status in Older Adults. *Research in Nursing & Health*, 31, 594-603.
- Gutiérrez-Fijisac, J. L., Guallar-Castillón, P., Díez-Ganán, L., López Garcia, E., Banegas, J. R. & Rodríguez Artalejo, F. (2002). Work-related physical activity is not associated with body mass index and obesity. *Obesity Research*, 10 (4), 270-276.
- Hallal, C. P., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., Ekelund, U., et al. (2012). Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, 380, 247-258.
- Halldin, M., Rosell, M., de Faire, U. & Hellénus, M. L. (2007). The metabolic syndrome: prevalence and association to leisure-time and work-related physical activity in 60-year-old men and women. *Nutrition, Medicine & Cardiovascular Disease*, 17, 349-357.
- Hansen, J. C., Gilman, A. P. & Odland, J. O. (2010). Is thermogenesis a significant causal factor in preventing the "globesity" epidemic? *Med Hyp* 75, 250-256.
- Hayflick, L. (1965). The limited in vitro lifetime of human diploid cell strains. *Experimental Cell Research*, 37, 614-636.
- Heuer, H. (1988). Motorikforschung zwischen Elfenbeinturm und Sportplatz. *dvs-Protokolle*, 31, 52-69.

- Higgins J. P. T. & Green, S. (Hrsg.) (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0*. The Cochrane Collaboration.
- Hill, A., Roberts, J., Ewings, P. & Gunnell, D. (1997). Non-response bias in a lifestyle survey. *Journal of Public Health Medicine*, 203-207.
- Hoebel, J., Finger, J. D., Kuntz, B. & Lampert, T. (2015). Sozioökonomische Unterschiede in der körperlich-sportlichen Aktivität von Erwerbstätigen im mittleren Lebensalter. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 59 (2), 188-196.
- Hradil, S. (1987). *Sozialstrukturanalyse in einer fortgeschrittenen Gesellschaft*. Opladen: Leske und Budrich.
- Hreljac, A. (2004). Impact and Overuse Injuries in Runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36 (5), 845-849.
- Huang, G., Gibson, C. A., Tran, V. Z. & Osness, W. H. (2005). Controlled Endurance Exercise Training and VO₂max Changes in Older Adults: A Meta-Analysis. *Preventive Cardiology*, 7, 217-225.
- Ingram, D. K. (2000). Age-related decline in physical activity: generalization to nonhumans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 1623-1628.
- Ilg, A. (2015). *Kritische Betrachtung der motorischen Testbatterie der Langzeitstudie Gesundheit zum Mitmachen in Bad Schönborn in Bezug auf das späte Erwachsenenalter*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie.
- Jekauc, D., Völkle, M., Lämmle, L. & Woll, A. (2012). Fehlende Werte in sportwissenschaftlichen Untersuchungen. Eine anwendungsorientierte Einführung in die multiple Imputation mit SPSS. *Sportwissenschaft*, 42 (2), 126-136.
- Jekauc, D. (2009). *Entwicklung und Stabilität der körperlich-sportlichen Aktivität im mittleren Erwachsenenalter - Eine prospektive Längsschnittstudie*. Unveröffentlichte Dissertation, Fachbereich Geschichte und Soziologie - Sportwissenschaften, Universität Konstanz.
- Jekauc, D. (2015). Enjoyment during exercise mediates the effects of an intervention on exercise adherence. *Psychology*, 6, 48-54.
- Jenike, M. R. (2001). Nutritional ecology: diet, physical activity and body size. In C. Panter-Brick, R. H. Layton & P. Rowley-Conwy (Eds.), *Hunter-Gatherers. An Interdisciplinary Perspective* (pp. 205-238). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Kamtsiuris, P., Lange, M., Hoffmann, R., Schaffrath Roasrio, A., Dahm, S., Kuhnert, R., et al. (2013). Die erste Welle der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). Stichprobendesign, Response, Gewichtung und Repräsentativität. *Bundesgesundheitsblatt*, 56, 620-630.
- Kanning, M., Ebner-Priemer, U., W. & Schlicht, W. M. (2013). How to investigate within-subject associations between physical activity and momentary affective states in everyday life: A position statement based on a literature overview. *Frontiers in Psychology*, 4, 187.
- Karlsson, M. K., Nordqvist, A. & Karlsson, C. (2008). Physical activity, muscle function, falls and fractures. *Food & Nutrition Research*, 1-7.

- Keysor, J. J. & Brems, A. (2011). Exercise: Necessary but not sufficient for improving function and preventing disability? *Current Opinion in Rheumatology*, 23, 211-218.
- Keysor, J. J. & Jette, A. M. (2001). Have We Oversold the Benefit of Late-Life Exercise? *Journal of Gerontology*, 56A, (7), M412-M423.
- Knoll, M. & Woll, A. (2008). *Sport und Gesundheit in der Lebensspanne*. Hamburg: Czwalina.
- Koeneman, M. A., Verheijden, M. W., Chinapaw, M. J. M. & Hopman-Rock, M. (2011). Determinants of physical activity and exercise in healthy older adults: A Systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 142 (8).
- Kohrt, W. M., Malley, M. T., Coggan A. R., et al. (1991). Effects of gender, age and fitness level on response of VO₂max to training in 60-71 year olds. *Journal of Applied Physiology*, 71, 2004-2011.
- Kolb, H. (2000). *Erfassung gesundheitsrelevanter Fitneß im Erwachsenenalter - Überprüfung einer Testbatterie hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit*. Unveröffentlichte Examensarbeit, Universität Karlsruhe.
- Kook-Hee, R. & Hyeoun-Ae, P. (2013). A Meta-analysis of the Effect of Walking Exercise on Lower Limb Muscle Endurance, Whole Body Endurance and Upper Body Flexibility in Elders. *J Korean Acad Nurs*, 43 (4), 536-546.
- Kostka, T., Bonnefoy, M., Arsac, L. M., Berthouze, S. E., Belli, A. & Lacour, J. R. (1997). Habitual physical activity and peak anaerobic power in elderly women. *European Journal of Applied Physiology*, 76, 81-87.
- Kriska, M. A. & Caspersen, C. J. (1997). Introduction to a Collection of Physical Activity Questionnaires. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29 (6), Supplement: 3-201.
- Krug, S., Jordan, S., Mensink, G. B. M., Müters, S., Finger, J. D. & Lampert, T. (2013). Körperliche Aktivität - Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt*, 56, 765-771.
- Lampert, T., Mensink, G., Romahn, N. & Woll, A. (2007). Körperlich-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 50, 634-642.
- Lampert, T., Kroll, L. E., von der Lippe, E., Müters, S. & Stolzenberg, H. (2013). Sozioökonomischer Status und Gesundheit. Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 50, 814-821.
- Lampert, T., Richter, M, Schneider, S., Spallek, J. & Dragano, N. (2016). Soziale Ungleichheit und Gesundheit. Stand und Perspektiven der sozioepidemiologischen Forschung in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 59, 153.
- Lämmle, L., Worth, A. & Bös, K. (2012). Socio-demographic correlates of physical activity and physical fitness in German children and adolescents. *The European Journal of Public Health*, 22 (6), 880-884.

- Lasst, J. & Weisser, B. (2015). Der Einfluss von moderater sportlicher Aktivität und Alter auf Kraft, Ausdauer und Gleichgewicht im Erwachsenenalter. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 66 (1), 5-11.
- Laukkanen, R. (1993). Development and Evaluation of a 2-km-Walking-Test for Assessing Maximal Aerobic Power of Adults in Field Conditions. *University Publications D. Medical Sciences*, 23.
- Lee, I.-M., Shiroma E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., Katzmarzyk, P. T. et al. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*, online veröffentlicht.
- Lee, I.-M. & Skerrett, P. J. (2001). Physical activity and all-cause mortality: what is the dose-response relation? *Medicine and Science in Sports and Exercise, Supplement*, S459-S471.
- Levine, J. A. (2007). Nonexercise activity thermogenesis - liberating the life-force. *Journal of Internal Medicine*, 262 (3), 273-287.
- Lindgren, M., Börjesson, M., Ekblom, Ö., Bergström, G., Lappas, G. & Rosengren, A. (2016). Physical activity pattern, cardiorespiratory fitness, and socioeconomic status in the SCAPIS pilot trial - A cross-sectional study. *Preventive Medicine Reports*, 4, 44-49.
- Lutz, W., Martinovich, Z. & Howard, K. I. (1999). Patient Profiling. An Application of Random Coefficient Regression Models to Depicting the Response of a Patient to Outpatient Psychotherapy. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 67 (4), 571-577.
- MacAuley, D. & Mc Crum, E. E. (1998). Levels of physical activity, physical fitness and their relationship in the Northern Ireland health and activity survey. *International Journal for Sports Medicine*, 19, 503-511.
- Manini, T. M., Everhart, J. E., Patel, K. V., Schoeller, D. A., Colbert, L. H., Vlsser, M., et al. (2006). Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *Journal of the American Medical Association*, 296, 171-179.
- Mayer, N. (2015). *Drop-Out-Analyse zum Projekt "Gesundheit zum Mitmachen". Eine statistische und empirische Untersuchung der Aussteiger*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie.
- Meinzer, A. (2014). *Zwei Seiten der Euro-Krise und ihre Auswege. Eine Analyse und Bewertung initiiertener Maßnahmen sowie Vorhaben zur Stabilisierung des europäischen Finanzmarktes (Reihe Gesellschaftswissenschaften)*. Saarbrücken: Akademiker Verlag.
- Mensink, G., Ziese, T. & Kok, F. (1999). Benefits of leisure-time physical activity on the cardiovascular risk profile at older age. *International Journal of Epidemiology*, 28, 659-666.
- Mensink, G. B. M. (1999). Körperliche Aktivität. *Gesundheitswesen* 61 (Sonderheft 2, S. 126-131). Stuttgart, Thieme.
- Mensink, G. B. M., Schienkiewitz, A., Haftenberger, M., Lampert, T., Ziese, T. & Scheidt-Nave, C. (2013). Übergewicht und Adipositas in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 56, 786-794.

- Metcalf, B. S., Hosking, J., Jeffrey, A. N., VOss, L. D., Henley, W. & Wilkin, T. J. (2011). Fatness leads to inactivity, but inactivity does not lead to fatness: a longitudinal study in children (EarlyBird 45). *Archives of Disease in Childhood*, 96 (10), 942-947.
- Miller, C. T., Fraser, S. F., Levinger, I., Straznicky, N. E., Dixon, J. B., Reynolds, J., et al. (2013). The Effects of Exercise Training in Addition to Energy Restriction on Functional Capacities and Body Composition in Obese Adults during Weight Loss: A Systematic Review. *PLOS ONE*, 8 (11), 1-13.
- Miller, J. K., Adair, B. S., Pearce, A. J., Said, C. M., Ozanne, E. & Morris, M. M. (2014). Effectiveness and feasibility of virtual reality and gaming-system use at home by older adults for enabling physical activity to improve health-related domains: a systematic review. *Age Ageing*, 43, 188-195.
- Morio, B., Montaurier, C. & Pickering, G. (1998). Effects of 14 weeks of progressive endurance training on energy expenditure in elderly people. *British Journal of Nutrition*, 80, 511-519.
- Morley, J. E. (2003). Anorexia and weight loss in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58 (2), 131-137.
- Morley, J. E., Thomas, D. R., et al. (2006). Cachexia: pathophysiology and clinical relevance. *American Journal for clinical nutrition*, 83 (4), 735-743.
- Morris, J. N., Clayton, D. G., Everitt, M. G., Semmence, A. M. & Burgess, E. H. (1990). Exercise in leisure time: coronary attack and death rates. *British Heart Journal*, 63, 325-334.
- Morris, J. N. & Crawford, M. D. (1958). Coronary heart disease and physical activity of work: evidence of a national necropsy survey. *British Medical Journal*, 20 (2), 1485-1496.
- Morris, J. N., Pollard, R., Everitt, M. G. & Chave, S. P. W. (1980). Vigorous exercise in leisure-time: protection against coronary heart disease. *Lancet*, 316, 1207-1210.
- Mulrow, C. D., Gerety, M. B., Kanten, D., Cornell, J. E., DeNino, L. A. & Chiodo, L. (1994). A randomized trial of physical rehabilitation for very frail nursing home residents. *Journal of the American Medical Association*, 271, 519-524.
- Napolitano, C. M. & Freund, A. M. (2016). Model of Selection, Optimization, and Compensation. *The Encyclopedia of Adulthood and Aging*. Online veröffentlicht. DOI:10.1002/9781118521373.wbeaa149
- Newman, A. B., Yanez, D., et al. (2001). Weight change in old age and its association with mortality. *Journal of the American Geriatric Society*, 49 (10), 1309-1318.
- Nezlek, J. B., Schröder-Abé, M. & Schütz, A. (2006). Mehrebenenanalysen in der psychologischen Forschung. Vorteile und Möglichkeiten der Mehrebenenmodellierung mit Zufallskoeffizienten. *Psychologische Rundschau*, 57 (4), 213-223.
- Nikander, R., Sievänen, H., Heinonen, A., Daly, R. M., Uusi-Rasi, K. & Kannus, P. (2010). Targeted exercise against osteoporosis: A systematic review and meta-analysis for optimising bone strength throughout life. *BMC Medicine*, 47 (8).

- O'Shea, S. D., Taylor, N. F. & Paratz, J. D. (2009). Progressive Resistance Exercise Improves Strength and May Improve Elements of Performance of Daily Activities for People with COPD. *Chest*, 136 (5), 1269-1283.
- Oja, P. (2001). Dose response between total volume of physical activity and health and fitness. *Medicine and Science in Sports and Exercise, Supplement*, S428-S437.
- Okonek, C. (2000). *Längsschnittdatenanalysen und Kausalmodelle zur sportlichen Leistungsentwicklung im Erwachsenenalter*. Unveröffentlichte Habilitationsschrift Universität Bonn.
- Paffenbarger, R. S. (1988). Contributions of epidemiology to exercise science and cardiovascular risk. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, 426-438.
- Paffenbarger, R. S., Hyde, R. T., Wing, A. L. & Hsieh, C.-C. (1986). Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *New England Journal for Medicine*, 314, 605-613.
- Paffenbarger, R. S., Hyde, R. T., Wing, A. L., Lee, I.-M., Jung, D. L. & Kampert, J. B. (1993). The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *New England Journal for Medicine*, 328, 538-545.
- Paffenbarger, R. S., Hyde, R. T., Wing, A. L. & Steinmetz, C. H. (1984). A natural history of athleticism and cardiovascular health. *Journal of the American Medical Association*, 252, 491-495.
- Paffenbarger, R. S., Wing, A. L. & Hyeoun-Ae, P. (1978). Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *American Journal of Epidemiology*, 108, 161-175.
- Pate, R. R., Pratt, M. & Blair, S. N. (1995). Physical activity and public health: A recommendation from the centers of disease control and prevention and the American College of Sports Medicine. *Journal of the American Medical Association*, 273 (5), 402-407.
- Paterson, D. h. & Warburton, D. E. R. (2010). Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines. *Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 38 (7).
- Pearl, R. (1924). *Studies in Human Biology*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Peterson, M. D., Rhea, M. R., Sen, A. & Gordon, P. M. (2010). Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 9, 226-237.
- Pfeifer, K., Banzer, W., Ferrari, N., Füzéki, W., Geidl, W., Graf, C., Hartung, V., Klamroth, S., Völker, K. & Vogt, L. (2016). Bewegungsempfehlungen für ältere Erwachsene. In A. Rütten & K. Pfeifer (Hrsg). *Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung* (S. 41-42). Erlangen-Nürnberg: FAU.
- Pontzer, H., Raichlen, D. A., Wood, B. M., Racette, S. B., Mabulla, A. Z. P. & Marlowe, F. W. (2012). Hunter-gatherer energetics and modern human obesity. *PLOS ONE*, 7.

- Porter, M. M., Vandervoort, A. A. & Lexell, J. (1995). Aging of human muscle: structure, function and adaptability. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 5 (3), 129-142.
- Purath, J., Buchholz, S. & Kark, D. (2009). Physical fitness assessment of community-dwelling older adults. *Journal of the American Academy of Nurse Practice*, 21 (2), 101-107.
- Robert Koch Institut (2012). *Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie Gesundheit in Deutschland aktuell 2010. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes*. Berlin: RKI.
- Rosengren, A., Wilhelmsen, L., Berglund, G. & Elmfeldt, D. (1987). Nonparticipants in a general population study of men, with special reference to social and alcoholic problems. *Acta Med Scand*, 221, 243-251.
- Ross, R., Dagnonge, D., Jones, P. J. H., Smith, H., Paddags, A., Hudson, R. et al. (2000). Reduction in Obesity and Related Comorbid Conditions after Diet-Induced Weight Loss or Exercise-Induced Weight Loss in Men. *Annals of Internal Medicine*, 133, 92-103.
- Roubenoff, R. & Hughes, V. A. (2000). Sarcopenia: current concepts. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 55 (12), M716-M724.
- Rzewnicki, R., Vanden Auweele, Y. & Bourdeaudhuij, I. (2003). Addressing overreporting on the international physical activity questionnaire (IPAQ) telephone survey with a population sample. *Public Health Nutrition*, 6, 299-305.
- Sallis, J. F. (2000). Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. *Medicine and Science in Sports and Exercise Symposium: Age-related decline in physical activity*, 1598-1600.
- Saris, W. H., Blair, S. N. & van Baak, M. A. (2003). How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obesity Review*, 4, 101-114.
- Sattelmair, J., Pertman, J. H. & Forman, D. E. (2009). Effects of Physical Activity on Cardiovascular and Noncardiovascular Outcomes in Older Adults. *Clinics in Geriatric Medicine*, 25, 677-702.
- Schäfer, H. & Blohmke, M. (1978). *Handbuch der Sozialmedizin*. Stuttgart.
- Schlicht, W. & Brand, R. (2007). *Körperliche Aktivität, Sport und Gesundheit. Eine interdisziplinäre Einführung*. Weinheim: Juventa.
- Schmidt, S., Krell, J., Bös, K. & Stahn, A. (2014). General Sports Participation rather than Amount or Intensity is Related to Body Composition among Healthy Adolescents. *International Journal of Sports Science*, 3, 217-223.
- Schmidtbleicher, D. (1994). Entwicklung der Kraft und der Schnelligkeit. In J. Baur, K. Bös & R. Singer (Eds.), *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch* (S. 129-150). Schorndorf: Hofmann.
- Schneider, S. & Becker, S. (2005). Sportaktivität in Deutschland - Ergebnisse des Bundesgesundheitsurvey zu sozialmedizinischen Korrelaten der Verhaltensprävention. *Arbeitsmedizin.Sozialmedizin.Umweltmedizin.*, 40 (11), 596-605.

- Shriver, T. C., Racine, N. M. & Schoeller, D. A. (2013). Energy Expenditure: Doubly Labeled Water. In B.Caballero (Ed.), *Encyclopedia of Human Nutrition* (pp. 164-169). Oxford: Elsevier.
- Simek, E. M., McPhate, L. & Haines, T. P. (2012). Adherence to and efficacy of home exercise programs to prevent falls: A systematic review and meta-analysis of the impact of exercise program characteristics. *Preventive Medicine, 55*, 262-275.
- Snyder, E. E., Walts, B., Perusse, L., Chagon, Y. C., Weisnagel, S. Y., Rankinen T. et al. (2004). The Human Obesity Gen Map: The 2003 update. *Obesity Research, 12*, 369-439.
- Starling, R. D., Toth, M. J., Carpenter, W. H., Matthews, D. E. & Poehlman, E. T. (1998). Energy requirements and physical activity in free-living older woman and men: a doubly labeled water study. *Journal of Applied Psychology, 85*, 1063-1069.
- Statistisches Bundesamt. (2006). Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Annahmen und Ergebnisse. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- Stehr, M. D. & von Lengerke, T. (2012). Preventing weight gain through exercise and physical activity in the elderly: A systematic review. *Maturitas, 72*, 13-22.
- Stene, G. B., Helbostad, J. L., Balstad, T. R., Riphagen, I. I., Kaasta, S. & Oldervoll, L. M. (2013). Effect of physical exercise on muscle mass and strength in cancer patients during treatment - A systematic review. *Critical Reviews in Oncology/Hematology, 88*, 573-593.
- Stephens, S. K., Cobiac, L. J. & Veerman, J. L. (2014). Improving diet and physical activity to reduce population prevalence of overweight and obesity: An overview of current evidence. *Preventive Medicine, 62*, 167-178.
- Suni, J. (2000). *Health-related Fitness Test Battery for Middle-aged Adults*. Jyväskylä: Jyväskylä University Printing House.
- Taraldsen, K., Chastin, S. F. M., Riphagen, I. I., Vereijken, B. & Helbostad, J. L. (2011). Physical activity monitoring by use of accelerometer-based body-worn sensors in older adults: A systematic literature review of current knowledge and applications. *Maturitas, 71* (1), 13-19.
- Teychenne, M., Ball, K. & Salmon, J. (2008). Physical activity and likelihood of depression in adults: A review. *Preventive Medicine, 46*, 397-411.
- The LIFE Study Investigators (2006). Effects of a Physical Activity Intervention on Measures of Physical Performance: Results of the Lifestyle Interventions and Independence for Elders Pilot (LIFE-P) Study. *Journal of Gerontology, 61A*, 1157-1165.
- Thefeld, W. & Stolzenberg, H. (1999). Bundes-Gesundheitsurvey: Response, Zusammensetzung der Teilnehmer und Non-Responder Analyse. *Gesundheitswesen, 61*, 57-61.
- Theimer, W. (1973). *Altern und Alter*. Stuttgart: Klett.
- Tinetti, M. E., Speechley, M. & Ginter, S. F. (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *New England Journal for Medicine, 319*, 1701-1707.

- Tittlbach, S. (2002). *Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit - Eine prospektive Längsschnittstudie mit Personen im mittleren und späteren Erwachsenenalter*. Schorndorf: Hofmann.
- Tittlbach, S., Bös, K., Woll, A., Jekauc, D. & Dugandzic, D. (2005). Nutzen von sportlicher Aktivität im Erwachsenenalter. Eine Längsschnittstudie über 10 Jahre. *Bundesgesundheitsblatt. Gesundheitsforschung. Gesundheitsschutz*, 28, 891-898.
- Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Masse, L. C., Tilert, T. & McDowell, M. (2008). Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40, 181-188.
- Tuero, C., de Paz, J. A. & Marquez, S. (2001). Relationship of measures of leisure time physical activity to physical fitness indicators in Spanish adults. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 62-67.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs (2011). *World Population Prospects: The 2010 Revision, Volume I: Comprehensive Tables*. New York: United Nations.
- Van Baak, M. A. (1999). Physical activity and energy balance. *Public Health Nutrition*, 2 (3a), 335-339.
- Villareal, D. T., Chode, S., Parimi, N., Sinacore, D. R. & Hilton, R. (2011). Weight loss, exercise, or both and physical function in obese older adults. *New England Journal for Medicine*, 364, 1218-1229.
- Vincent, H. K., Raiser, A. N. & Vincent, K. R. (2012). The aging musculoskeletal system and obesity-related considerations with exercise. *Ageing Research Reviews*, 11, 361-373.
- Visser, M. & Schaap, L. A. (2011). Consequences of sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 27 (3), 387-399.
- WHO (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. Geneva: World Health Organisation.
- Williams, R. H. & Wirths, C. G. (1965). *Lives Through the Years. Styles of Life and Successful Aging*. New York: Atherton Press.
- Willimczik, K., Voelcker-Rehage, C. & Wiertz, O. (2006). Sportmotorische Entwicklung über die Lebensspanne. Empirische Befunde zu einem theoretischen Konzept. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 13 (1), 10-22.
- Winter, R. & Baur, J. (1994). Motorische Entwicklung im Erwachsenenalter. In J. Baur, K. Bös & R. Singer (Eds.), *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch* (S. 309-332).
- Woll, A. (1995). *Diagnose körperlich-sportlicher Aktivität, Fitness und Gesundheit - Methodenband I*. Berlin: Dissertation.de.
- Woll, A. (1996). *Gesundheitsförderung in der Gemeinde - eine empirische Untersuchung zum Zusammenhang von sportlicher Aktivität, Fitneß und Gesundheit im mittleren und späteren Erwachsenenalter*. Neu Isenbrug: LinguaMed.
- Woll, A., (2006). *Sportliche Aktivität, Fitness und Gesundheit im Lebenslauf. Eine internationale Längsschnittstudie*. Schorndorf: Hofmann.

- Woll, A., Tittlbach, S. & Schott, N. (1997). *Diagnose körperlich-sportlicher Aktivität, Fitness und Gesundheit - Methodenband II*. Berlin: Dissertation.de.
- World Health Organization. (2010). *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Geneva: World Health Organization Press.
- Wright, G. (2015). An empirical examination of the relationship between nonresponse rate and nonresponse bias. *Statistical Journal of the IAOS*, 31, 305-315
- Wu, I.-C., Hsiung, C. A. & Hsu, C.-C. (2014). Chapter 1 - Oxidative Stress and Frailty: A Closer Look at the Origin of a Human Aging Phenotype. In V.R.Preedy (Ed.), *Aging. Oxidative Stress and Dietary Antioxidants* (pp. 3-14). London: Elsevier.
- Wydra, G. (2009). Entwicklung der Beweglichkeit. In J.Baur, K. Bös, A. Conzelmann & R. Singer (Eds.), *Handbuch motorische Entwicklung* (2., komplett überarbeitete Auflage). Schorndorf: Hofmann.
- Zakariás, G., Petrekanits, M. & Laukkanen, R. (2003). Validity of a 2-km Walk Test in Predicting the Maximal Oxygen Uptake in Moderately Active Hungarian Men. *European Journal of Sport Science*, 3 (1).

Anhang

I Beschreibung der Testitems (Motorik)

II Deskriptive Darstellung der Rohdaten

III Deskription der Modellierung (HLM)

IV Syntax zur Berechnung der Skalen der Motorik

I BESCHREIBUNG DER TESTITEMS (MOTORIK)

Testitems zur Bestimmung der Koordination

Die Koordination wurde anhand von fünf qualitativen motorischen Tests zunächst ordinalskaliert erfasst. Folgende Ausprägungen waren bei den verschiedenen Tests möglich: „Aufgabe gut gelöst: ++“, „Aufgabe gelöst: +“ und „Aufgabe nicht gelöst: -“. Bei allen Testaufgaben sind zwei Versuche durchzuführen.

Item 1: Wurf an die Wand

Beim Wurf an die Wand handelt es sich um eine großmotorische, exterozeptiv-ballistische Aufgabe zur Überprüfung der Koordination bei Präzisionsaufgaben (Woll, 1995). Die Aufgabe besitzt außerdem eine Zeitdruckkomponenten.

Die Testperson steht in der Mitte eines markierten Kreises (100cm Durchmesser) und wirft einen Ball zu einem selbst gewählten Zeitpunkt mit einer selbst gewählten Technik an die Wand. Anschließend führt sie eine ganze Drehung um die Körperlängsachse aus und fängt den zurückprallenden Ball, bevor dieser den Boden berührt. Die Testperson darf den markierten Kreis nicht verlassen (Woll, 1995).

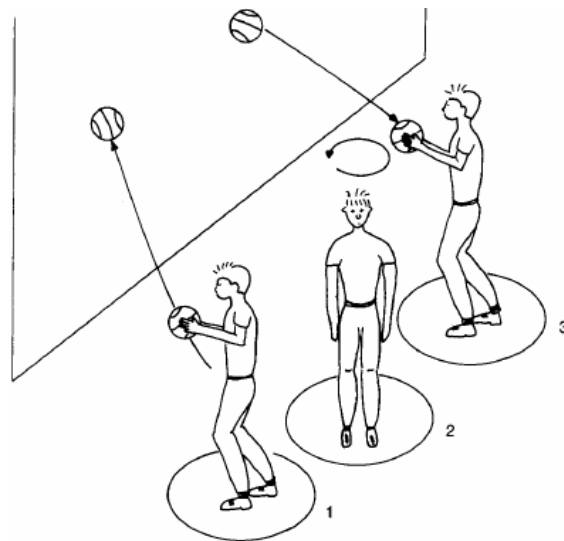


Abb. 53: Wurf an die Wand (Woll, 1995, S. 66)

"++": Die Aufgabe gilt als gut gelöst, wenn Drehung und Auffangen des Balles sicher und ohne Ortsveränderung (punktuell) ausgeführt werden. Die Drehung muss 360° betragen (Woll, 1995).

"+": Die Aufgabe gilt als gelöst, wenn die komplette Bewegung innerhalb des markierten Kreises ausgeführt wird, wenn die Drehung größer als 270° ist und der Ball aufgefangen wird. Kleine Unsicherheiten sind erlaubt (Woll, 1995).

"-": Die Aufgabe gilt als nicht gelöst, wenn der Ball nicht gefangen wird, wenn er zuvor den Boden berührt oder die Testperson aus dem Kreis heraustritt, oder wenn die Drehung kleiner als 270° ist (Woll, 1995).

Item 2: Einbeinstand (Augen geschlossen)

Beim Einbeinstand (Augen geschlossen) handelt es sich um eine interozeptiv-statische Aufgabe zur Überprüfung des Gleichgewichts (Woll, 1995).

Die Testperson stellt sich auf ein beliebiges Bein. Das zweite Bein berührt das Standbein am Schienbein unterhalb des Knies, die Hände werden in die Hüfte gestemmt. Die Augen werden zu einer beliebigen Zeit geschlossen. Die Zeit wird ab dem Schließen der Augen gestartet.

"++": Die Aufgabe gilt als gut gelöst, wenn der Proband während der gesamten Übungszeit regungslos verharrt (Woll, 1995).

"+": Die Aufgabe gilt als gelöst, wenn der Proband die Übung mit leichten Ausgleichsbewegungen ausführt (Woll, 1995).

"-": Die Aufgabe gilt als nicht gelöst, wenn der Proband die Übung mit großen Schwankungen ausführt bzw. das zweite Bein den Boden berührt (Woll, 1995).



Abb. 54: Einbeinstand (Woll, 1995, S. 64)

Item 3: Wurf mit Drehung

Beim Wurf mit Drehung handelt es sich wie beim Wurf an die Wand um eine großmotorische, exterozeptiv-ballistische Testaufgabe zur Überprüfung der Koordination bei Präzisionsaufgaben (Woll, 1995). Die Aufgabe besitzt außerdem eine Zeitdruckkomponenten.

Die Testperson steht in einem Kreis mit 100cm Durchmesser. Zu einem beliebigen Zeitpunkt wird die Person einen Ball senkrecht in die Luft und führt während des Fluges eine 360° Drehung um die Längs-

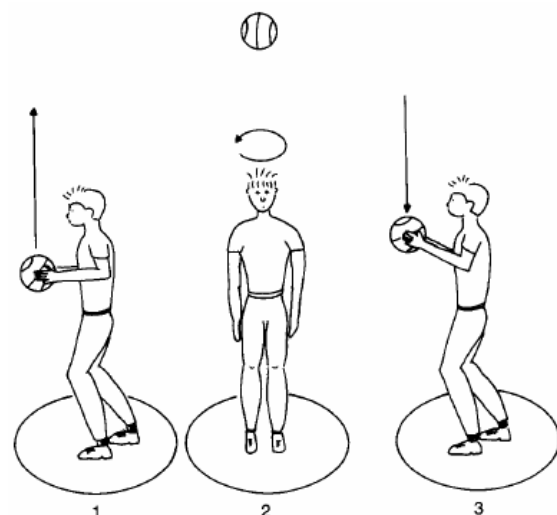


Abb. 55: Wurf mit Drehung (Woll, 1995, S. 69)

achse aus. Anschließend fängt sie den Ball wieder, ohne dass dieser den Boden berührt oder sie aus dem Kreis heraustritt (Woll, 1995). Die Höhenbeschränkung lag bei der Durchführung bei etwa 5 Metern.

"++": Die Aufgabe gilt als gut gelöst, wenn eine vollständige Drehung (360°) ausgeführt wird, der Ball senkrecht nach oben geworfen und sicher gefangen wird, der Kreis nicht verlassen wird und die zeitliche Abfolge Werfen-Drehen-Fangen gut koordiniert ist (Woll, 1995).

"+": Die Aufgabe gilt als gelöst, wenn die Drehung größer als 270° und kleiner als 360° ist und der Ball (mit Unsicherheiten) gefangen wird. Der Kreis wird dabei jedoch nicht verlassen (Woll, 1995).

"-": Die Aufgabe gilt als nicht gelöst, wenn die Drehung kleiner als 270° ist, der Ball nicht gefangen wird oder die Testperson den Kreis verlässt (Woll, 1995).

Item 4: Achterkreisen

Beim Achterkreisen handelt es sich um eine exterozeptive, visuell geführte Testaufgabe zur Überprüfung der Koordination bei Präzisionsaufgaben (Woll, 1995).

Im Abstand von 40 cm werden zwei Keulen aufgestellt. Die Testperson steht seitlich, mittig neben den Keulen wobei das Standbein frei wählbar ist. Die Testperson beschreibt mit dem nahezu gestreckten Bein fünfmal eine Acht um die beiden Keulen. Die Keulen dürfen nicht berührt, oder das Spielbein abgesetzt werden (Woll, 1995).

"++": Die Aufgabe gilt als gut gelöst, wenn die Bewegung sicher und ohne die Keulen zu berühren, ausgeführt wird (Woll, 1995).

"+": Die Aufgabe gilt als gelöst, wenn die Testperson schwankt, die Keulen aber nicht berührt (Woll, 1995).

"-": Die Aufgabe gilt als nicht gelöst, wenn das Spielbein zwischendurch abgesetzt wird oder die Keulen berühren bzw. die Keulen umgeworfen werden (Woll, 1995).



Abb. 56: Achterkreisen (Woll, 1995, S. 71)

Item 5: Ball umgreifen

Ball umgreifen ist eine großmotorische, interozeptive, taktil-ballistische Testaufgabe zur Überprüfung der Koordination bei Präzisionsaufgaben (Woll, 1995).

Die Testperson steht mit leicht gebeugten Knien im Grätschstand und hält einen Ball zwischen den Beinen. Eine Hand greift dabei von vorne, eine von hinten. Aufgabe ist es, den Ball loszulassen, die Hände zu wechseln und den Ball wieder zu greifen. Dieser Zyklus muss fünfmal wiederholt werden, ohne dass der Ball auf den Boden fällt (Woll, 1995).

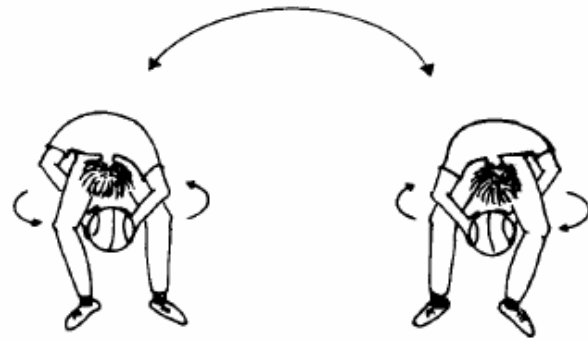


Abb. 57: Ball umgreifen (Woll, 1995, S. 73)

"++": Die Aufgabe gilt als gut gelöst, wenn der Ball sicher und kontrolliert umgegriffen wird und der Bewegungsrhythmus fließend ist (Woll, 1995).

"+": Die Aufgabe gilt als gelöst, wenn der Ball nicht zu Boden fällt, der Bewegungsrhythmus jedoch durch Pausen unterbrochen wird (Woll, 1995).

"-": Die Aufgabe gilt als nicht gelöst, wenn der Ball zu Boden fällt (Woll, 1995).

Testitems zur Bestimmung der Beweglichkeit

Die Beweglichkeitsleistung wurde zum einen als funktionsorientierte Beweglichkeit anhand der Dehnfähigkeit wichtiger Muskelgruppen qualitativ in Form einer Ordinalskala mit den Kategorien „keine Verkürzung“, „geringe Verkürzung“ und „starke Verkürzung“ erfasst. Dabei wurde jeder Ergebniskategorie eine bestimmte, vorher definierte Leistung zugeteilt (Woll, 1995). Eine ausführliche Beschreibung findet sich auch hier bei Woll (1995, S. 77ff).

Zum anderen wurde eine leistungsorientierte Beweglichkeit anhand metrischer Daten der Tests Sit and Reach und Side Bednings erfasst. Sie werden nach Z-Transformation gemeinsam mit der funktionsorientierten Beweglichkeit zu einer Gesamtskala der Beweglichkeit zusammengefasst (vgl. Abschnitt „Skalen der motorischen Fähigkeiten“).

Item 1 & 2: Ischiocrurale rechts & links

Die ersten beiden Testaufgaben der Beweglichkeitsskala dienen der Überprüfung des Grades der Verkürzung der Oberschenkelbeugemuskulatur (Woll, 1995).

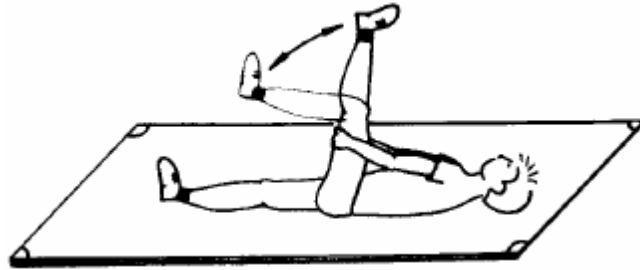


Abb. 58: Ischiocrurale (Woll, 1995, S. 79)

Die Testperson liegt in Rückenlage gestreckt auf einer Matte. Sie um-

fasst mit beiden Händen die Rückseite des linken bzw. rechten Oberschenkels oberhalb des Knies, um das Bein in Richtung Oberkörper zu führen. Das andere Bein bleibt dabei gestreckt liegen. Bei einer Winkelstellung des Oberschenkels von etwa 90° zur Unterlage soll nun das Bein gestreckt werden, ohne dass dieser Winkel aufgegeben bzw. die Ausgangslage verändert wird (Woll, 1995).

"++": Keine Verkürzung: Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel beträgt 180° (Woll, 1995).

"+": Geringe Verkürzung: Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel beträgt zwischen 170° und 180° (Woll, 1995).

"-": Starke Verkürzung: Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel beträgt weniger als 170° (Woll, 1995).

Item 3 & 4: Rectus rechts & links

Die Testaufgaben 3 und 4 dienen der Überprüfung des Grades der Verkürzung der Oberschenkelstreckmuskulatur (Woll, 1995).

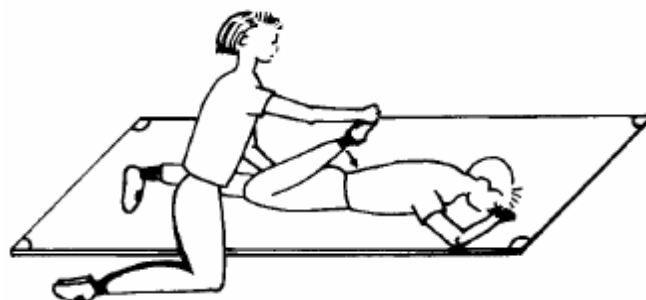


Abb. 59: Rectus femoris (Woll, 1995, S.80)

Die Testperson liegt in Bauchlage auf einer Gymnastikmatte, die Knie berühren einander. Das Kinn

liegt auf dem Handrücken auf. Nun wird ein Unterschenkel unter der aktiven Mithilfe des Testleiters in Richtung Gesäß geführt. Bei deutlichem Widerstand oder auf Wunsch der Testperson ist die Bewegung zu beenden. Das Hüftgelenk und das andere Bein sind während der Überprüfung gestreckt (Woll, 1995).

"++": Keine Verkürzung: Ferse berührt Gesäß mit leichter passiver Nachhilfe (Woll, 1995).

"+": Geringe Verkürzung: Ferse erreicht bei leichter passiver Nachhilfe einen Abstand zum Gesäß bis zu 15 cm (Woll, 1995).

"-":Starke Verkürzung: Der Abstand der Ferse zum Gesäß beträgt bei leichter passiver Nachhilfe mehr als 15 cm (Woll, 1995).

Item 5 & 6: BWS rechts u. links

Die Testaufgaben 5 und 6 dienen der Überprüfung des Grades der Verkürzung des Brustmuskels und der Beweglichkeit von Schulter und Brustwirbelsäule (Woll, 1995).

Die Testperson stellt sich mit dem Rücken an die Wand, so dass Ferse, Gesäß, Rücken, Schultern und Kopf Kontakt mit der Wand haben. Es wird ein Abstand der Füße zur Wand ermittelt, der 1,5 Fußlängen beträgt. Anschließend werden die Hände bei gestreckten Armen zur Wand geführt (Woll, 1995).



Abb. 60: BWS
(Woll, 1995, S. 81)

"++": Keine Verkürzung: Arme und Hände berühren in gesamter Länge die Wand (Woll, 1995).

"+": Geringe Verkürzung: Nur die Hände erreichen die Wand (Woll, 1995).

"-":Starke Verkürzung: Die Hände berühren nicht die Wand (Woll, 1995).

Item 7 & 8: Side Bendings rechts & links

Die Testaufgabe Side Bendings überprüft die aktive Dehnfähigkeit der seitlichen Rumpfmuskulatur (Woll, 1995).

Die Testperson steht mit dem Rücken zur Wand, die Fersen berühren die Wand und die Füße stehen ca. 15 cm auseinander. Aufgabe ist es, mit den Fingern so weit wie möglich an den Oberschenkeln herunter zu gehen. (Woll, 1995).

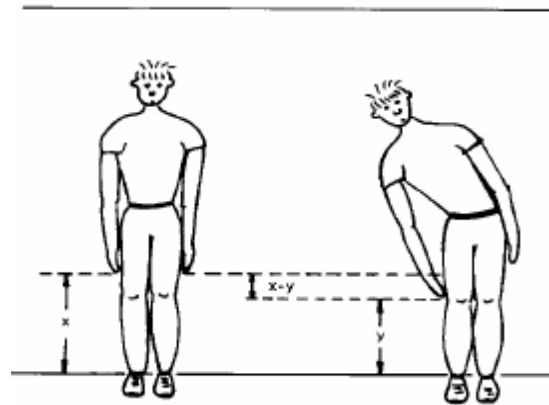


Abb. 61: Side Bendings
(Woll, 1995, S. 87)

"**cm**": Leistung in cm: Gemessen wird die Distanz der Fingerspitzen zur Ausgangsstellung (vgl. Abb. 61 Strecke x-y) (Woll, 1995).

Item 9: Sit and Reach

Das Item Sit and Reach dient der Überprüfung der aktiven Dehnfähigkeit der rückwärtigen Muskulatur der unteren Extremitäten und des langen Rückenstreckers (Woll, 1995).

Die Testperson sitzt mit parallel geschlossenen Beinen und durchgestreckten Knien ohne Schuhe auf der Messvorrichtung. Der Nullpunkt der Messvorrichtung befindet sich genau an den Fußsohlen der Testperson. Die Testperson greift nun mit den Händen ohne Schwung zu nehmen so weit wie möglich nach vorne (Woll, 1995).

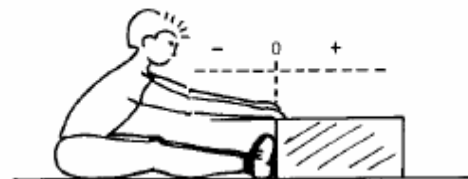


Abb. 62: Sit and Reach
(Woll, 1995, S. 88)

"**cm**": Leistung in cm: Gemessen wird die Distanz zwischen Fingerspitzen und Fußsohlen. Kann die Testperson nicht bis zu den Fußsohlen greifen, entstehen negative Messwerte (Woll, 1995).

Testitems zur Bestimmung der Kraftfähigkeit

Die Messung der Leistungen im Bereich Kraft erfolgt über metrische Skalen in Einheiten wie kg, cm, oder Anzahl der Wiederholungen. Auch hier werden nur die durchgängig durchgeführten Tests beschrieben, eine ausführliche Testbeschreibung findet sich bei Woll (1995).

Item 1: Liegestütz

Das Testitem Liegestütz dient der Überprüfung der dynamischen Kraftausdauer der oberen Extremitäten, sowie der Brust- und Schultermuskulatur (Woll, 1995).

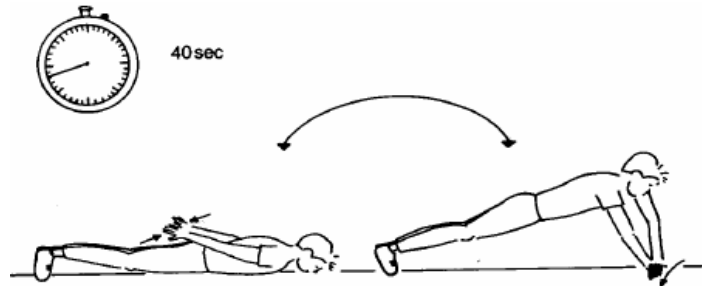


Abb. 63: Liegestütz (Woll, 1995, S. 91)

Ausgangsstellung ist die Bauchlage mit sich hinter dem Rücken berührenden Händen. Die Testperson hebt sich in die Liegestützstellung, berührt mit einer beliebigen Hand die andere, legt sich ab in Bauchlage und klatscht hinter dem Rücken in die Hände. Die Testperson darf einen kompletten Liegestützzyklus üben (Woll, 1995).

"Wiederholungen": Anzahl korrekt ausgeführter Zyklen in 40 Sekunden: Es werden die kompletten Liegestützzyklen gezählt, die die Person innerhalb von 40 Sekunden den Vorgaben entsprechend durchführt. Der letzte Zyklus kann in Liegestützstellung enden (Woll, 1995).

Item 2: Jump and Reach

Die Testaufgabe Jump and Reach dient der Überprüfung der Schnellkraft der unteren Extremitäten (Woll, 1995). Die Testperson steht mit ausgestrecktem Arm an der Wand und die mit den Fingerspitzen erreichte Höhe wird markiert. Aus dem Stand springt die Testperson so hoch wie möglich und

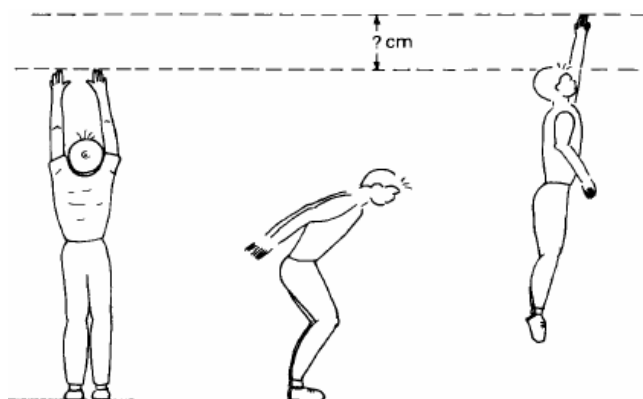


Abb. 64: Jump and Reach (Woll, 1995, S. 95)

berührt im höchsten Punkt mit den Fingerspitzen die Wand. Die Testperson darf mit den Armen Schwung holen und hat zwei Versuche (Woll, 1995).

"cm": Sprunghöhe in cm des besten Sprungs: Die Distanz zwischen Ausgangsstellung und im Sprung berührter Stelle (vgl. Abb. 64) wird gemessen (Woll, 1995).

Item 3 & 4: Handgrip rechts & links

Die Items drei und vier zur Überprüfung der Krafftähigkeit dienen der Bestimmung der Maximalkraft der Hand- und Unterarmmuskulatur (Woll, 1995).

Die Testperson sitzt auf einem Stuhl und hat den jeweiligen Arm angewinkelt. Der freie Arm hängt locker nach unten. Das Handdynamometer wird nun so fest wie möglich gedrückt. Jede Hand absolviert direkt nacheinander und ohne abzuwechseln zwei Versuche (Woll, 1995).



Abb. 65: Handgrip (Woll, 1995, S. 99)

"kg": Maximalkraft in Kilogramm: Die mit der Hand ausgeübte Kraft des besten Versuchs wird gemessen (Woll, 1995).

Item 5: Sit-Up

Das Item Sit-Up dient der Überprüfung der dynamischen Kraftausdauer der vorderen Rumpfmuskulatur und Hüftbeugemuskulatur (Woll, 1995).

Die Testperson hält jeweils zwei Finger an Ihre Ohren, die Beine sind im 90° Winkel angestellt.

Der Testhelfer fixiert die Füße. Die Testperson

hebt den Oberkörper so weit auf, bis die Ellbogen die Knie berühren (Woll, 1995).

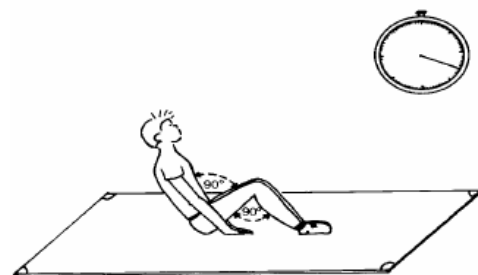


Abb. 66: Sit-Up (Woll, 1995, S. 93)

"Wiederholungen": Anzahl korrekt ausgeführter Sit-Ups in 40 Sekunden: Es werden die Sit-Ups gezählt, die die Person innerhalb von 40 Sekunden den Vorgaben entsprechend durchführt (Woll, 1995).

Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit

Zielgröße der Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit ist die maximale Sauerstoffaufnahmekapazität VO_{2max} .

Im Jahr 1992 wurde die VO_{2max} in Form einer Drei-Stufen-Ergometrie erfasst. Dabei wurde nach einer Einfahrzeit von einer Minute bei steigender Belastungsintensität zwölf Minuten lang auf einem Fahrradergometer gefahren. Nach 5, 9 und 13 Minuten wurde die Pulsfrequenz ermittelt. Auf Basis der geleisteten Wattzahlen und der Pulsfrequenz wurde die VO_{2max} in Liter pro Minute nach der indirekten Methode von Astrand & Rhyning (1954) bestimmt. Eine ausführliche Beschreibung findet sich bei Woll (1995).

In den Jahren 1997, 2002 und 2010 wurde die VO_{2max} mit Hilfe eines 2-km-Walking-Tests erfasst. Dabei legt die Testperson eine abgesteckte, zwei Kilometer lange Strecke in der Walking-Technik in möglichst kurzer Zeit zurück. Die Pulsfrequenz wird vor, direkt nach der Belastung und 2 Minuten nach der Belastung bestimmt. In Abhängigkeit von Alter, Gewicht und Geschlecht der Person wird die VO_{2max} nach Laukkanen (1993) in Liter pro Minute berechnet (Woll et al., 1997).

II DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER ROHDATEN

Tabelle 52: Sportliche Aktivität 1992 (Querschnitt)

Sportliche Aktivität 1992		Sport		Intensität [%]			Häufigkeit/Woche [%]				Dauer [%]		
		N	% Sport	Locker leicht	Flott u. zügig	Hart u. anstr.	<1	1	2	>2	<20 min	20-40min	>40min
m	33-40j	84	72,6	18,3	48,3	33,3	9,8	29,5	39,3	21,3	8,2	39,3	52,5
	41-50	84	71,4	23,7	54,2	22,0	5,2	41,4	32,8	20,7	10,2	33,9	55,9
	51-60	70	38,6	16,7	66,7	16,7	0,0	48,0	48,0	4,0	4,2	29,2	66,7
	61-77	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Σ	238	62,2	20,3	53,8	25,9	6,3	37,5	38,2	18,1	8,3	35,4	56,3
w	33-40j	93	58,1	18,9	62,3	18,9	13,0	33,3	29,6	24,1	5,6	33,3	61,1
	41-50	78	62,8	20,8	75,0	4,2	4,2	45,8	27,1	22,9	2,1	39,6	58,3
	51-60	71	35,2	24,0	60,0	16,0	4,0	56,0	12,0	28,0	8,3	41,7	50,0
	61-77	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Σ	242	52,9	20,6	66,7	12,7	7,9	42,5	25,2	24,4	4,8	37,3	57,9
Gesamt		480	57,5	20,4	59,9	19,7	7,0	39,9	32,1	21,0	6,7	36,3	57,0

Tabelle 53: Sportliche Aktivität 1997 (Querschnitt)

Sportliche Aktivität 1997		Sport		Intensität [%]			Häufigkeit/Woche [%]				Dauer [%]		
		N	% Sport	Locker leicht	Flott u. zügig	Hart u. anstr.	<1	1	2	>2	<20 min	20-40min	>40min
m	33-40j	83	78,3	12,9	43,5	43,5	16,1	33,9	35,5	14,5	3,2	32,3	64,5
	41-50	68	73,5	8,0	52,0	40,0	10,0	26,0	42,0	22,0	6,0	28,0	66,0
	51-60	65	70,8	27,3	54,5	18,2	4,5	40,9	31,8	22,7	9,1	40,9	50,0
	61-77	7	57,1	25,0	75,0	0,0	0,0	75,0	25,0	0,0	0,0	50,0	50,0
	Σ	223	74,0	15,6	50,0	32,4	10,6	34,4	36,3	18,8	5,6	33,8	60,6
w	33-40j	90	65,6	12,3	68,4	19,3	6,9	34,5	34,5	24,1	6,9	31,0	62,1
	41-50	65	72,3	9,1	68,2	22,7	4,5	31,8	36,4	26,3	4,5	22,7	72,7
	51-60	66	66,7	37,2	60,5	2,3	9,3	51,2	25,6	14,0	18,6	25,6	55,8
	61-77	5	40,0	100,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	50,0	50,0	50,0	0,0
	Σ	226	67,3	19,9	65,1	15,1	7,5	38,1	32,0	22,5	10,2	27,2	62,6
Gesamt		449	70,6	17,6	57,2	25,2	9,1	36,2	34,2	20,5	7,8	30,6	61,6

Tabelle 54: Sportliche Aktivität 2002 (Querschnitt)

Sportliche Aktivität 2002		Sport		Intensität [%]			Häufigkeit/Woche [%]				Dauer [%]		
		N	% Sport	Locker leicht	Flott u. zügig	Hart u. anstr.	<1	1	2	>2	<20 min	20-40min	>40min
m	33-40j	59	83,1	13,0	45,7	41,3	20,8	20,8	37,5	20,8	12,5	29,2	58,3
	41-50	69	85,5	18,6	52,5	28,8	8,5	23,7	42,4	25,4	10,2	32,2	57,6
	51-60	55	78,2	25,6	58,1	14,0	16,3	27,9	34,9	20,9	11,6	62,8	25,6
	61-77	45	51,1	22,7	59,1	18,2	9,1	22,7	45,5	22,7	9,1	27,3	63,6
	Σ	229	76,0	20,0	52,9	27,1	7,4	27,8	37,7	27,2	11,6	38,4	50,6
w	33-40j	56	87,5	10,6	74,5	14,9	8,3	20,8	43,8	27,1	2,1	41,7	56,3
	41-50	58	86,2	18,4	75,5	6,1	6,0	26,0	36,0	32,0	2,0	34,0	64,0
	51-60	45	75,6	8,8	76,5	14,7	2,9	29,4	44,1	23,5	5,9	32,4	61,8
	61-77	38	76,3	38,5	50,0	11,5	11,1	40,7	25,9	22,2	4,0	28,0	68,0
	Σ	201	82,1	17,6	71,1	11,3	14,0	23,8	39,5	22,7	3,1	35,0	61,9
Gesamt		430	78,8	19,1	61,7	19,5	10,2	25,7	38,6	24,9	7,5	36,7	56,0

Tabelle 55: Sportliche Aktivität 2010 (Querschnitt)

Sportliche Aktivität 2010		Sport		Intensität [%]			Häufigkeit/Woche [%]				Dauer [%]		
		N	% Sport	Locker leicht	Flott u. zügig	Hart u. anstr.	<1	1	2	>2	<20 min	20-40min	>40min
m	33-40j	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	41-50	43	79,1	3,0	63,6	33,3	6,1	36,4	18,2	39,4	3,0	24,2	72,7
	51-60	46	82,6	16,2	59,5	24,3	0,0	24,3	54,1	21,6	5,4	32,4	62,2
	61-77	66	68,2	21,4	71,4	7,1	0,0	11,9	59,5	28,6	2,4	31,0	66,7
	Σ	155	75,5	14,3	65,2	20,5	1,8	23,3	45,5	29,5	3,6	29,5	67,0
w	33-40j	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	41-50	44	90,9	2,5	70,0	27,5	0,0	22,5	35,0	42,5	0,0	12,5	87,5
	51-60	50	92,0	19,6	73,9	6,5	4,3	15,2	39,1	41,3	4,4	26,7	68,9
	61-77	59	67,8	40,5	54,1	5,4	2,7	24,3	32,4	40,5	5,6	25,0	69,4
	Σ	153	82,4	20,3	66,7	13,0	2,4	20,3	35,8	41,5	3,3	21,5	75,2
Gesamt		308	78,9	17,4	66,0	16,6	2,1	21,7	40,4	35,7	3,4	25,3	71,2

Tabelle 56: Deskription Freizeitaktivität 1992

1992		N	Minuten Gehen	Minuten Rad	Minuten anstr. Tätigkeit	Mittelwert [MET/h]	Stabw. (MET/h)	Schiefe (MET/h)	Kurtosis (MET/h)
m	33-40j	84	53,0	38,8	56,4	8,1	10,5	2,3	5,2
	41-50j	82	60,5	36,7	49,4	8,0	8,9	1,9	3,7
	51-60j	65	67,1	55,2	152,1	15,2	14,5	1,4	1,4
	61-77j	0	-	-	-	-	-	-	-
	Σ	231	59,7	42,6	80,0	10,1	11,7	1,9	3,7
w	33-40j	93	46,8	47,8	37,2	7,4	8,5	2,4	7,7
	41-50j	77	48,3	56,6	47,4	8,6	8,6	1,9	4,3
	51-60j	69	42,4	61,9	130,5	13,8	13,8	1,5	1,8
	61-77j	0	-	-	-	-	-	-	-
	Σ	239	46,0	54,7	67,3	9,6	10,6	2,1	4,8
Gesamt		470	42,9	48,8	73,5	9,8	11,1	2,0	4,2

Tabelle 57: Deskription Freizeitaktivität 1997

1997		N	Minuten Gehen	Minuten Rad	Minuten anstr. Tätigkeit	Mittelwert [MET/h]	Stabw. (MET/h)	Schiefe (MET/h)	Kurtosis (MET/h)
m	33-40j	79	55,8	67,9	65,9	10,6	13,4	1,9	3,6
	41-50j	65	38,4	67,5	102,4	12,1	16,8	2,0	4,0
	51-60j	60	46,4	56,7	223,1	19,1	25,1	2,3	5,6
	61-77j	7	-	-	-	-	-	-	-
	Σ	213	47,5	68,4	124,5	13,9	18,8	2,5	7,8
w	33-40j	86	43,1	37,4	88,8	9,6	13,5	2,3	6,0
	41-50j	59	38,6	32,4	34,5	6,3	8,0	2,1	4,3
	51-60j	63	42,7	71,3	125,2	12,9	17,3	3,7	18,6
	61-77j	5	-	-	-	-	-	-	-
	Σ	211	41,7	44,9	89,8	9,7	13,6	3,4	17,8
Gesamt		424	44,6	57,2	107,1	11,8	16,5	2,9	11,2

Tabelle 58: Deskription Freizeitaktivität 2002

2002		N	Minuten Gehen	Minuten Rad	Minuten anstr. Tätigkeit	Mittelwert [MET/h]	Stabw. (MET/h)	Schiefe (MET/h)	Kurtosis (MET/h)
m	33-40j	57	54,7	78,3	104,9	14,0	18,9	2,7	8,9
	41-50j	69	43,1	83,7	87,6	12,3	14,9	1,6	2,5
	51-60j	55	43,6	64,4	163,6	15,8	26,0	2,9	9,7
	61-77j	44	50,3	152,3	318,8	30,5	30,8	1,4	1,3
	Σ	226	47,5	90,7	154,7	17,1	23,4	2,4	6,8
w	33-40j	56	41,3	45,4	57,4	7,9	11,4	3,1	11,2
	41-50j	58	39,7	73,2	68,7	10,3	11,5	2,1	5,0
	51-60j	45	39,4	24,6	188,1	14,6	23,3	2,9	8,8
	61-77j	38	42,6	82,1	225,1	18,9	23,4	3,0	12,0
	Σ	201	41,3	55,7	129,3	12,7	19,1	3,5	14,7
Gesamt		427	44,6	75,1	142,7	15,0	21,6	2,8	9,3

Tabelle 59: Deskription Freizeitaktivität 2010

2010		N	Minuten Gehen	Minuten Rad	Minuten anstr. Tätigkeit	Mittelwert [MET/h]	Stabw. (MET/h)	Schiefe (MET/h)	Kurtosis (MET/h)
m	33-40j	0	-	-	-	-	-	-	-
	41-50j	43	48,2	133,1	47,6	13,5	15,7	1,6	1,8
	51-60j	46	48,9	78,0	122,7	13,6	13,1	1,8	4,6
	61-77j	66	50,6	101,2	246,4	21,5	25,9	2,0	4,1
	Σ	155	49,5	103,2	154,7	16,9	20,4	2,3	6,9
w	33-40j	0	-	-	-	-	-	-	-
	41-50j	45	40,2	81,7	31,6	8,6	9,4	1,1	-0,1
	51-60j	50	49,8	71,8	86,1	11,2	10,6	1,2	1,1
	61-77j	58	49,1	75,1	143,7	14,0	11,7	1,0	0,6
	Σ	153	46,7	76,0	91,9	11,5	10,9	1,1	0,7
Gesamt		308	48,1	89,7	124,0	14,2	16,6	2,6	10,0

Tabelle 60: Deskription berufliche Aktivität 1992

1992	Berufl. tätig %	Art der Tätigkeit			Anstrengung			N	Mw [MET/h]	Stabw. [MET/h]	Schiefe	Kurtosis	
		Sitzend	Stehend	Bew.	keine	mäßig	schwer						
m	33-40j	96,4	60,5	9,9	29,6	65,9	24,4	9,8	84	46,3	33,0	1,2	0,3
	41-50j	98,8	51,2	11,3	37,5	60,5	28,4	11,1	84	53,8	34,0	0,8	-0,6
	51-60j	89,9	33,3	15,8	50,9	36,7	41,7	21,7		60,0	38,7	0,3	-0,9
	61-77j	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
	Σ	95,4	50,0	11,9	38,1	56,1	30,5	13,5	237	52,9	35,4	0,7	-0,6
w	33-40j	78,5	24,2	9,9	65,9	38,0	55,4	6,5	93	37,3	34,2	1,1	0,6
	41-50j	89,7	25,7	12,2	62,2	44,6	41,9	13,5	78	45,9	31,6	0,6	-0,1
	51-60j	69,0	13,2	10,3	76,5	17,4	72,5	10,1	71	38,8	35,8	0,6	-0,7
	61-77j	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
	Σ	79,3	21,5	10,7	67,8	34,0	56,2	9,8	242	40,5	34,0	0,7	-0,2
Gesamt		87,3	35,3	11,3	53,4	44,8	43,7	11,6	479	46,6	35,2	0,7	-0,3

Tabelle 61: Deskription berufliche Aktivität 1997

1997	Berufl. tätig %	Art der Tätigkeit			Anstrengung			N	Mw [MET/h]	Stabw. [MET/h]	Schiefe	Kurtosis	
		Sitzend	Stehend	Bew.	keine	mäßig	schwer						
m	33-40j	98,7	60,8	9,5	29,7	65,8	22,8	11,4	79	48,8	33,8	1,1	0,1
	41-50j	94,1	54,5	10,6	34,8	66,7	21,2	12,1	68	49,0	33,9	1,0	0,2
	51-60j	65,2	37,3	11,8	51,0	35,1	50,9	14,0	66	36,5	37,1	0,8	-0,3
	61-77j	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-
	Σ	85,4	52,3	10,2	37,6	56,9	30,6	12,4	220	44,3	35,3	0,9	-0,1
w	33-40j	74,8	31,8	5,9	62,4	47,7	51,2	1,2	87	29,0	27,1	1,0	0,2
	41-50j	87,5	41,4	8,6	50,0	40,0	38,3	21,7	64	44,7	38,0	1,0	0,0
	51-60j	57,6	13,1	9,8	77,0	29,7	57,8	12,5	66	33,0	35,5	0,6	-0,9
	61-77j	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
	Σ	71,6	28,2	7,7	64,1	39,1	50,2	10,7	222	34,1	33,7	1,0	0,2
Gesamt		78,5	39,9	8,9	51,2	47,9	40,6	11,6	442	39,1	34,9	0,9	0,1

Tabelle 62: Deskription berufliche Aktivität 2002

2002		Berufl. tätig %	Art der Tätigkeit			Anstrengung			N	Mw [MET/h]	Stabw. [MET/h]	Schiefe	Kurtosis
			Sitzend	Stehend	Bew.	keine	mäßig	schwer					
m	33-40j	100,0	59,6	3,5	36,8	71,9	22,8	5,3	57	46,7	31,5	1,2	0,1
	41-50j	98,6	58,0	11,6	30,4	73,9	20,3	5,8	69	45,5	31,3	1,3	0,5
	51-60j	81,8	59,3	11,1	29,6	57,4	29,6	13,0	55	40,0	38,2	1,3	0,6
	61-77j	13,3	13,5	5,4	81,1	36,8	63,2	0,0	45	10,1	26,9	2,5	4,6
	Σ	78,0	51,4	8,3	40,4	63,0	30,6	6,4	227	37,3	35,0	1,1	0,4
w	33-40j	64,3	33,9	8,9	57,1	44,6	50,0	5,4	56	23,5	28,5	1,6	2,7
	41-50j	86,2	39,7	8,6	51,7	53,4	41,4	5,2	58	32,2	28,4	1,3	1,4
	51-60j	60,0	26,7	11,1	62,2	40,9	54,5	4,5	45	27,6	33,1	1,3	0,9
	61-77j	29,3	5,4	2,7	91,9	25,7	68,6	5,7	37	20,2	36,3	1,6	1,3
	Σ	62,0	28,1	8,0	63,8	42,3	52,6	5,1	200	25,9	31,1	1,4	1,2
Gesamt		70,5	40,3	8,2	51,6	53,3	41,0	5,8	427	32,0	33,7	1,2	0,7

Tabelle 63: Deskription berufliche Aktivität 2010

2010		Berufl. tätig %	Art der Tätigkeit			Anstrengung			N	Mw [MET/h]	Stabw. [MET/h]	Schiefe	Kurtosis
			Sitzend	Stehend	Bew.	keine	mäßig	schwer					
m	33-40j	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	41-50j	97,7	69,8	7,0	23,3	79,1	20,9	0,0	43	37,2	23,3	1,4	0,7
	51-60j	84,8	68,9	4,4	26,7	80,4	15,2	4,3	46	34,1	30,2	1,6	2,6
	61-77j	23,4	25,0	19,6	55,4	38,6	1,8	59,6	64	10,3	21,9	2,3	4,4
	Σ	62,7	52,1	11,1	36,8	63,7	37,9	1,4	153	25,0	27,9	1,4	1,8
w	33-40j	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	41-50j	86,4	51,2	7,0	41,9	58,2	29,5	2,3	44	26,1	23,1	1,5	2,0
	51-60j	80,0	34,0	4,0	62,0	55,1	42,9	2,0	50	30,5	26,6	0,8	-0,2
	61-77j	28,1	7,5	9,4	83,0	29,1	65,5	5,5	57	18,5	34,3	1,7	1,5
	Σ	62,3	29,5	6,8	63,7	49,3	47,3	3,4	151	24,7	29,1	1,3	0,8
Gesamt		62,5	40,7	9,0	50,3	56,5	41,1	2,4	304	24,9	28,5	1,3	1,2

Tabelle 64: Deskription Koordination 1992 & 1997

1992		Wurf mit Drehung				Ball umgreifen				Wurf an Die Wand				Achterkreisen				Einbeinstand geschl. Augen			
		-	+	++	N	-	+	++	N	-	+	++	N	-	+	++	N	-	+	++	N
m	33-40j	15,0	23,8	61,3	80	4,8	24,1	71,1	83	9,6	24,1	66,3	83	1,2	18,1	80,7	83	31,3	22,9	45,8	83
	41-50j	17,3	34,6	48,1	81	6,2	27,2	66,7	81	11,1	32,1	56,8	81	3,7	17,3	79,0	81	33,8	32,5	33,8	80
	51-60j	40,6	40,6	18,8	69	19,4	26,9	53,7	67	47,8	21,7	30,4	69	8,6	34,3	57,1	70	60,0	18,6	21,4	70
	61-77j	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
	Σ	23,5	32,6	43,9	230	9,5	26,0	64,5	231	21,5	26,2	52,4	233	4,3	22,6	73,1	234	40,8	24,9	34,3	233
w	33-40j	35,2	38,5	26,4	91	18,5	31,5	50,0	92	27,2	20,7	52,2	92	0,0	27,2	72,8	92	38,0	30,4	31,5	92
	41-50j	44,2	26,0	29,9	77	23,4	36,4	40,3	77	31,2	10,4	58,4	77	5,2	18,2	76,6	77	51,9	18,2	29,9	77
	51-60j	58,2	23,9	17,9	67	42,6	39,7	17,6	68	60,3	16,2	23,5	68	22,1	30,9	47,1	68	79,4	11,8	8,8	68
	61-77j	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
	Σ	44,7	30,2	25,1	235	27,0	35,4	37,6	237	38,0	16,0	46,0	237	8,0	25,3	66,7	237	54,4	21,1	24,5	237
Gesamt		34,2	31,4	34,4	465	18,4	30,8	50,9	468	29,8	21,1	49,1	470	6,2	24,0	69,9	471	47,7	23,0	29,4	470
1997		Wurf mit Drehung				Ball umgreifen				Wurf an Die Wand				Achterkreisen				Einbeinstand geschl. Augen			
		-	+	++	N	-	+	++	N	-	+	++	N	-	+	++	N	-	+	++	N
m	33-40j	22,8	27,8	49,4	79	7,6	26,6	65,8	79	25,3	19,0	55,7	79	7,6	24,1	68,4	79	26,9	23,1	50,0	78
	41-50j	28,8	37,9	33,3	66	12,1	34,8	53,0	66	38,5	24,6	36,9	65	3,0	31,8	65,2	66	41,5	33,8	24,6	65
	51-60j	57,9	31,6	10,5	57	37,9	31,0	31,0	58	64,9	15,8	19,3	57	31,0	25,9	43,1	58	72,4	19,0	8,6	58
	61-77j	71,4	14,4	14,3	7	57,1	14,3	28,6	7	71,4	14,3	14,3	7	42,9	14,3	42,9	7	71,4	28,6	0,0	7
	Σ	35,9	31,6	32,5	209	19,0	30,0	51,0	210	41,8	19,7	38,5	208	13,8	26,7	59,5	210	45,7	25,5	28,8	208
w	33-40j	40,7	29,1	30,2	86	27,1	31,8	41,2	85	44,2	17,4	38,4	86	5,7	21,8	72,4	87	32,9	17,6	49,4	85
	41-50j	41,1	42,9	16,1	56	32,7	30,9	36,4	55	51,8	19,6	28,6	56	8,9	23,2	67,9	56	45,5	27,3	27,3	55
	51-60j	72,6	24,2	3,2	62	66,7	18,3	15,0	60	87,1	8,1	4,8	62	36,5	42,9	20,6	63	79,4	12,7	7,9	63
	61-77j	66,7	33,3	0,0	3	100,0	0,0	0,0	3	100,0	0,0	0,0	3	33,3	33,3	33,3	3	100,0	0,0	0,0	3
	Σ	50,7	31,4	17,9	207	41,4	27,1	31,5	203	59,9	15,0	25,1	207	16,3	28,7	55,0	209	51,5	18,4	30,1	206
Gesamt		43,3	31,5	25,2	416	30,0	28,6	41,4	413	50,8	17,3	31,8	415	15,0	27,7	57,3	419	48,6	22,0	29,5	414

Tabelle 65: Deskription Koordination 2002 & 2010

2002		Wurf mit Drehung				Ball umgreifen				Wurf an Die Wand				Achterkreisen				Einbeinstand geschl. Augen			
		-	+	++	N	-	+	++	N	-	+	++	N	-	+	++	N	-	+	++	N
m	33-40j	28,1	26,3	45,6	57	5,4	17,9	76,8	56	19,3	17,5	63,2	57	5,3	19,3	75,4	57	21,1	31,6	47,4	57
	41-50j	23,3	41,7	35,0	60	11,7	16,7	71,7	60	21,7	20,0	58,3	60	8,2	27,9	63,9	61	51,7	16,7	31,7	60
	51-60j	47,6	31,0	21,4	42	22,7	31,8	45,5	44	42,9	26,2	31,0	42	24,4	28,9	46,7	45	71,7	20,0	8,9	45
	61-77j	67,7	19,4	12,9	31	43,8	25,0	31,3	32	68,8	18,8	12,5	32	33,3	39,4	27,3	33	80,6	9,7	9,7	31
	Σ	37,2	30,9	31,9	191	17,6	21,8	60,6	193	33,3	20,8	45,8	192	15,2	27,9	56,9	197	51,5	21,1	27,3	194
w	33-40j	24,1	48,1	27,8	54	16,7	27,8	55,6	54	44,4	16,7	38,9	54	1,9	24,1	74,1	54	35,2	29,6	35,2	54
	41-50j	27,5	41,2	31,4	51	24,0	40,0	36,0	50	43,1	23,5	33,3	51	5,9	19,6	74,5	51	43,1	19,6	37,3	51
	51-60j	56,8	40,5	2,7	37	48,6	34,3	17,1	35	70,3	16,2	13,5	37	21,6	35,1	43,2	37	78,4	8,1	13,5	37
	61-77j	62,5	33,3	4,2	24	69,6	17,4	13,0	23	79,2	12,5	8,3	24	45,8	25,0	29,2	24	91,7	4,2	4,2	24
	Σ	37,1	42,4	20,6	170	33,1	30,7	36,1	166	54,1	18,2	27,6	170	13,5	25,9	60,9	170	55,3	17,6	27,1	170
Gesamt		37,1	36,3	26,6	361	24,8	25,9	49,3	359	43,1	19,6	37,3	362	14,4	27,0	58,6	367	53,3	19,5	27,2	364
2010		Wurf mit Drehung				Ball umgreifen				Wurf an Die Wand				Achterkreisen				Einbeinstand geschl. Augen			
		-	+	++	N	-	+	++	N	-	+	++	N	-	+	++	N	-	+	++	N
m	33-40j	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
	41-50j	14,6	26,8	58,5	41	2,4	7,3	90,2	41	11,9	11,9	76,2	42	2,4	9,8	87,8	41	28,6	33,3	38,1	42
	51-60j	27,3	36,4	36,4	44	15,9	25,0	59,1	44	38,6	15,9	45,5	44	2,3	18,2	79,5	44	47,7	34,1	18,2	44
	61-77j	57,9	24,6	17,5	57	45,6	19,3	35,1	57	61,4	21,1	17,5	57	24,6	35,1	40,4	57	82,5	15,8	1,8	57
	Σ	35,9	28,9	35,2	142	23,9	17,6	58,5	142	39,9	16,8	43,3	143	11,3	22,5	66,2	142	55,9	26,6	17,5	143
w	33-40j	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
	41-50j	25,0	45,5	29,5	44	20,0	15,6	64,4	45	34,1	18,2	47,7	44	4,5	4,5	90,9	44	40,9	15,9	43,2	44
	51-60j	47,8	37,0	15,2	46	28,9	26,7	44,4	45	55,6	22,2	22,2	45	8,7	23,9	67,4	46	47,8	21,7	30,4	46
	61-77j	72,3	25,5	2,1	47	52,1	29,2	18,8	48	80,9	14,9	4,3	47	22,9	47,9	29,2	48	85,1	6,4	8,5	47
	Σ	48,9	35,8	15,3	137	34,1	23,9	42,0	138	57,4	18,4	24,3	136	12,3	26,1	61,6	138	58,4	14,6	27,0	137
Gesamt		42,3	32,3	25,4	279	28,9	20,7	50,4	280	48,4	17,6	34,1	279	11,8	24,3	63,9	280	57,1	20,7	22,1	280

Tabelle 66: Deskription der kategorialen Beweglichkeitstests 1992

1992		M. Ischiocrurale, rechts				M. Ischiocrurale, links				M. Rectus femoris, rechts			
		starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N
m	33-40j	19,5	46,3	34,1	82	19,5	41,5	39,0	82	24,1	28,9	47,0	83
	41-50j	31,3	50,0	18,8	80	21,3	58,8	20,0	80	26,3	18,8	55,0	80
	51-60j	38,6	38,6	22,9	70	32,9	41,4	25,7	70	34,3	28,6	37,1	70
	61-77j	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
	Σ	29,3	45,3	25,4	232	24,1	47,4	28,4	232	27,9	25,3	46,8	233
w	33-40j	7,8	30,0	62,2	90	4,4	36,7	58,9	90	6,7	21,1	72,2	90
	41-50j	10,5	30,3	59,2	76	1,3	34,2	64,5	76	14,5	26,3	59,2	76
	51-60j	9,1	33,3	57,6	66	6,1	31,8	62,1	66	16,7	36,4	47,0	66
	61-77j	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
	Σ	9,1	31,0	59,9	232	3,9	34,5	61,6	232	12,1	27,2	60,8	232
Gesamt		19,2	38,1	42,7	464	140	40,9	45,0	464	20,0	26,2	53,8	465
		M. Rectus femoris, links				BWS/Schulter, rechts				BWS/Schulter, links			
		starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N
m	33-40j	20,5	36,1	43,4	83	31,3	30,1	38,6	83	32,5	34,9	32,5	83
	41-50j	30,0	27,5	42,5	80	41,3	30,0	28,7	80	41,3	31,3	27,5	80
	51-60j	38,6	22,9	38,6	70	54,3	30,0	15,7	70	60,0	21,4	18,6	70
	61-77j	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
	Σ	29,2	29,2	41,6	233	41,6	30,0	28,3	233	43,8	29,6	26,6	233
w	33-40j	10,0	20,0	70,0	90	18,7	31,9	49,5	91	19,8	37,4	42,9	91
	41-50j	13,2	28,9	57,9	76	33,3	28,0	38,7	75	37,3	38,7	24,0	75
	51-60j	12,1	43,9	43,9	66	29,9	37,3	32,8	67	26,9	41,8	31,3	67
	61-77j	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
	Σ	11,6	29,7	58,6	232	26,6	32,2	41,2	233	27,5	39,1	33,5	233
Gesamt		20,4	29,5	50,1	465	34,1	31,1	34,8	466	35,6	34,3	30,0	466

Tabelle 67: Deskription der kategorialen Beweglichkeitstests 1997

1997		M. Ischiocrurale, rechts				M. Ischiocrurale, links				M. Rectus femoris, rechts			
		starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N
m	33-40j	46,2	41,0	12,8	78	48,7	37,2	14,1	78	7,6	67,1	25,3	79
	41-50j	53,0	27,3	19,7	66	50,0	30,3	19,7	66	13,6	62,1	24,2	66
	51-60j	58,6	36,2	5,2	58	67,2	27,6	5,2	58	22,4	69,0	8,6	58
	61-77j	71,4	28,6	0,0	7	85,7	14,3	0,0	7	28,6	71,4	0,0	7
	Σ	52,6	34,9	12,4	209	55,5	31,6	12,9	209	14,3	66,2	19,5	210
w	33-40j	8,0	48,3	43,7	87	13,8	43,7	42,5	87	0,0	43,7	56,3	87
	41-50j	25,0	35,7	39,3	56	21,4	37,5	41,1	56	3,6	58,9	37,5	56
	51-60j	35,5	38,7	25,8	62	37,1	38,7	24,2	62	12,9	72,6	14,5	62
	61-77j	33,3	66,7	0,0	3	33,3	33,3	33,3	3	66,7	33,3	0,0	3
	Σ	21,2	42,3	36,5	208	23,1	40,4	36,5	208	5,8	56,3	38,0	208
Gesamt		36,9	38,6	24,5	417	39,3	36,0	24,7	417	10,0	61,2	28,7	418
		M. Rectus femoris, links				BWS/Schulter, rechts				BWS/Schulter, links			
		starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N
m	33-40j	12,7	64,6	22,8	79	15,2	50,6	34,2	79	17,7	51,9	30,4	79
	41-50j	16,7	59,1	24,2	66	25,8	54,5	19,7	66	27,3	57,6	15,2	66
	51-60j	27,6	67,2	5,2	58	48,3	41,4	10,3	58	50,0	37,9	12,1	58
	61-77j	42,9	57,1	0,0	7	57,1	28,6	14,3	7	57,1	42,9	0,0	7
	Σ	19,0	63,3	17,6	210	29,0	48,6	22,4	210	31,0	49,5	19,5	210
w	33-40j	0,0	39,1	60,9	87	9,3	43,0	47,7	86	11,6	40,7	47,7	86
	41-50j	3,6	62,5	33,9	56	23,2	44,6	32,1	56	21,4	51,8	26,8	56
	51-60j	17,7	58,1	24,2	62	27,4	54,8	17,7	62	30,6	51,6	17,7	62
	61-77j	33,3	66,7	0,0	3	66,7	33,3	0,0	3	66,7	33,3	0,0	3
	Σ	6,7	51,4	41,8	208	19,3	46,9	33,8	207	20,8	46,9	32,4	207
Gesamt		12,9	57,4	29,7	418	24,2	47,7	28,1	417	25,9	48,2	25,9	417

Tabelle 68: Deskription der kategorialen Beweglichkeitstests 2002

2002		M. Ischiocrurale, rechts				M. Ischiocrurale, links				M. Rectus femoris, rechts			
		starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N
m	33-40j	33,3	42,1	24,6	57	28,1	47,4	24,6	57	8,8	22,8	68,4	57
	41-50j	23,0	50,8	26,2	61	26,2	45,9	27,9	61	8,2	54,1	37,7	61
	51-60j	57,1	37,8	11,1	45	50,0	34,8	15,2	46	17,8	35,6	46,7	45
	61-77j	48,5	33,3	18,2	33	45,5	36,4	18,2	33	39,4	45,5	15,2	33
	Σ	37,1	42,1	20,8	169	35,9	41,9	22,2	198	15,7	39,1	45,2	197
w	33-40j	9,4	30,2	60,4	53	7,5	30,2	62,3	53	1,9	9,4	88,7	53
	41-50j	15,4	26,9	57,7	52	17,3	17,3	65,4	52	3,8	34,6	61,5	52
	51-60j	11,4	45,7	42,9	35	17,1	37,1	45,7	35	11,4	40,0	48,6	35
	61-77j	52,0	24,0	24,0	25	44,0	36,0	20,0	25	41,7	50,0	8,3	24
	Σ	18,3	31,4	50,3	169	18,3	28,4	53,3	169	10,1	29,8	60,1	168
Gesamt		28,4	37,2	34,4	366	27,8	35,7	36,5	367	13,2	34,8	52,1	365
		M. Rectus femoris, links				BWS/Schulter, rechts				BWS/Schulter, links			
		starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N
m	33-40j	8,8	19,3	71,9	57	7,0	17,5	75,4	57	7,0	21,1	71,9	57
	41-50j	9,8	52,5	37,7	61	15,3	33,9	50,8	59	15,0	36,7	48,3	60
	51-60j	22,2	35,6	42,2	45	30,4	30,4	39,1	46	30,4	34,8	34,8	46
	61-77j	39,4	42,4	18,2	33	33,3	42,4	24,2	33	36,4	42,4	21,2	33
	Σ	17,3	37,1	45,7	197	19,9	29,6	50,5	196	20,3	32,5	47,2	197
w	33-40j	1,9	9,4	88,7	53	7,5	24,5	67,9	53	7,5	26,4	66,0	53
	41-50j	7,7	32,7	59,6	52	3,8	28,8	67,3	52	3,8	36,5	59,6	52
	51-60j	5,7	51,4	42,9	35	19,4	33,3	47,2	36	16,2	35,1	48,6	37
	61-77j	36,0	52,0	12,0	25	32,0	48,0	20,0	25	40,0	40,0	20,0	25
	Σ	9,5	31,4	59,2	169	12,9	31,2	55,9	170	13,5	33,3	53,2	171
Gesamt		13,7	34,4	51,9	366	16,7	30,3	53,0	366	17,1	32,9	50,0	368

Tabelle 69: Deskription der kategorialen Beweglichkeitstests 2010

2010		M. Ischiocrurale, rechts				M. Ischiocrurale, links				M. Rectus femoris, rechts			
		starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N
m	33-40j	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
	41-50j	31,0	35,7	33,3	42	23,8	38,1	38,1	42	7,1	57,1	35,7	42
	51-60j	36,4	38,6	25,0	44	36,4	34,1	29,5	44	13,6	50,0	36,4	44
	61-77j	55,2	32,8	12,1	58	48,3	34,5	17,2	58	25,9	53,4	20,7	58
	Σ	42,4	35,4	22,2	144	37,5	35,4	27,1	144	16,7	53,5	29,9	144
w	33-40j	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
	41-50j	9,1	27,3	63,6	44	6,8	31,8	61,4	44	4,5	20,5	75,0	44
	51-60j	15,2	41,3	43,5	46	10,9	45,7	43,5	46	4,3	52,2	43,5	46
	61-77j	28,6	34,7	36,7	49	30,6	26,5	42,9	49	26,5	55,1	18,4	49
	Σ	18,0	34,5	47,5	139	16,5	34,5	48,9	139	12,2	43,2	44,6	139
Gesamt		30,4	35,0	34,6	283	27,2	35,0	37,8	283	14,5	48,4	37,1	283
		M. Rectus femoris, links				BWS/Schulter, rechts				BWS/Schulter, links			
		starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N	starke V.	geringe V.	keine V.	N
m	33-40j	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
	41-50j	11,9	42,9	45,2	42	14,0	44,2	41,9	43	11,9	42,9	45,2	42
	51-60j	15,9	47,7	36,4	44	18,2	54,5	27,3	44	23,8	45,2	31,0	42
	61-77j	37,9	48,3	13,8	58	44,8	41,4	13,8	58	50,0	45,5	15,5	58
	Σ	23,6	46,5	29,9	144	27,6	46,2	26,2	145	31,0	40,1	28,9	142
w	33-40j	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
	41-50j	4,5	22,7	72,7	44	0,0	48,9	51,1	45	2,2	55,6	42,2	45
	51-60j	2,2	54,3	43,5	46	17,4	54,3	28,3	46	21,7	58,7	19,6	46
	61-77j	22,4	51,0	26,5	49	18,8	56,3	25,0	48	22,4	53,1	24,5	49
	Σ	10,1	43,2	46,8	139	12,2	53,2	34,5	139	15,7	55,7	28,6	140
Gesamt		17,0	44,9	38,2	283	20,1	49,6	30,3	284	23,4	47,9	28,7	282

Tabelle 70: Deskription metrische Fitnessdaten 1992 & 1997

1992		Liegestütz/40 sec			Sit-Up/ 40 sec			Handgrip			Jump and reach			Side-Bending			Sit and reach			Ausdauer		
		N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s
m	33-40j	82	14,48	4,30	81	20,07	6,97	82	54,89	7,30	81	40,90	6,29	83	20,82	4,09	83	1,28	8,64	74	3,41	0,88
	41-50j	75	12,37	4,66	75	15,20	7,53	74	53,48	6,46	72	38,74	6,68	79	19,76	3,70	80	-1,95	9,45	67	3,14	0,64
	51-60j	58	8,97	4,52	60	8,12	7,75	65	51,74	6,70	58	32,84	6,34	69	17,23	4,00	68	-6,32	10,24	47	2,76	0,54
	61-77j	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
	Σ	215	12,26	5,00	216	15,06	8,77	221	53,49	6,94	211	37,95	7,20	231	19,38	4,19	231	-2,08	9,86	188	3,15	0,77
w	33-40j	83	12,17	4,01	83	14,33	6,30	83	33,62	4,70	81	40,90	6,29	91	19,95	3,76	89	5,89	7,99	66	2,10	0,53
	41-50j	67	10,93	3,83	68	7,78	7,19	69	32,82	5,64	66	25,06	5,84	76	17,80	3,96	72	2,83	8,74	56	2,10	0,47
	51-60j	56	8,30	2,97	57	3,46	5,59	62	30,87	4,31	56	20,92	4,90	67	16,25	4,12	67	2,39	9,04	44	2,24	0,55
	61-77j	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
	Σ	206	12,26	5,00	208	9,21	7,82	214	32,56	5,02	203	25,27	6,40	234	18,19	4,20	228	3,90	8,66	166	2,14	0,52
Gesamt		421	11,50	4,60	424	12,19	8,81	435	43,19	12,11	414	31,73	9,31	465	18,78	4,23	459	0,89	9,74	354	2,68	0,83
1997		Liegestütz/40 sec			Sit-Up/ 40 sec			Handgrip			Jump and reach			Side-Bending			Sit and reach			Ausdauer		
		N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s
m	33-40j	78	15,63	3,02	79	21,75	5,00	68	54,27	7,09	79	43,03	6,61	79	22,73	4,00	79	0,92	9,22	77	3,20	0,60
	41-50j	65	13,99	3,69	65	17,00	6,45	40	53,24	5,74	65	38,03	6,98	66	20,23	3,65	66	0,72	8,99	62	2,90	0,73
	51-60j	50	10,96	4,05	52	11,73	7,31	34	46,24	9,57	56	31,46	8,67	58	17,59	3,95	57	-6,24	8,14	51	2,21	0,93
	61-77j	7	5,29	5,47	7	6,00	5,83	3	46,00	3,97	6	32,17	5,85	7	15,64	2,70	7	-11,57	13,81	7	1,62	0,40
	Σ	200	13,57	4,26	203	17,11	7,58	145	51,93	8,06	206	37,99	8,67	210	20,28	4,42	209	-1,51	9,69	197	2,79	0,86
w	33-40j	86	11,54	3,44	87	14,21	5,35	68	33,04	4,76	87	28,28	5,81	87	21,91	3,59	87	7,16	6,92	82	2,07	0,23
	41-50j	54	10,74	4,16	54	11,48	8,05	39	31,13	4,79	51	25,64	5,58	56	19,46	3,43	56	4,99	8,40	53	2,01	0,22
	51-60j	52	7,44	4,40	52	3,92	5,97	38	27,43	5,44	57	18,92	5,60	62	16,66	3,37	61	1,83	9,36	48	1,74	0,30
	61-77j	0	-	-	1	0	-	3	24,83	3,21	3	13,67	3,79	3	14,75	4,56	3	-4,50	2,50	3	1,61	0,13
	Σ	192	10,20	4,26	194	10,62	7,66	148	30,93	5,46	198	24,68	7,01	208	19,58	4,20	207	4,83	8,40	186	1,96	0,28
Gesamt		392	11,91	4,61	397	13,95	8,28	293	41,32	12,55	404	31,47	10,33	418	19,93	4,32	416	1,65	9,60	383	2,39	0,77

Tabelle 71: Deskription metrische Fitnessdaten 2002 & 2010

2002		Liegestütz/40 sec			Sit-Up/ 40 sec			Handgrip			Jump and reach			Side-Bending			Sit and reach			Ausdauer		
		N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s
m	33-40j	55	15,69	3,57	53	22,91	5,33	57	53,95	6,72	55	48,00	8,08	57	22,15	3,96	57	1,90	10,10	49	3,28	0,92
	41-50j	52	14,17	3,31	49	20,69	5,45	60	51,90	6,35	56	42,59	7,85	60	20,25	3,23	61	2,81	8,55	55	3,03	0,73
	51-60j	30	12,60	4,41	27	13,07	7,41	46	48,88	6,92	33	38,42	7,00	45	18,01	4,08	45	-3,87	10,49	32	2,42	0,72
	61-77j	16	8,75	2,35	12	11,08	7,04	30	42,66	7,17	27	30,44	8,65	33	17,41	4,18	33	-4,17	11,49	14	1,77	0,75
	Σ	154	13,85	4,08	142	19,23	7,30	194	50,47	7,52	172	41,60	9,80	196	19,80	4,20	197	-0,12	10,39	151	2,87	0,92
w	33-40j	50	12,20	3,12	50	15,64	5,83	53	32,60	4,87	52	34,30	7,59	53	21,16	4,03	53	7,50	9,09	48	2,05	0,26
	41-50j	46	12,22	3,60	45	14,98	5,83	52	31,29	4,05	48	27,25	6,66	52	19,39	3,41	51	8,12	8,05	45	2,09	0,34
	51-60j	24	8,92	2,12	27	7,52	6,50	35	27,21	5,43	31	23,53	6,33	37	16,87	3,42	37	3,92	9,64	25	1,80	0,35
	61-77j	12	8,17	3,19	12	3,92	6,24	24	24,50	4,62	19	20,47	5,41	25	16,16	4,03	24	2,04	8,88	14	1,36	0,48
	Σ	136	11,32	3,52	138	13,54	10,25	168	29,94	5,51	154	28,31	8,43	171	18,99	4,22	169	6,09	9,00	136	1,95	0,40
Gesamt		290	12,66	4,03	280	16,43	9,31	362	40,94	12,23	326	35,32	11,32	367	19,43	4,22	366	2,75	10,24	287	2,44	0,86
2010		Liegestütz/40 sec			Sit-Up/ 40 sec			Handgrip			Jump and reach			Side-Bending			Sit and reach			Ausdauer		
		N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s
m	33-40j	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
	41-50j	40	14,93	6,07	41	20,41	7,76	43	51,11	8,06	40	42,44	12,30	42	22,30	3,82	43	0,43	8,49	39	2,98	0,65
	51-60j	40	13,46	5,99	40	18,23	8,01	44	45,06	7,81	42	37,48	6,95	44	19,76	5,09	44	-2,26	10,87	41	2,69	1,49
	61-77j	52	7,85	4,53	50	8,74	7,36	62	42,22	7,95	54	27,16	10,83	58	17,20	5,18	60	-3,14	12,89	46	1,41	1,16
	Σ	132	11,70	6,30	131	15,29	9,25	149	45,62	8,71	136	34,84	12,14	144	19,47	5,21	147	-1,83	11,18	126	2,31	1,34
w	33-40j	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
	41-50j	44	11,21	4,21	43	14,05	6,15	45	32,33	5,38	43	26,70	7,34	44	21,34	4,30	44	7,34	7,84	40	1,99	0,51
	51-60j	42	9,29	4,95	44	10,80	7,24	50	29,10	6,11	45	25,01	8,98	46	19,59	3,78	49	5,49	8,28	42	1,91	0,29
	61-77j	41	4,83	4,40	41	3,10	4,62	58	23,58	5,22	43	17,43	8,61	49	17,73	3,32	57	1,84	8,87	41	1,36	0,52
	Σ	127	8,51	5,22	128	9,42	7,60	153	27,96	6,63	131	24,06	9,69	139	19,49	4,06	150	4,65	8,65	123	1,75	0,53
Gesamt		259	10,14	6,00	259	12,39	8,96	302	36,67	11,74	267	29,55	12,24	283	19,48	4,67	297	1,44	10,48	249	2,03	1,06

III DESKRIPTION DER MODELLIERUNG (HLM)

In den folgenden Tabellen sind die Daten der errechneten Modelle deskriptiv dargestellt. Es handelt sich dabei um die, mit Hilfe der HLM-Methode geschätzten Werte der abhängigen Variablen. Dargestellt sind jeweils in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht für:

-Ausdauer

-Kraft

-Koordination

-Beweglichkeit

-Body Mass Index

-Subjektive Gesundheit

-Gesundheitliche Einschränkungen (Arzteinschätzung)

-Sportliche Aktivität (SA)

-Habituelle Freizeitaktivität (HA)

-Arbeitsplatzaktivität (WRA)

Tabelle 72: Entwicklung der Ausdauer im Erwachsenenalter (Z-Werte)

Alter	Ausdauer					
	Weiblich			Männlich		
	N	M	s	N	M	s
33	20	83,75	±1,36	25	97,87	±4,36
34	37	83,79	±2,26	34	98,06	±5,93
35	43	83,92	±1,13	42	96,37	±4,26
36	13	84,07	±1,44	20	96,04	±3,65
37	3	85,78	±3,56	1	96,23	-
38	16	84,68	±1,59	18	99,07	±6,00
39	33	84,31	±1,72	40	96,30	±4,87
40	35	84,11	±1,30	31	95,89	±4,40
41	15	83,94	±1,43	20	96,18	±3,56
42	10	83,57	±4,15	8	95,19	±4,29
43	21	84,30	±1,57	25	96,49	±4,00
44	27	84,28	±1,82	34	95,40	±5,92
45	34	83,88	±1,35	35	94,59	±3,99
46	18	83,48	±1,39	17	94,09	±4,99
47	18	84,36	±1,81	14	95,02	±5,13
48	20	84,06	±1,71	19	92,31	±3,14
49	29	83,79	±2,38	43	93,09	±4,04
50	19	83,18	±1,66	26	92,71	±3,51
51	17	82,88	±1,46	20	90,55	±6,39
52	9	82,81	±1,79	8	94,94	±8,19
53	20	82,19	±1,47	28	89,67	±3,61
54	28	82,60	±1,83	27	89,13	±3,62
55	32	81,96	±1,92	35	88,66	±5,18
56	18	82,34	±2,41	20	86,92	±2,38
57	9	81,94	±2,92	8	86,27	±7,62
58	12	81,55	±2,05	11	84,51	±2,64
59	21	80,80	±2,25	25	86,41	±3,94
60	22	80,49	±2,56	21	85,66	±4,00
61	9	79,34	±1,29	15	79,80	±4,99
62	7	80,15	±2,50	6	83,76	±3,81
63	7	78,67	±2,48	13	80,95	±4,14
64	7	79,46	±3,07	11	82,92	±5,72
65	8	77,23	±2,17	8	77,53	±4,99
66	8	79,21	±5,49	7	74,16	±2,10
67	4	76,42	±2,74	4	76,85	±4,52
68	2	76,70	±5,63	9	75,94	±4,91
69	2	74,11	±0,82	2	75,10	±1,46
70	1	75,72	-	-	-	-
71	1	72,49	-	3	69,44	±5,27
72	7	74,69	±2,87	11	73,56	±3,48
73	4	72,73	±5,14	6	62,95	±1,25
74	2	73,51	±0,63	3	64,90	±8,58
75	-	-	-	1	63,12	-

Tabelle 73: Entwicklung der Kraft im Erwachsenenalter (Z-Werte)

Alter	Kraft					
	Weiblich			Männlich		
	N	M	s	N	M	s
33	21	85,25	±3,74	25	102,64	±4,27
34	39	83,79	±3,67	35	102,80	±4,05
35	44	84,10	±3,99	45	101,35	±4,36
36	12	85,85	±4,11	21	101,26	±3,84
37	3	85,39	±1,56	1	98,32	-
38	17	84,39	±5,13	18	102,39	±4,18
39	35	82,94	±3,58	40	100,61	±4,45
40	37	81,82	±4,30	31	98,51	±5,32
41	16	83,13	±4,02	20	99,88	±6,40
42	11	80,54	±5,09	8	98,09	±4,95
43	19	82,30	±5,57	23	100,44	±5,12
44	29	80,50	±4,86	34	97,93	±4,26
45	36	79,54	±3,95	34	96,18	±5,54
46	18	79,30	±4,63	18	95,02	±5,15
47	18	81,42	±3,27	14	96,89	±5,65
48	21	80,26	±5,15	18	95,31	±5,54
49	33	78,34	±4,35	42	94,89	±4,67
50	21	75,76	±4,89	28	93,83	±6,28
51	18	77,70	±4,57	20	90,81	±6,14
52	9	75,55	±4,98	8	95,65	±4,90
53	19	76,15	±4,45	30	90,72	±5,75
54	31	75,22	±4,20	30	90,78	±5,30
55	37	72,96	±5,46	38	89,35	±7,03
56	18	71,56	±5,64	20	88,34	±5,12
57	9	73,93	±3,89	8	87,37	±6,11
58	12	72,22	±5,34	11	86,81	±6,87
59	23	72,20	±4,47	27	87,33	±7,69
60	24	69,95	±5,00	20	87,65	±4,69
61	10	67,25	±5,57	15	82,29	±6,37
62	8	69,85	±5,13	6	88,11	±6,13
63	7	67,30	±5,13	13	84,53	±4,17
64	7	69,53	±5,44	13	83,33	±8,46
65	8	66,48	±3,88	9	81,25	±4,65
66	8	65,50	±4,02	7	82,79	±5,91
67	4	66,59	±2,10	4	81,81	±5,08
68	4	60,87	±5,35	9	81,98	±7,08
69	1	67,16	-	2	80,42	±0,98
70	1	72,51	-	-	-	-
71	1	68,44	-	3	77,18	±8,42
72	7	64,00	±5,04	11	80,65	±7,35
73	4	62,25	±6,86	7	73,80	±5,45
74	3	60,81	±6,67	3	74,61	±7,22
75	-	-	-	1	74,37	-

Tabelle 74: Entwicklung der Koordination im Erwachsenenalter (Z-Werte)

Alter	Koordination					
	Weiblich			Männlich		
	N	M	s	N	M	s
33	21	91,28	±4,47	25	98,47	±4,85
34	39	91,52	±5,17	35	98,64	±4,92
35	44	91,50	±5,65	45	95,74	±5,06
36	13	93,70	±6,35	21	96,93	±3,54
37	3	90,20	±7,65	1	89,94	-
38	18	91,83	±4,68	18	96,13	±4,44
39	37	90,79	±5,55	40	95,92	±5,47
40	38	89,30	±5,08	31	94,95	±5,79
41	16	91,39	±5,98	21	95,29	±5,26
42	11	87,56	±5,47	8	96,18	±4,49
43	21	90,56	±4,74	25	94,78	±5,20
44	29	88,64	±5,84	35	93,80	±4,99
45	37	88,27	±5,59	35	93,38	±5,09
46	18	88,27	±4,72	21	91,37	±5,07
47	18	87,84	±5,39	14	92,93	±6,65
48	21	87,05	±5,24	19	91,31	±6,19
49	33	86,14	±4,92	44	90,65	±5,37
50	22	83,79	±5,30	28	91,09	±4,50
51	19	84,51	±6,43	20	88,75	±6,57
52	9	85,66	±6,79	8	90,27	±5,64
53	21	83,20	±4,85	31	87,60	±5,66
54	33	82,73	±5,70	31	85,92	±4,69
55	37	79,38	±4,97	39	86,35	±4,80
56	21	78,12	±6,31	21	84,77	±4,58
57	9	80,75	±4,77	8	81,78	±8,11
58	12	78,18	±5,41	11	82,24	±5,20
59	23	78,55	±4,77	26	83,87	±5,24
60	25	76,78	±3,70	22	82,17	±3,50
61	11	76,12	±5,66	15	80,83	±6,04
62	8	78,24	±6,39	6	80,01	±4,34
63	7	74,74	±5,27	13	80,15	±4,25
64	8	76,65	±7,06	12	79,09	±7,26
65	9	72,48	±4,38	9	79,84	±3,62
66	9	71,76	±3,91	7	76,89	±4,79
67	4	71,61	±2,11	4	77,30	±3,44
68	4	68,60	±5,45	9	76,06	±4,75
69	2	68,62	±7,41	2	72,43	±6,00
70	1	73,14	-	0	-	-
71	1	70,34	-	3	70,01	±3,39
72	7	69,65	±3,13	11	74,91	±4,47
73	4	66,86	±1,37	7	71,24	±3,75
74	3	63,01	±4,34	3	68,53	±1,87
75	0	-	-	1	64,35	-

Tabelle 75: Entwicklung der Beweglichkeit im Erwachsenenalter (Z-Werte)

Alter	Beweglichkeit					
	Weiblich			Männlich		
	N	M	s	N	M	s
33	21	106,97	±8,49	25	103,62	±8,34
34	39	107,38	±6,88	35	101,38	±7,61
35	44	107,85	±6,14	45	100,64	±6,67
36	13	108,88	±7,64	21	101,19	±8,25
37	3	108,56	±3,97	1	95,12	
38	18	107,29	±7,10	18	101,72	±8,39
39	36	106,08	±6,47	40	98,39	±8,56
40	37	104,49	±7,41	31	100,04	±7,08
41	16	106,52	±7,63	20	99,91	±7,36
42	11	104,93	±6,97	8	99,73	±6,14
43	20	106,34	±6,30	24	102,04	±7,68
44	29	104,46	±7,49	35	97,27	±8,46
45	36	102,67	±6,80	34	97,41	±7,92
46	18	102,26	±8,13	20	96,80	±7,47
47	18	105,76	±7,36	14	96,88	±6,98
48	21	103,96	±8,59	19	97,88	±7,99
49	33	103,74	±7,62	43	95,47	±8,58
50	22	98,10	±9,20	28	95,79	±8,08
51	19	99,25	±9,25	20	94,61	±8,33
52	9	102,24	±5,57	8	99,23	±8,77
53	19	101,48	±6,50	30	95,73	±7,42
54	33	100,30	±6,90	31	90,20	±9,62
55	37	97,99	±9,74	38	92,81	±8,75
56	20	97,53	±10,05	21	92,18	±9,38
57	9	100,69	±10,45	8	85,73	±7,94
58	12	97,63	±6,66	11	93,42	±5,58
59	23	96,75	±8,92	27	88,73	±9,47
60	24	98,18	±8,50	20	92,36	±6,75
61	11	95,80	±10,11	15	87,17	±10,07
62	7	103,22	±10,08	6	92,54	±14,91
63	7	98,66	±5,43	13	92,58	±12,30
64	8	97,32	±10,32	13	89,51	±12,36
65	8	96,32	±8,98	9	88,55	±11,29
66	9	93,58	±10,76	7	91,06	±12,26
67	4	94,90	±6,22	4	93,66	±10,07
68	4	78,74	±24,82	9	88,86	±10,51
69	2	90,47	±21,42	2	96,61	±7,73
70	1	111,33	-	0	-	-
71	1	102,43	-	3	94,44	±15,85
72	6	99,61	±8,80	11	92,33	±9,05
73	4	94,35	±13,70	6	88,58	±9,47
74	3	107,91	±9,77	3	75,40	±7,48
75	0	-	-	1	127,00	-

Tabelle 76: Entwicklung des Body Mass Index im Erwachsenenalter

Alter	Body Mass Index					
	Weiblich			Männlich		
	N	M	s	N	M	s
33	21	24,04	±3,41	25	25,39	±3,08
34	39	23,46	±4,15	35	25,91	±2,46
35	44	23,60	±3,95	45	25,29	±2,22
36	13	23,18	±3,01	21	26,14	±3,67
37	3	25,59	±2,55	1	26,98	-
38	18	23,03	±2,29	18	27,07	±3,39
39	36	23,48	±2,82	40	26,53	±3,56
40	38	24,80	±2,85	31	25,78	±2,71
41	16	23,79	±3,52	19	25,26	±2,25
42	11	26,37	±6,62	9	27,55	±3,62
43	20	24,83	±3,14	24	26,19	±2,31
44	29	24,16	±2,56	35	27,48	±3,76
45	37	25,27	±3,60	33	26,82	±3,20
46	17	25,11	±2,78	20	26,77	±5,01
47	18	24,93	±3,10	14	27,17	±3,14
48	21	25,83	±5,88	19	27,59	±2,83
49	33	24,28	±2,83	43	27,09	±3,05
50	22	26,60	±4,02	27	26,65	±3,65
51	19	25,88	±2,68	20	26,25	±2,81
52	9	26,28	±4,82	8	28,50	±2,82
53	19	25,65	±3,51	30	27,86	±3,48
54	34	26,25	±4,33	31	28,08	±4,26
55	37	26,81	±4,20	37	26,81	±3,16
56	20	28,82	±2,36	21	27,34	±3,02
57	9	24,32	±3,02	8	28,69	±6,33
58	12	26,62	±3,94	11	27,79	±2,96
59	23	25,76	±3,90	27	27,60	±3,19
60	26	26,95	±4,81	20	27,21	±2,99
61	11	28,53	±2,11	15	28,79	±3,12
62	7	25,51	±2,95	6	29,44	±4,46
63	7	27,15	±5,15	13	27,70	±4,96
64	8	28,37	±4,92	13	26,57	±2,52
65	9	26,48	±3,60	9	28,13	±4,07
66	9	27,52	±4,42	7	29,81	±3,07
67	4	28,24	±7,88	4	27,74	±2,79
68	4	28,81	±6,19	9	25,94	±3,68
69	2	26,76	±2,45	2	25,19	±2,41
70	1	21,63	-	0	-	-
71	1	23,62	-	3	27,21	±3,57
72	6	27,24	±4,21	11	27,97	±2,27
73	4	25,15	±3,08	6	28,18	±3,52
74	3	29,66	±4,78	3	29,16	±2,44
75	0	-	-	1	27,09	-

Tabelle 77: Entwicklung der subjektiven Gesundheit im Erwachsenenalter

Alter	Subjektive Gesundheit					
	Weiblich			Männlich		
	N	M	s	N	M	s
33	21	17,03	±1,37	25	17,33	±1,07
34	41	16,93	±1,50	35	17,45	±1,12
35	44	17,32	±1,22	45	17,60	±1,07
36	13	17,67	±1,18	21	16,65	±1,61
37	3	17,18	±0,67	1	18,38	-
38	18	17,31	±1,62	18	16,89	±1,28
39	35	16,90	±1,22	40	17,38	±1,30
40	39	17,45	±1,21	30	17,64	±1,72
41	17	17,82	±1,27	20	16,75	±1,38
42	11	16,76	±1,30	9	17,84	±1,26
43	20	17,37	±1,90	24	17,48	±1,60
44	29	17,11	±1,38	35	17,29	±1,23
45	37	17,47	±1,13	34	17,16	±1,40
46	18	17,46	±1,43	20	16,72	±1,87
47	18	17,68	±1,74	14	17,85	±1,33
48	21	17,63	±1,68	19	17,17	±1,68
49	32	17,34	±1,34	42	17,00	±1,53
50	22	16,71	±1,48	28	17,32	±1,72
51	19	17,33	±1,41	20	16,70	±2,07
52	9	16,95	±1,93	8	16,42	±1,82
53	19	17,41	±1,52	30	17,63	±1,95
54	34	16,71	±1,36	31	16,09	±1,89
55	36	16,56	±1,52	37	17,37	±1,55
56	20	16,57	±1,89	21	16,06	±1,95
57	9	16,56	±1,53	8	16,02	±1,99
58	12	17,19	±1,27	11	17,21	±1,94
59	23	16,60	±1,49	27	16,13	±2,35
60	25	16,54	±1,58	20	17,12	±1,64
61	11	16,96	±2,25	15	16,57	±1,20
62	7	17,02	±0,64	6	15,86	±1,90
63	7	16,21	±0,80	13	17,69	±1,35
64	8	16,85	±2,24	13	15,74	±3,09
65	9	16,15	±1,89	9	16,50	±1,77
66	8	16,51	±2,54	7	16,24	±2,25
67	4	16,91	±1,60	4	16,06	±2,44
68	4	15,93	±2,89	9	16,82	±2,18
69	2	14,62	±2,56	2	17,73	±0,46
70	1	17,44	-	0	-	-
71	1	15,85	-	3	17,31	±1,30
72	6	16,25	±2,39	11	16,49	±2,17
73	3	16,71	±1,14	6	16,54	±2,28
74	3	14,79	±2,62	3	15,54	±2,30
75	0	-	-	1	15,67	-

Tabelle 78: Entwicklung der ges. Einschränkungen im Erwachsenenalter

Alter	Gesundheitliche Einschränkungen (Arzteinschätzung)					
	Weiblich			Männlich		
	N	M	s	N	M	s
33	23	0,80	±0,28	25	0,84	±0,18
34	42	0,75	±0,20	33	0,87	±0,19
35	46	0,83	±0,22	46	0,96	±0,18
36	13	0,86	±0,26	21	1,01	±0,24
37	3	0,92	±0,04	1	1,08	-
38	19	0,90	±0,26	18	1,10	±0,29
39	39	0,98	±0,28	40	1,14	±0,27
40	41	1,04	±0,32	32	1,16	±0,31
41	16	1,00	±0,28	20	1,27	±0,34
42	11	1,16	±0,31	9	1,27	±0,30
43	20	1,10	±0,36	24	1,18	±0,33
44	31	1,21	±0,44	36	1,41	±0,39
45	38	1,29	±0,42	36	1,40	±0,46
46	20	1,39	±0,51	21	1,80	±0,71
47	18	1,22	±0,34	15	1,55	±0,43
48	22	1,37	±0,63	21	1,68	±0,69
49	33	1,43	±0,46	45	1,73	±0,54
50	23	1,86	±0,62	30	1,61	±0,77
51	19	1,62	±0,50	19	2,08	±0,57
52	9	1,49	±0,61	8	1,60	±0,49
53	20	1,58	±0,58	31	1,79	±0,76
54	37	1,95	±0,68	31	2,36	±0,80
55	37	2,26	±0,92	39	1,89	±0,85
56	20	2,32	±0,59	21	2,40	±0,90
57	9	1,92	±0,78	9	2,44	±0,94
58	15	1,94	±0,90	12	2,31	±1,07
59	23	2,27	±0,77	27	2,48	±0,92
60	27	2,45	±0,92	21	2,17	±0,98
61	11	2,64	±0,79	15	2,73	±0,92
62	8	2,23	±0,97	6	2,43	±1,03
63	7	2,47	±0,88	14	1,91	±0,77
64	11	2,75	±0,97	15	2,67	±0,95
65	13	2,41	±0,93	11	2,67	±1,05
66	10	2,69	±1,07	8	3,05	±1,16
67	4	3,15	±1,47	4	3,49	±1,03
68	4	3,18	±1,10	9	3,30	±1,45
69	2	3,23	±0,47	2	2,42	±0,89
70	1	2,07	-	0	-	-
71	1	2,97	-	3	2,95	±0,78
72	6	3,24	±1,20	11	3,47	±1,00
73	4	3,14	±1,75	6	3,57	±1,36
74	3	3,52	±0,85	3	4,74	±1,87
75	0	-	-	1	3,30	-

Tabelle 79: Entwicklung der sportlichen Aktivität im Erwachsenenalter

Alter	Sportliche Aktivität (SA)					
	Weiblich			Männlich		
	N	M	s	N	M	s
33	23	7,84	±4,05	25	12,06	±5,72
34	42	8,06	±5,14	35	11,99	±6,96
35	46	9,49	±6,43	45	11,26	±7,01
36	13	12,67	±10,46	21	11,63	±6,53
37	3	8,58	±1,84	1	7,33	-
38	19	8,46	±3,73	18	12,76	±5,19
39	39	9,64	±5,53	40	11,39	±6,96
40	41	9,01	±4,87	32	13,37	±10,66
41	17	13,00	±9,91	20	12,95	±8,79
42	11	10,16	±6,97	9	12,50	±5,09
43	20	12,47	±7,23	24	11,93	±6,61
44	31	10,14	±6,52	36	11,36	±6,27
45	38	8,38	±4,68	36	12,45	±8,29
46	20	10,97	±5,98	21	12,10	±9,78
47	18	13,34	±7,35	15	11,66	±6,72
48	22	11,64	±4,72	21	9,18	±5,24
49	33	9,77	±8,80	45	9,60	±5,14
50	23	7,61	±4,74	30	13,40	±8,84
51	19	11,39	±6,61	20	9,97	±9,93
52	9	12,14	±8,35	8	15,58	±11,30
53	20	9,83	±6,00	31	11,56	±10,02
54	37	8,87	±4,96	31	9,87	±4,97
55	37	8,12	±7,61	39	9,76	±6,95
56	20	8,19	±6,06	23	8,40	±6,74
57	10	8,62	±6,40	10	8,30	±6,16
58	15	10,32	±6,84	11	7,59	±4,22
59	23	8,56	±6,42	27	9,92	±8,28
60	27	6,73	±6,82	21	12,00	±9,28
61	11	9,13	±5,86	15	10,54	±8,31
62	8	10,55	±8,17	6	8,87	±4,20
63	7	6,34	±6,07	13	11,09	±3,98
64	11	7,90	±5,18	15	9,42	±6,34
65	14	8,05	±9,16	11	7,59	±9,00
66	10	10,13	±7,53	8	5,78	±3,83
67	4	6,40	±3,28	4	2,96	±2,34
68	4	4,08	±8,18	9	10,55	±5,24
69	3	7,25	±3,40	2	10,91	±3,37
70	1	4,35	-	0	-	-
71	1	5,81	-	3	6,30	±3,05
72	6	7,75	±2,23	11	10,58	±4,07
73	4	12,87	±16,45	6	1,93	±4,26
74	3	0,39	±2,09	3	15,75	±12,09
75	0	-	-	1	8,21	-

Tabelle 80: Entwicklung der habituellen Freizeitaktivität im Erwachsenenalter

Alter	Habituelle Freizeitaktivität (HA)					
	Weiblich			Männlich		
	N	M	s	N	M	s
33	21	10,82	±3,87	25	8,49	±3,75
34	41	10,45	±3,41	35	8,84	±3,10
35	45	10,53	±3,32	45	9,62	±3,95
36	13	10,31	±3,35	21	10,78	±3,71
37	3	7,41	±0,38	1	5,74	-
38	18	8,94	±2,37	18	10,07	±2,04
39	37	9,75	±2,71	40	10,06	±3,92
40	39	9,37	±2,66	31	12,03	±5,46
41	17	10,43	±3,67	20	11,73	±4,91
42	11	9,16	±1,86	9	12,27	±3,43
43	21	11,15	±3,06	25	12,76	±6,09
44	29	10,27	±3,67	35	12,74	±5,01
45	38	9,00	±3,32	35	12,48	±3,91
46	18	11,66	±5,13	21	12,84	±7,56
47	18	12,16	±5,24	14	14,16	±4,06
48	21	12,60	±4,34	19	13,24	±5,57
49	33	12,14	±7,69	44	14,34	±7,92
50	22	11,31	±5,31	28	12,73	±4,93
51	19	12,80	±5,22	20	15,52	±8,78
52	9	12,40	±4,75	8	16,39	±6,03
53	20	13,34	±7,39	30	18,64	±11,62
54	34	11,78	±5,01	31	16,51	±8,85
55	37	12,81	±6,92	38	15,97	±7,51
56	20	16,93	±7,87	21	18,04	±7,59
57	9	16,84	±11,00	8	17,43	±9,21
58	12	12,15	±7,40	11	16,41	±7,34
59	23	15,09	±7,77	27	22,24	±15,08
60	26	19,25	±19,70	22	22,83	±13,28
61	11	17,60	±8,94	15	26,78	±19,17
62	7	23,23	±24,16	6	21,69	±10,89
63	7	16,38	±7,41	13	26,61	±10,89
64	8	23,78	±7,54	13	35,09	±20,14
65	10	18,22	±12,00	9	30,97	±20,02
66	9	27,30	±15,40	7	20,36	±12,29
67	4	19,22	±9,27	4	23,13	±11,82
68	4	21,38	±16,35	9	46,13	±55,83
69	2	23,89	±19,94	2	24,07	±3,54
70	1	13,19	-	0	-	-
71	1	6,20	-	3	32,45	±21,97
72	6	28,01	±10,96	11	40,60	±30,54
73	4	30,82	±12,46	6	44,31	±34,10
74	3	23,69	±8,58	3	37,55	±15,77
75	0	-	-	1	10,78	-

Tabelle 81: Entwicklung der Arbeitsplatzaktivität im Erwachsenenalter

Alter	Arbeitsplatzaktivität (WRA)					
	Weiblich			Männlich		
	N	M	s	N	M	s
33	23	25,96	±16,03	25	45,65	±21,36
34	44	27,00	±15,90	35	45,78	±18,82
35	48	27,76	±12,36	46	47,10	±22,54
36	13	30,36	±13,93	21	41,88	±16,35
37	3	21,69	±18,11	1	39,79	-
38	19	30,28	±14,69	18	43,83	±16,55
39	40	34,09	±16,34	40	51,79	±20,74
40	41	38,41	±17,88	32	47,76	±21,15
41	17	30,30	±16,03	21	46,75	±20,39
42	11	32,70	±21,79	9	41,62	±15,43
43	23	34,15	±12,55	25	39,85	±12,76
44	31	41,36	±17,92	36	53,82	±20,67
45	39	43,09	±18,70	37	51,78	±20,76
46	20	33,50	±11,44	22	52,74	±26,16
47	18	31,23	±11,44	15	51,99	±17,77
48	22	38,53	±15,61	21	47,13	±16,05
49	34	42,35	±15,61	46	50,36	±20,20
50	23	43,25	±18,37	30	47,69	±19,27
51	19	32,16	±13,62	20	50,07	±22,32
52	9	40,72	±20,56	8	31,55	±5,46
53	22	35,29	±15,44	32	39,28	±19,17
54	37	39,42	±14,00	33	45,27	±17,55
55	37	36,70	±16,36	41	45,51	±17,76
56	21	28,47	±10,75	23	41,82	±18,36
57	9	28,45	±14,40	9	40,17	±20,80
58	15	39,41	±18,33	12	37,26	±21,82
59	24	28,61	±8,81	27	35,24	±18,93
60	27	27,35	±14,21	23	25,41	±11,26
61	11	17,36	±10,70	15	27,93	±16,49
62	9	30,33	±20,07	6	32,27	±18,90
63	7	21,15	±14,96	14	21,39	±13,58
64	12	24,62	±14,65	15	24,71	±8,54
65	14	21,08	±18,83	12	22,31	±15,84
66	10	27,14	±18,51	8	14,34	±11,69
67	4	10,28	±17,33	4	22,00	±23,46
68	4	18,94	±18,25	9	10,51	±14,27
69	2	0,00	±8,64	2	14,65	±12,67
70	1	37,11	-	0	-	-
71	1	5,36	-	3	7,43	±19,48
72	7	1,47	±11,38	11	0,00	-
73	4	0,00	-	7	0,00	-
74	3	0,00	-	3	0,00	-
75	0	-	-	1	7,35	-

IV SYNTAX ZUR BERECHNUNG DER MOTORIK-SKALEN

Die Syntax ist im Original belassen worden und nicht zur Übersichtlichkeit der Druckversion dieser Arbeit aufgearbeitet. Dies ermöglicht es die Syntax per Copy und Paste Befehl aus der elektronischen Version dieser Arbeit zu übernehmen.

*#####Beginn Syntax Fitnessindizes Stand 2013#####

*Diese Syntax erstellt die Fitnessindizes (Stand 2013) anhand der Daten 1992-2010. Dabei wird die Funktion mean.x genutzt um die Skalen zu bilden.

*Dabei wird im Gegensatz zu der Syntax im Methodenband etwas liberaler mit fehlenden Werten umgegangen. Dadurch erhalten mehr Personen einen Wert für den Fitnessindex.

*Die Syntax nutzt mit Ausnahme der funktionsorientierten Beweglichkeit die original Referenzwerte (z-Werte 1992, 35j Männer) aus dem Methodenband I (Woll, 1995).

*Bei der funktionsorientierten Beweglichkeit wurden nur sechs durchgängig erhobene, statt bisher 8 Items verwendet. Dadurch ergaben sich neue Referenzwerte.

*#####*KRAFT*#####

*##1992##

Compute Handgrip2013_92 = mean(handgrip_links_1_92, handgrip_links_2_92, handgrip_rechts_1_92, handgrip_rechts_2_92).

Execute.

compute zHandgrip2013_92 = 100 + (((Handgrip2013_92 - 52.8188)/5.8760)*10).

compute zJump_and_Reach2013_92 = 100 + (((Jump_and_Reach_92 - 41.2619) /6.8763)*10).

compute zLiegestütz2013_92 = 100 + (((Liegestütz_92 - 15.0476) /3.9753)*10).

compute zSit_Up2013_92 = 100 + (((Sit_Up_92 - 19.8571) /7.4230)*10).

Execute.

compute zKraft2013_92= mean.2(zSit_Up2013_92, zLiegestütz2013_92, zJump_and_Reach2013_92, zHandgrip2013_92).

Execute.

VARIABLE LABELS zKraft2013_92 "1992 Zwert(35j.B.S.)Kraft".

Execute.

*##1997##

Compute Handgrip2013_97 = mean(handgrip_links_1_97, handgrip_links_2_97, handgrip_rechts_1_97, handgrip_rechts_2_97).

Execute.

compute zHandgrip2013_97 = 100 + (((Handgrip2013_97 - 52.8188)/5.8760)*10).

```
compute zJump_and_Reach2013_97 = 100 + (((Jump_and_Reach_97 -
41.2619) /6.8763)*10).
```

```
compute zLiegestütz2013_97 = 100 + (((Liegestütz_97 -
15.0476) /3.9753)*10).
```

```
compute zSit_Up2013_97 = 100 + (((Sit_Up_97 -
19.8571) /7.4230)*10).
```

Execute.

```
compute zKraft2013_97= mean.2(zSit_Up2013_97, zLiegestütz2013_97,
zJump_and_Reach2013_97, zHandgrip2013_97) .
```

Execute.

```
VARIABLE LABELS zKraft2013_97 "1997 Zwert(35j.B.S.)Kraft".
```

Execute.

```
***2002**
```

```
Compute Handgrip2013_02 = mean(handgrip_links_1_02, handgrip_links_2_02, hand-
grip_rechts_1_02, handgrip_rechts_2_02).
```

Execute.

```
compute zHandgrip2013_02 = 100 + (((Handgrip2013_02 - 52.8188)/5.8760)*10).
```

```
compute zJump_and_Reach2013_02 = 100 + (((Jump_and_Reach_02 -
41.2619) /6.8763)*10).
```

```
compute zLiegestütz2013_02 = 100 + (((Liegestütz_02 -
15.0476) /3.9753)*10).
```

```
compute zSit_Up2013_02 = 100 + (((Sit_Up_02 -
19.8571) /7.4230)*10).
```

Execute.

```
compute zKraft2013_02= mean.2(zSit_Up2013_02, zLiegestütz2013_02,
zJump_and_Reach2013_02, zHandgrip2013_02) .
```

Execute.

```
VARIABLE LABELS zKraft2013_02 "2002 Zwert(35j.B.S.)Kraft".
```

Execute.

```
***2010**
```

```
Compute Handgrip2013_10 = mean(handgrip_links_1_10, handgrip_links_2_10, hand-
grip_rechts_1_10, handgrip_rechts_2_10).
```

Execute.

```
compute zHandgrip2013_10 = 100 + (((Handgrip2013_10 - 52.8188)/5.8760)*10).
```

```
compute zJump_and_Reach2013_10 = 100 + (((Jump_and_Reach_10 -
41.2619) /6.8763)*10).
```

```
compute zLiegestütz2013_10 = 100 + (((Liegestütz_10 -
15.0476) /3.9753)*10).
```

```
compute zSit_Up2013_10 = 100 + (((Sit_Up_10 -
19.8571) /7.4230)*10).
```

Execute.

```
compute zKraft2013_10= mean.2(zSit_Up2013_10, zLiegestütz2013_10,
zJump_and_Reach2013_10, zHandgrip2013_10) .
```

Execute.

```
VARIABLE LABELS zKraft2013_10 "2010 Zwert(35j.B.S.)Kraft".
```

Execute.

```
***Hilfsvariablen löschen**
```

```
DELETE VARIABLES zSit_Up2013_10, zSit_Up2013_02, zSit_Up2013_97, zSit_Up2013_92.
```

```
DELETE VARIABLES zLiegestütz2013_92, zLiegestütz2013_97, zLiegestütz2013_02,
zLiegestütz2013_10.
```

```
DELETE VARIABLES zJump_and_Reach2013_02, zJump_and_Reach2013_97,
zJump_and_Reach2013_92, zJump_and_Reach2013_10.
```

```
DELETE VARIABLES zHandgrip2013_10, zHandgrip2013_02, zHandgrip2013_97,
zHandgrip2013_92, Handgrip2013_92, Handgrip2013_97, Handgrip2013_02, Handgrip2013_10.
```

execute.

```
#####*KOORDINATION*#####
```

```
***1992**
```

```
COMPUTE Koordination2013_92 = (mean.5(Wurf_Wand_1_92, Wurf_Wand_2_92, Achterkrei-
sen_1_92, Achterkreisen_2_92, Einbeinstand_Augenzu_1_92, Einbeinstand_Augenzu_2_92,
Wurf_Drehung_1_92 , Wurf_Drehung_2_92, Ball_umgreifen_1_92, Ball_umgreifen_2_92)) * 10.
```

Execute.

```
compute zKoordination2013_92 = 100 + (((Koordination2013_92 - 13.6250)/4.1305) *10).
```

Execute.

```
VARIABLE LABELS zKoordination2013_92 "1992 Zwert(35j.B.S.)Koordination".
```

Execute.

```
***1997**
```

```
COMPUTE Koordination2013_97 = (mean.5(Wurf_Wand_1_97, Wurf_Wand_2_97, Achterkrei-
sen_1_97, Achterkreisen_2_97, Einbeinstand_Augenzu_1_97, Einbeinstand_Augenzu_2_97,
Wurf_Drehung_1_97 , Wurf_Drehung_2_97, Ball_umgreifen_1_97, Ball_umgreifen_2_97)) * 10.
```

Execute.

```
compute zKoordination2013_97 = 100 + (((Koordination2013_97 - 13.6250)/4.1305) *10).
```

Execute.

```
VARIABLE LABELS zKoordination2013_97 "1997 Zwert(35j.B.S.)Koordination".
```

Execute.

```
***2002**
```

```
COMPUTE Koordination2013_02 = (mean.5(Wurf_Wand_1_02, Wurf_Wand_2_02, Achterkrei-
sen_1_02, Achterkreisen_2_02, Einbeinstand_Augenzu_1_02, Einbeinstand_Augenzu_2_02,
Wurf_Drehung_1_02 , Wurf_Drehung_2_02, Ball_umgreifen_1_02, Ball_umgreifen_2_02)) * 10.
```

Execute.

```
compute zKoordination2013_02 = 100 + (((Koordination2013_02 - 13.6250)/4.1305) *10).
```

Execute.

VARIABLE LABELS zKoordination2013_02 "2002 Zwert(35j.B.S.)Koordination".

Execute.

***2010**

COMPUTE Koordination2013_10 = (mean.5(Wurf_Wand_1_10, Wurf_Wand_2_10, Achterkreisen_1_10, Achterkreisen_2_10, Einbeinstand_Augenzu_1_10, Einbeinstand_Augenzu_2_10, Wurf_Drehung_1_10, Wurf_Drehung_2_10, Ball_umgreifen_1_10, Ball_umgreifen_2_10)) * 10.

Execute.

compute zKoordination2013_10 = 100 + (((Koordination2013_10 - 13.6250)/4.1305) * 10).

Execute.

VARIABLE LABELS zKoordination2013_10 "2010 Zwert(35j.B.S.)Koordination".

Execute.

***Hilfsvariablen löschen**

DELETE VARIABLES Koordination2013_92, Koordination2013_97, Koordination2013_02, Koordination2013_10.

execute.

#####*Beweglichkeit*#####

***1992**

COMPUTE BewFunktions2013_92 = (mean.3(Ischiocrurale_rechts_92, Ischiocrurale_links_92, Rectus_rechts_92, Rectus_links_92, BWS_rechts_92, BWS_links_92)) * 6.

Execute.

COMPUTE zBewFunktions2013_92 = 100 + (((BewFunktions2013_92 - 6.9535)/3.1088) * 10).

COMPUTE SummeSide_92 = (mean(SideBending_rechts_92, SideBending_links_92)) * 2.

COMPUTE SummeSit_92 = (mean(Sit_and_Reach_1_92, Sit_and_Reach_2_92)) * 2.

COMPUTE zSummeSide_92 = 100 + (((SummeSide_92 - 43.0833) / 8.2461) * 10).

COMPUTE zSummeSit_92 = 100 + (((SummeSit_92 - 2.2024) / 8.6022) * 10).

COMPUTE zBewLeistung2013_92 = mean(zSummeSit_92, zSummeSide_92).

Compute zBeweglichkeit2013_92 = mean.0(zBewFunktions2013_92, zBewLeistung2013_92).

Execute.

***1997**

COMPUTE BewFunktions2013_97 = (mean.3(Ischiocrurale_rechts_97, Ischiocrurale_links_97, Rectus_rechts_97, Rectus_links_97, BWS_rechts_97, BWS_links_97)) * 6.

Execute.

compute zBewFunktions2013_97 = 100 + (((BewFunktions2013_97 - 6.9535)/3.1088) * 10).

COMPUTE SummeSide_97 = (mean(SideBending_rechts_97, SideBending_links_97)) * 2.

COMPUTE SummeSit_97 = (mean(Sit_and_Reach_1_97, Sit_and_Reach_2_97)) * 2.

COMPUTE zSummeSide_97 = 100 + (((SummeSide_97 - 43.0833) / 8.2461) * 10).

COMPUTE zSummeSit_97 = 100 + (((SummeSit_97 - 2.2024) / 8.6022) * 10).

```
COMPUTE zBewLeistung2013_97 = mean(zSummeSit_97, zSummeSide_97).
Compute zBeweglichkeit2013_97 = mean.0(zBewFunktions2013_97, zBewLeistung2013_97).
Execute.
```

```
***2002**
```

```
COMPUTE BewFunktions2013_02 = (mean.3(Ischiocrurale_rechts_02, Ischiocrurale_links_02, Rectus_rechts_02, Rectus_links_02, BWS_rechts_02, BWS_links_02)) * 6.
```

```
Execute.
```

```
compute zBewFunktions2013_02 = 100 + (((BewFunktions2013_02 - 6.9535)/3.1088) * 10).
```

```
COMPUTE SummeSide_02 = (mean(SideBending_rechts_02, SideBending_links_02)) * 2.
```

```
COMPUTE SummeSit_02 = (mean(Sit_and_Reach_1_02, Sit_and_Reach_2_02)) * 2.
```

```
COMPUTE zSummeSide_02 = 100 + (((SummeSide_02 - 43.0833) / 8.2461) * 10).
```

```
COMPUTE zSummeSit_02 = 100 + (((SummeSit_02 - 2.2024) / 8.6022) * 10).
```

```
COMPUTE zBewLeistung2013_02 = mean(zSummeSit_02, zSummeSide_02).
```

```
Compute zBeweglichkeit2013_02 = mean.0(zBewFunktions2013_02, zBewLeistung2013_02).
```

```
Execute.
```

```
***2010**
```

```
COMPUTE BewFunktions2013_10 = (mean.3(Ischiocrurale_rechts_10, Ischiocrurale_links_10, Rectus_rechts_10, Rectus_links_10, BWS_rechts_10, BWS_links_10)) * 6.
```

```
Execute.
```

```
COMPUTE zBewFunktions2013_10 = 100 + (((BewFunktions2013_10 - 6.9535)/3.1088) * 10).
```

```
COMPUTE SummeSide_10 = (mean(SideBending_rechts_10, SideBending_links_10)) * 2.
```

```
COMPUTE SummeSit_10 = (mean(Sit_and_Reach_1_10, Sit_and_Reach_2_10)) * 2.
```

```
COMPUTE zSummeSide_10 = 100 + (((SummeSide_10 - 43.0833) / 8.2461) * 10).
```

```
COMPUTE zSummeSit_10 = 100 + (((SummeSit_10 - 2.2024) / 8.6022) * 10).
```

```
COMPUTE zBewLeistung2013_10 = mean(zSummeSit_10, zSummeSide_10).
```

```
Compute zBeweglichkeit2013_10 = mean.0(zBewFunktions2013_10, zBewLeistung2013_10).
```

```
Execute.
```

```
***Label vergeben**
```

```
VARIABLE LABELS zBeweglichkeit2013_92 "1992 Zwert(35j.B.S.)Beweglichkeit".
```

```
VARIABLE LABELS zBeweglichkeit2013_97 "1997 Zwert(35j.B.S.)Beweglichkeit".
```

```
VARIABLE LABELS zBeweglichkeit2013_02 "2002 Zwert(35j.B.S.)Beweglichkeit".
```

```
VARIABLE LABELS zBeweglichkeit2013_10 "2010 Zwert(35j.B.S.)Beweglichkeit".
```

```
Execute.
```

```
***Hilfsvariablen löschen**
```

```
DELETE VARIABLES SummeSide_10, SummeSit_10, SummeSide_02, SummeSit_02, SummeSide_97, SummeSit_97, SummeSide_92, SummeSit_92.
```

```
DELETE VARIABLES zSummeSide_10, zSummeSit_10, zSummeSide_02, zSummeSit_02, zSummeSide_97, zSummeSit_97, zSummeSide_92, zSummeSit_92.
```



```
DELETE VARIABLES zBewLeistung2013_10, zBewLeistung2013_02, zBewLeistung2013_97,
zBewLeistung2013_92.
```

```
DELETE VARIABLES zBewFunktions2013_10, zBewFunktions2013_02, zBewFunktions2013_97,
zBewFunktions2013_92.
```

```
DELETE VARIABLES BewFunktions2013_10, BewFunktions2013_02, BewFunktions2013_97,
BewFunktions2013_92.
```

```
execute.
```

```
*#####*Ausdauer*#####
```

```
compute zAusdauer2013_92 = 100 + (((Vo2max_92 -
3.5949) / 0.9512) * 10).
```

```
compute zAusdauer2013_97 = 100 + (((Vo2max_97 -
3.5949) / 0.9512) * 10).
```

```
compute zAusdauer2013_02 = 100 + (((Ausdauer_02 -
3.5949) / 0.9512) * 10).
```

```
compute zAusdauer2013_10 = 100 + (((Ausdauer_10 -
3.5949) / 0.9512) * 10).
```

```
Execute.
```

```
*##Label vergeben##
```

```
VARIABLE LABELS zAusdauer2013_92 "1992 Zwert(35j.B.S.)Ausdauer".
```

```
VARIABLE LABELS zAusdauer2013_97 "1997 Zwert(35j.B.S.)Ausdauer".
```

```
VARIABLE LABELS zAusdauer2013_02 "2002 Zwert(35j.B.S.)Ausdauer".
```

```
VARIABLE LABELS zAusdauer2013_10 "2010 Zwert(35j.B.S.)Ausdauer".
```

```
Execute.
```

```
*#####Allgemeiner Fitnessindex#####
```

```
Compute zFitness2013_92 = mean.2(zAusdauer2013_92, zKraft2013_92, zBeweglichkeit2013_92,
zKoordination2013_92).
```

```
Execute.
```

```
VARIABLE LABELS zFitness2013_92 "1992 Fitnessindex Version 2013".
```

```
Execute.
```

```
Compute zFitness2013_97 = mean.2(zAusdauer2013_97, zKraft2013_97, zBeweglichkeit2013_97,
zKoordination2013_97).
```

```
Execute.
```

```
VARIABLE LABELS zFitness2013_97 "1997 Fitnessindex Version 2013".
```

```
Execute.
```

```
Compute zFitness2013_02 = mean.2(zAusdauer2013_02, zKraft2013_02, zBeweglichkeit2013_02,
zKoordination2013_02).
```

```
Execute.
```

VARIABLE LABELS zFitness2013_02 "2002 Fitnessindex Version 2013".

Execute.

Compute zFitness2013_10 = mean.2(zAusdauer2013_10, zKraft2013_10, zBeweglichkeit2013_10, zKoordination2013_10).

Execute.

VARIABLE LABELS zFitness2013_10 "2010 Fitnessindex Version 2013".

Execute.