Körperliche Aktivität im Alter - Einfluss auf die psychische Gesundheit, die kognitiven Funktionen und die körperliche Leistungsfähigkeit

Von der Sportwissenschaftlichen Fakultät

der Universität Leipzig

genehmigte

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor philosophiae

(Dr. phil.)

vorgelegt

von Master of Science Cathleen Illig

geboren am 09. 01. 1983 in Eberswalde – Finow

Gutachter: Prof. Dr. Dorothee Alfermann

Prof. Dr. Petra Wagner

Tag der Verleihung: 13.09.2012

Bibliographische Beschreibung und Referat

Universität Leipzig, Sportwissenschaftliche Fakultät,

Institut für Sportpsychologie und Sportpädagogik

Dissertation

Körperliche Aktivität im Alter – Einfluss auf die psychische Gesundheit, die kognitiven Funktionen und die körperliche Leistungsfähigkeit.

Name: **Illig** Vorname: **Cathleen** Matrikel: 1190358

Erscheinungsjahr:	2012	Abbildungen:	16
Blattzahl:	205	Literaturangaben:	195
Anlagen:	16	Tabellen:	30

REFERAT:

Durch eine geringe Geburtenrate und eine steigende Lebenserwartung steigt die Zahl an alten Menschen in unserer Gesellschaft drastisch an. Es kommt zu bedeutenden demographischen Veränderungen. Die Vielzahl älterer Menschen führt zu einem bewussten Wahrnehmen des Alterns. So hat sich die Sichtweise auf das Altern verändert und die negativen Ansichten werden zunehmend durch die Erkenntnis der Vielfalt des Alters ersetzt. Dabei ist Altern nicht nur ein biologischer Prozess, sondern ein multidirektionaler und multidimensionaler Prozess, der durch eine Vielzahl von endogenen und exogenen Faktoren beeinflusst wird. Ein wichtiger Einflussfaktor ist die körperliche Aktivität. Viele Studien zeigen, dass körperliche Aktivität altersbedingte Abbauprozesse aufhalten und die psychische Gesundheit sowie die kognitive und körperliche Leistungsfähigkeit fördern kann. Neben physischen und psychischen Einschränkungen kommt es mit zunehmendem Alter zu Leistungsverlusten in den kognitiven Funktionen und der körperlichen Leistungsfähigkeit. Der Forschungsstand zeigt, dass durch körperliche Aktivität die körperliche Leistungsfähigkeit trainierbar ist und die psychische Gesundheit verbessert sowie die kognitiven Funktionen gefördert werden können. Allerdings ist derzeit nicht klar, welche Form der körperlichen Aktivität die größten Verbesserungen in der psychischen Gesundheit und den kognitiven Funktionen für die Zielgruppe der über 60Jährigen erzielt. In der vorliegenden Arbeit wurde das Thema der körperlichen Aktivität im Alter aufgegriffen. Ziel der Arbeit ist es, den Alternsprozess durch körperliche Aktivität positiv zu beeinflussen und die psychische Gesundheit sowie kognitive und körperliche Leistungsfähigkeit zu verbessern. In dieser randomisierten, kontrollierten Studie werden ein 12-wöchiges Krafttraining und kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining auf ihre Effektivität in den Bereichen psychische Gesundheit, mit den Indikatoren Depressivität und Angst, den kognitiven Funktionen mit den Variablen Kurz- und Arbeitsgedächtnis, Wortflüssigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, exekutive Funktionen und körperliche Leistungsfähigkeit mit den Komponenten Kraft und Ausdauer untersucht. Die Zielgruppe bilden gesunde, inaktive Senioren über 60 Jahre.

Schlagwörter: Alter, Alternsprozess, körperliche Aktivität

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

2 Alter und der Alternsprozess 7

2.1 Alter, Altern und Altersklassifikationen 7

2.2 Altersveränderungen und Alternsprozess 11

2.2.1 Generelle Veränderungen im Alternsprozess 11

2.2.2 Ausgewählte Veränderungen im Alternsprozess 16

2.2.2.1 Veränderungen in der psychischen Gesundheit 17

2.2.2.2 Veränderungen in den kognitiven Funktionen 20

2.2.2.3 Veränderungen in der körperlichen Leistungsfähigkeit 23

2.3 Zusammenfassung 28

2.4 Theorien des Alterns 30

2.4.1 Active Aging (WHO) 30

2.4.2 Interaktionistisches Modell nach Lehr 33

2.4.3 Zusammenfassung 35

3 Körperliche Aktivität im Alter 36

3.1 Begriffsbestimmung körperliche Aktivität 36

3.2 Bedeutung körperlicher Aktivität im Alter 38

3.3 Empfehlungen zur körperlichen Aktivität im Alter 40

3.4 Wirkungen körperlicher Aktivität im Alter 40

3.4.1 Gesundheitsfördernde Wirkungen 41

3.4.2 Wirkungen auf die psychische Gesundheit 42

3.4.3 Wirkungen auf die kognitiven Funktionen 51
3.4.4 Wirkungen auf die körperliche Leistungsfähigkeit 62
3.4.5 Wirkmechanismen und Erklärungsansätze 70
3.4.5.1 Wirkmechanismen auf die psychische Gesundheit 70
3.4.5.2 Wirkmechanismen auf die kognitiven Funktionen 71
3.5 Zusammenfassung 76

4 Zielstellung der Arbeit 79

5 Hypothesen 82

6 Methode 85

6.1 Studiendesign 85
6.2 Zielgruppe und Rekrutierung der Stichprobe 87
6.3 Studienablauf 88
6.4 Interventionen – Konzipierung und Durchführung 89
6.5 Versuchsplan 96
6.6 Stichprobe 97
6.6.1 Ausgangsstichprobe 97
6.6.2 Verteilung der Stichprobe auf die Versuchsgruppen 100
6.6.3 Anwesenheit 100
6.6.4 Entwicklung der Stichprobe über die Messzeitpunkte 101
6.7 Auswahl und Beschreibung der Messinstrumente 103
6.7.1 Körperliche und kognitive Aktivität 107
6.7.2 Psychische Gesundheit 108
6.7.3 Kognitive Funktionen 108

6.7.4 Körperliche Leistungsfähigkeit 112

6.8 Randomisierungscheck 114

6.9 Dropout Analyse 115

7 Ergebnisse und Diskussion 117

7.1 Analyse 1: Einfluss auf die psychische Gesundheit 118

7.1.1 Ergebnisse 118

7.1.2 Diskussion 121

7.2 Analyse 2: Einfluss auf die kognitiven Funktionen 127

7.2.1 Ergebnisse 127

7.2.2 Diskussion 137

7.3 Analyse 3: Einfluss auf die körperliche Leistungsfähigkeit 145

7.3.1 Ergebnisse 145

7.3.2 Diskussion 149

7.4 Bereichsübergreifende Diskussion 155

8 Zusammenfassung und Ausblick 158

9 Literaturverzeichnis 160

10 Tabellenverzeichnis 172

11 Abbildungsverzeichnis 175

12 Anhang 176

Danksagung

Die Fertigstellung dieser Arbeit wäre ohne eine Vielzahl von Menschen nicht möglich gewesen. Nun ist es geschafft und ich möchte Danke sagen:
Mein besonderer Dank gilt meinen Betreuerinnen Frau Prof. Dr. Dorothee Alfermann und Frau Prof. Dr. Petra Wagner. Frau Prof. Dr. Dorothee Alfermann hat es mir überhaupt erst ermöglicht diese Arbeit zu schreiben. Sie unterstütze mich bei der Planung und Umsetzung des Projektes und stand mir die gesamte Zeit zur Seite. Für ihr Vertrauen danke ich sehr. Auch Frau Prof. Dr. Petra Wagner gilt mein besonderer Dank. Sie hat mein Projekt ebenfalls von Beginn an begleitet und war jederzeit als Ansprechpartnerin für mich da.

Ein großer Dank geht an Dr. Ines Pfeffer und Dr. Katja Linde. Sie haben mich stets begleitet, hatten immer ein offenes Ohr und haben mich immer ermutigt und motiviert. Auch Dr. Tino Stöckel möchte ich für die vielen Hinweise und Ratschläge zur Fertigstellung dieser Arbeit danken.

Weiterhin möchte ich besonders Herrn Rainer Scholz, Leiter des Fitness- und Gesundheitszentrums SC DHfK Leipzig e.V., für seine Unterstützung danken. Ohne diese Kooperation wäre die Studie in dieser Form nicht umsetzbar gewesen. Neben der materiellen Unterstützung möchte ich mich auch ganz herzlich für seine persönliche Unterstützung bedanken. So stand er mir während der Höhen und Tiefen in dieser Zeit mit Rat und Tat zur Seite. Nicht zuletzt danke ich ihm und seiner Frau Michaela Klein für das Korrekturlesen.

Der größte Dank gilt meiner Mutter, Marlies Illig. Sie hat es mir stets ermöglicht meinen Weg zu gehen und mich auf diesem immer begleitet. Danke auch an meine Schwester Janet Illig. Sie ist einfach immer da, wenn ich sie brauche. Die Dankbarkeit für meinen Freund Michael kann ich nicht in Worte fassen.

Danke euch allen für eure Unterstützung!

Für meinen Vater Lutz Illig.
In liebevoller Erinnerung.

1 Einleitung

Das Alter und das Älter werden ist derzeit eines der Topthemen unserer Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Abgesehen von regionalen Variationen ist die Alterung der Bevölkerungen ein globales Ereignis des 20. und 21. Jahrhunderts (Hoffmann, Menning & Schelhase, 2009). Durch eine geringe Geburtenrate und eine steigende Lebenserwartung, die überwiegend auf einer verringerten Sterblichkeit im Alter gründet, steigt die Zahl an älteren und alten Menschen in unserer Gesellschaft drastisch an. Es kommt zu bedeutenden demographischen Veränderungen. So leben derzeit ca. 17 Millionen Menschen im Alter von 65 Jahren und älter in Deutschland. Vorausberechnungen zu Folge wird diese Zahl auf ca. 24 Millionen im Jahr 2030 ansteigen (Statistisches Bundesamt, 2011). Auch die Zahl der extrem Alten über Hundertjährigen wird zunehmen. So berechnet eine United Nationsstudie, dass Deutschland im Jahr 2025 über 44200 Hundertjährige haben wird (Eichberg & Mechling, 2009).

Die Vielzahl älterer, alter und auch hochbetagter Menschen führt zu einem gesellschaftlichen Umbruch und zu einem bewussten Wahrnehmen des Alterns. Seit mehreren Jahren ist bekannt, dass Altern nicht nur Abbau und Verlust bedeutet, sondern Entwicklungsmöglichkeiten bestehen und durch gezielte Interventionen eine Wiedergewinnung von Fähigkeiten erfolgen kann (Lehr, 2000b). So hat sich die Sichtweise auf das Altern verändert und die negativen Ansichten werden zunehmend durch die Erkenntnis der Vielfalt des Alters ersetzt.

Es entstand das neue Paradigma des „active aging“ oder auch „successful aging“ (Fernàndez-Ballesteros, 2008). Dabei definiert Fernàndez-Ballesteros (S. V) „active aging“ als „ . . . the life-course adaptation process for arriving at an optimal physical (including health), psychological (optimal cognition and emotion-motivation regulation), and social functioning in the individual“. In diesem Ansatz geht es um die Erhaltung und Förderung der physischen und psychischen Gesundheit, den kognitiven Funktionen und der emotionalen und sozialen Regulation. Es geht um das Erhalten des Wohlbefindens im Alter durch physische, psychologische und soziale Interventionen sowie um die Prävention von Alterskrankheiten und physischen Einschränkungen. Dabei ist Altern nicht nur ein biologischer Prozess, sondern ein

multidirektionaler und multidimensionaler Prozess, der durch eine Vielzahl von endogenen und exogenen Faktoren beeinflusst wird.

Ein wichtiger Einflussfaktor ist die regelmäßige körperliche Aktivität. Neben der Ernährung kann vor allem das Bewegungsverhalten und die körperliche Aktivität gut beeinflusst werden. Allerdings belegen aktuelle Zahlen, dass die körperliche Aktivität mit zunehmendem Alter abnimmt und Bewegungsmangel zu den bedeutendsten Risikofaktoren im Alter gehört. So ist die Bevölkerungsgruppe der über 65Jährigen die inaktivste Gruppe (GEDA 2009, RKI). Dennoch zeigt die Erhebung von Wurm, Schöllgen & Tesch-Römer (2010) im Rahmen des deutschen Alterssurveys, dass die Zahl der körperlich aktiven Senioren[1] in den letzten Jahren zugenommen hat.

Unter körperlicher Aktivität werden dabei alle sportlichen Aktivitäten als auch Alltagsaktivitäten verstanden (Pfeffer, 2010). Viele Studien zeigen, dass körperliche Aktivität das gesunde Altern oder „active aging“ fördern kann und unabdingbar ist. So können altersbedingte Abbauprozesse wie die reduzierte Leistungsfähigkeit der Organe, abnehmende Vitalkapazität sowie Abnahme der Muskelkraft und Knochenstabilität durch körperliche Aktivität aufgehalten und positiv beeinflusst werden (Meusel, 1996; Taylor, Cable, Faulkner, Hillsdon, Narici & van der Bij, 2004; Berg & König, 2006). Körperliche Aktivität hat des Weiteren positive Effekte auf die psychische Gesundheit und die kognitive und körperliche Leistungsfähigkeit. Zur psychischen Gesundheit gehören Indikatoren wie Befindlichkeit, Depressivität, Angst, Stimmung und Selbstkonzept (Werle, Woll & Tittlbach, 2006). 2010 waren insgesamt 56% der über 70Jährigen durch überwiegend depressive Symptome belastet (Martin & Kliegel, 2010). Eine hohe psychische Belastung im Alter ist dabei keine Seltenheit.

Neben den physischen und psychischen Einschränkungen kommt es mit zunehmendem Alter zu Leistungsverlusten in den kognitiven Funktionen und der körperlichen Leistungsfähigkeit. Zu den kognitiven Funktionen, die besonders vom Abbau betroffen sind, gehören das Kurz- und Arbeitsgedächtnis, die Wortflüssigkeit, die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und die exekutiven Funktionen (Lehr, 2000; De Luca, Wood, Anderson,

[1] Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit die maskuline Form verwendet. Diese schließt die weibliche Form mit ein.

Buchanan, Proffitt, Mahony et al., 2003). Die körperliche Leistungsfähigkeit mit den Komponenten Koordination, Beweglichkeit, Kraft und Ausdauer verzeichnet ebenfalls, mit zunehmendem Alter, Leistungseinbußen (Geithner & Mc Kenney, 2010; Schubert & Bös, 1996).

Dennoch kann mittels regelmäßiger körperlicher Aktivität und gezielten körperlichen Interventionen diesen Abbauprozessen und Verlusten entgegengewirkt werden. Der aktuelle Forschungsstand zeigt, dass durch körperliche Aktivität die körperliche Leistungsfähigkeit mit all ihren Komponenten trainierbar ist (Eichberg & Mechling, 2009). So können durch ein altersgerechtes Training Kraft- und Ausdauerleistung verbessert und die Koordination und Beweglichkeit trainiert werden (Boeckh-Behrens & Buskies, 2005; Conzelmann, 1997; Meusel, 1996; Werle et al., 2006). Auch die psychische Gesundheit kann durch körperliche Aktivität positiv beeinflusst werden. So zeigen Studien zum einen, dass aktive Personen sich in ihrer psychischen Gesundheit deutlich von inaktiven Personen unterscheiden und zum anderen, dass durch gezielte körperliche Interventionen depressiven Symptomen und Angst entgegengewirkt werden kann (Arent, Landers & Etnier, 2000; Wipfli, Rethorst & Landers, 2008; Morgan, 1994; Abu-Omar, Rütten & Lehtinen, 2004). Nicht zuletzt können auch die beschriebenen kognitiven Funktionen durch körperliche Interventionen gefördert werden (Colcombe & Kramer, 2003; Kubesch, 2007; Boutcher, 2000; Smith, Blumenthal, Hoffman, Cooper, Strauman, Welsh-Bohmer et al., 2010).

Allerdings ist derzeit nicht klar, welche Form der körperlichen Aktivität die größten Verbesserungen in der psychischen Gesundheit und den kognitiven Funktionen erzielt. Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass Ausdauertraining positive Wirkungen auf die psychische Gesundheit, die kognitiven Funktionen und die körperliche Leistungsfähigkeit hat (Angevaren, Aufdemkampe, Verhaar, Aleman & Verhees, 2008; Arent et al., 2000; Wipfli et al., 2008; Smith et al., 2010; Conzelmann, 1997). Anders sieht der Forschungsstand bezüglich der Wirkungen von Krafttrainingsinterventionen aus. Hier gibt es für die Zielgruppe der Senioren und älteren Erwachsenen nicht viele Studien. Die vorhandenen weisen noch dazu widersprüchliche Ergebnisse auf (Tsutsumi, Zaichkowsky & Delizonna, 1997; Liu-Ambrose & Donaldson, 2009; Cassilhas, Viana, Grassmann, Santos, Tufik & Mello, 2007; Kimura, Obuchi, Arai, Nagasawa, Shiba, Watanabe et al., 2010). Aus aktuellen Metaanalysen

lässt sich ableiten, dass womöglich kombinierte Kraft- und Ausdauerprogramme die größten Effekte erzielen (Colcombe & Kramer, 2003; Smith et al., 2010; Arent et al., 2000; Wipfli et al., 2008). Derzeit ist somit nicht eindeutig geklärt, welche Interventionsform für die Zielgruppe der über 60Jährigen die effektivste ist, um die psychische Gesundheit zu fördern und die kognitive und körperliche Leistung zu verbessern.

Aus dem derzeitigen Wissen zum Altern wird deutlich, dass neben gesellschaftlichen, sozialen und umweltbedingten Einflussfaktoren die körperliche Aktivität zu einem der wichtigsten und bedeutendsten Faktoren des Alternsprozesses zählt (Fernàndez-Ballesteros, 2008; Lehr, 2000; Werle et al., 2006). In der vorliegenden Arbeit wurde das Thema der körperlichen Aktivität im Alter aufgegriffen und intensiv erläutert. Aus dem Forschungsstand geht hervor, dass nicht jede Form der körperlichen Aktivität die gleichen Effekte auf die psychische Gesundheit, die kognitiven Funktionen und die körperliche Leistungsfähigkeit erzielt. Ziel der Arbeit ist es durch ausgewählte körperliche Interventionen die psychische Gesundheit sowie kognitive und körperliche Leistungsfähigkeit im Alter zu verbessern und die Frage nach der effektivsten Interventionsform zu beantworten.

In einer randomisierten, kontrollierten Studie werden ein reines Krafttraining und ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining, im Vergleich zu einer aktiven Kontrollgruppe, auf ihre Wirksamkeit in den Bereichen psychische Gesundheit, mit den Indikatoren Depressivität und Angst, den kognitiven Funktionen mit den Variablen Kurz- und Arbeitsgedächtnis, Wortflüssigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, exekutive Funktionen und körperliche Leistungsfähigkeit mit den Komponenten Kraft und Ausdauer untersucht. Die Zielgruppe bilden gesunde, inaktive Senioren über 60 Jahre.

Als Grundlage der Arbeit werden zunächst das Altern und der Alternsprozess beschrieben (Kapitel 2). Nach den Ausführungen zu den Begrifflichkeiten Alter, Altern und Altersklassifikationen wird der Alternsprozess mit all seinen Facetten erläutert. Hier werden allgemeine Veränderungen dargestellt, bevor die für die Arbeit wichtigen Veränderungen in der psychischen Gesundheit, den kognitiven Funktionen und der körperlichen Leistungsfähigkeit ausgeführt werden. Eine Zusammenfassung beinhaltet die Kernpunkte zum Alternsprozess. Im zweiten Abschnitt werden die Theorien des Alterns aufgegriffen. Hier wird deutlich, dass es eine Vielzahl von Alternstheorien gibt,

die in dieser Arbeit nicht alle vorgestellt werden können. In der Arbeit wird der Ansatz des „active aging“ der WHO aufgegriffen und vorgestellt. Weiterhin wird das interaktionistische Modell nach Lehr (2000) angeführt. Diese beiden Modelle verdeutlichen die Vielzahl der Einflussfaktoren im Alternsprozess und deren Verkettung und Zusammenspiel. Des Weiteren wird aus beiden Modellen deutlich, dass durch Interventionen einzelne Faktoren im Alternsprozess beeinflusst werden können und dass körperliche Aktivität als Interventionsform eine bedeutende Rolle spielt.

Im Anschluss an die grundlegenden Ausführungen zum Altern und zum Alternsprozess folgt die Darstellung des Forschungsstandes in Kapitel 3. Dieser Abschnitt bildet einen großen Schwerpunkt der Arbeit und soll zeigen, dass bisher nicht eindeutig geklärt ist, welche Interventionsform die effektivste ist, um die psychische Gesundheit und die kognitiven Funktionen zu fördern. Der Darstellung des Forschungsstandes gehen die Begriffsbestimmungen zur körperlichen Aktivität sowie Ausführungen zur Bedeutung und Empfehlungen zur körperlichen Aktivität im Alter voraus. Den Abschluss des dritten Kapitels bilden die Ausführungen zu möglichen Wirkmechanismen und Erklärungsansätzen. Die Kernbotschaften des dritten Kapitels werden auch hier in einer Zusammenfassung dargestellt. Im Theorieteil der Arbeit werden grundlegende Fragen zum Altern und zum Alternsprozess beantwortet und der Forschungsstand mit seinen offenen Fragen dargestellt.

Das Ziel des empirischen Teils der Arbeit ist es, die Wirksamkeit zweier körperlicher 12-wöchiger Interventionen auf die psychische Gesundheit, die kognitiven Funktionen und die körperliche Leistungsfähigkeit in der Zielgruppe der über 60Jährigen zu untersuchen. Es soll die Frage beantwortet werden, wie effektiv ein Krafttraining und ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining ist. Des Weiteren soll geschaut werden, ob das kombinierte Programm in seiner Wirkung effektiver ist. Im Bereich der psychischen Gesundheit werden die Angst und Depressivität, als zwei der wichtigsten Indikatoren der psychischen Gesundheit im Alter, untersucht. Die, mit zunehmendem Alter entstehenden, Leistungsverluste im Kurzzeitgedächtnis und in der Wortflüssigkeit gehören zu den kognitiven Einschränkungen, die im Alter sehr früh bewusst wahrgenommen werden. Neben diesen beiden Komponenten werden das Arbeitsgedächtnis, die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und die exekutiven Funktionen als Variablen der kognitiven Funktionen untersucht. Im Bereich der

kognitiven Funktionen wird weiterhin geprüft, ob alle kognitiven Variablen durch die Programme die gleiche Entwicklung zeigen oder ob bestimmte kognitive Bereiche durch die Interventionen besser gefördert werden können. Im Forschungsstand finden sich diesbezüglich widersprüchliche Aussagen (Cassilhas et al., 2007; Kimura et al., 2010; Pierig-Chiello, Perrig, Ehrsam, Staehelin & Krings, 1998; Liu-Ambrose, Nagamatsu, Graf, Beattie, Ashe & Handy, 2009). Abschließend zu diesem Bereich soll der Frage nachgegangen werden, ob die Frauen der untersuchten Stichprobe ihre kognitive Leistung stärker verbessern als die männlichen Studienteilnehmer. Hier gibt es Hinweise im Forschungsstand, dass Frauen eher von körperlichen Interventionen profitieren als Männer (Colcombe & Kramer, 2003). Da ein Krafttraining und ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining auf ihre Effekte geprüft werden, wird für die Beurteilung der Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit die Kraft- und Ausdauerleistung betrachtet.

Im Anschluss an die Zielstellung der Arbeit und die Hypothesen (Kapitel 4 und 5) wird das methodische Vorgehen (Kapitel 6) dieser randomisierten, kontrollierten Studie beschrieben. Dieses ist klassisch gegliedert, so dass das Studiendesign vorgestellt, die Stichprobe beschrieben und die Messinstrumente dargestellt werden. Der Randomisierungsscheck und die Dropout Analyse bilden den Abschluss des Methodenteils. Es folgt die Darstellung der Ergebnisse und deren Diskussion (Kapitel 7). Die Arbeit wird in Kapitel 8 mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick abgeschlossen.

2 Alter und der Alternsprozess

Da sich die Lebenserwartung im letzten Jahrhundert fast verdoppelt hat, gehören Alt werden und Alt sein zu unserem Leben und sind nahezu selbstverständlich geworden (Motel-Klingebiel, Wurm, Huxbold & Tesch-Römer, 2010). Dabei werden die einseitigen negativen Ansichten zum Alter immer mehr durch die Erkenntnis der Vielfalt des Alters ersetzt. Im folgenden Kapitel sollen zunächst ausgewählte Altersdefinitionen vorgestellt werden. Im zweiten Abschnitt wird der Alternsprozess mit all seinen Facetten beschrieben. Nach einer allgemeinen Beschreibung werden die Veränderungen in der psychischen Gesundheit, den kognitiven Funktionen und der körperlichen Leistungsfähigkeit besonders heraus gestellt. Den für diese Arbeit wichtigsten Veränderungen dieser drei Bereiche gehen die jeweiligen Begriffsbestimmungen voraus.

2.1 Alter, Altern und Altersklassifikationen

Grundsätzlich wird das Alter eines jeden Menschen über das kalendarische oder auch chronologische Alter bestimmt. Es benennt die Zeit zwischen Geburtsdatum und dem aktuellen Datum (Martin & Kliegel, 2010). Das kalendarische Alter ist ein Begriff, der einen allgemeinen Informationsrahmen im Sinne einer numerischen Skala, in die die Personen aufgrund ihres Geburtsdatums einzuordnen sind, angibt (Weineck, 1998). Alter ist demnach eine Zustandsbeschreibung einer jeweiligen derzeitigen Situation einer Person (Kirchner, Rohm & Wittemann, 1998). Neben dem chronologischen Alter wird auch in biologisches Alter (Knochenwachstum, Skelett), psychologisches Alter (wahrnehmungs- und gedächtnisbezogene Leistungsfähigkeit), soziales Alter (soziale Gewohnheiten, Selbst- und Fremdbestimmung) und ökonomisches Alter (Änderungen im sozialen Status) unterschieden (Kirchner et al., 1998; Geithner & McKenney, 2010). Das biologische Alter wird auch als funktionales Alter verstanden (Meusel, 1996). Dieses beschreibt den Aspekt der Leistungsfähigkeit und den biologischen und leistungspysiologischen Zustand der Organe. Hier können von Person zu Person erhebliche Unterschiede vorliegen. Generell muss beachtet werden, dass Personen des gleichen Alters oft große Unterschiede in psychologischen Bereichen, den kognitiven Funktionen als auch in der körperlichen Leistungsfähigkeit aufweisen können

(Martin & Kliegel, 2010). Lehr (2000b) beschreibt diese individuellen Unterschiede als interindividuelle Variabilität jedes einzelnen Menschen. So können zwei gleichaltrige Menschen in ihren kognitiven und körperlichen Leistungen stark variieren. Es zählt also nicht allein das kalendarische Alter, sondern die gesamte geistige und körperliche Verfassung sowie die Lebenssituation.

Wird Alter als beschreibender Begriff für einen Lebensabschnitt verstanden, so muss Altern dagegen als Prozess mit individuellen Veränderungen über die Lebensspanne gesehen werden (Kirchner et al., 1998; Tesch-Römer & Wurm, 2009). Abhängig von den theoretischen Grundannahmen gibt es eine Vielzahl von Alternsdefinitionen. Im Folgenden sollen einige ausgewählte vorgestellt werden.

In den Anfängen der Alternsforschung wurde Altern vornehmlich aus medizinischer Sicht gesehen. Altern war geprägt durch den Rückgang der körperlichen Leistungsfähigkeit, der Zunahme altersassoziierten Erkrankungen (Morbidität) und der Sterblichkeit (Mortalität). Altern wurde praktisch gleichgesetzt mit Abbau und wurde als Lebensphase gesehen, in der die körperlichen und kognitiven Leistungshöhepunkte überschritten sind (Martin & Kliegel, 2010). Ähnlich dieser Denkweise ist die biologische Definition. Aus biologischer Sicht bedeutet Altern: „ein zusammenfassender Begriff zur Umschreibung zeitabhängiger, irreversibler und vorhersagbarer Veränderungen im Organismus, die in einem fortschreitenden Funktionsverlust aller Gewebe bestehen und letztendlich zum Tod führen“ (Lehr, 2000, S. 46). In den Geistes-, Sozial- und Verhaltenswissenschaften wird die rein biologisch- medizinische Sichtweise, Altern als Funktionsverlust oder Leistungsabbau zu sehen abgelehnt. Eher geht es der Geisteswissenschaft um das Altern als „multidirektionales und richtungsoffenes Phänomen, das sowohl positive als auch negative Aspekte beziehungsweise Veränderungen beinhalten kann“ (Eisfeld, 2004, S.25).

Neben diesen wissenschaftlichen Definitionen gibt es Definitionen, die anhand von Eigenschaften von größeren Gruppen gleichaltriger alter Personen definiert werden und meistens funktionelle Aspekte des Befindens heranziehen (Martin & Kliegel, 2010). So wird unter „normalem Altern“ das Altern ohne chronische Erkrankungen wie koronare Herzkrankheit, Alzheimer Demenz oder

Diabetes Mellitus verstanden. Demnach wird Altern mit diesen Erkrankungen als „pathologisches Altern“ definiert.

Von Baltes und Baltes (1990) wurde in der Entwicklungspsychologie der Ansatz des „erfolgreichen Alterns“ entwickelt. Hier wird davon ausgegangen, dass Alter und Altern im Rahmen eines genetisch beschriebenen Bereichs gestaltbar und veränderbar sind. Ziel ist es dabei, die Veränderungen in diesem Lebensprozess zu beschreiben und zunehmenden Abbauprozessen entgegenzuwirken sowie vorhandene Kapazitäten zu stärken. Das heißt, alternde Personen empfinden einen Zustand von Zufriedenheit, weil es ihnen gelingt sich an die Veränderungen im Alter anzupassen (Martin & Kliegel, 2010). Der Begriff erfolgreiches Altern geht zurück auf Havighurst und Kollegen. Sie beschrieben erstmals erfolgreiches Altern als ein Gefühl „der Zufriedenheit mit dem gegenwärtigen und vergangenen Leben“ (Werle et al., 2006, S. 62). Da jedoch objektivierbaren Indikatoren, wie sozialer, psychischer und physischer Funktionsfähigkeit, große Bedeutung beigemessen wird, wurden die neueren Definitionen um diese Bereiche ergänzt und lauten wie folgt: „Erfolgreich zu altern bedeutet, lange psychisch und physisch gesund zu bleiben und die Selbstständigkeit bis ins hohe Alter zu bewahren“ (Werle et al., 2006, S. 21).

Ähnlich dem Ansatz des erfolgreichen Alterns ist der des „active aging“. Dies ist ein multidimensionaler Ansatz, der verschiedene theoretische Konstrukte aus der Gerontologie und Psychologie vereint. Fernàndez-Ballesteros (2008, S. V) definiert Altern wie folgt: „…, positive aging can be defined as the life-course adaptation process for arriving at an optimal physical (including health), psychological (optimal cognition and emotion-motivation regulation), and social functioning of the individual.” Neben dem Vorbeugen von Krankheiten und Behinderungen impliziert „active aging“ die Optimierung der definierten Bereiche durch physische, psychologische und soziale Interventionen. Entsprechend diesem Ansatz ist Altern nicht nur ein biologischer Prozess, sondern wird geprägt von einer Vielzahl von biologischen, psychologischen, sozialen und gesellschaftlichen Einflussfaktoren. Eine ausführliche Darstellung des Ansatzes findet sich im Kapitel 2.4.

Aus den beschriebenen Definitionen geht hervor, dass Altern ein langsamer, aber dynamischer und bio-psycho-sozialer Prozess ist, der durch endogene und exogene Faktoren gesteuert und beeinflusst wird (Kirchner et al., 1998; WHO, 1998). Eine feste chronologische Altersangabe für den Beginn der

Lebensphase „Alter“ ist nicht möglich (Tesch-Römer & Wurm, 2009). Neben den Definitionen wird das Alter in die verschiedenen Alters- oder Entwicklungsphasen eingeteilt. Diese Einteilungen sind sehr vielseitig und vom jeweiligen theoretischen Hintergrund abhängig.

In Meusel (1996, S. 154) findet sich eine Übersicht, in der die Einteilungen der WHO, der Gerontologie und der Sportwissenschaft dargestellt werden. Für die Sportwissenschaft gehen die Phaseneinteilungen zurück auf Diem ins Jahr 1949, der als Vertreter eines defizitorientierten Altersbildes die Phasen von „Vollreife oder Harmoniealter“ (30-40 Jahre), „Bewahrungszeit und Schonalter“ (40-60 Jahre) und das „Greisen- oder Bremsalter“ (60 und mehr Jahre) beschreibt. 1987 unterteilt Winter das Erwachsenenalter in mittleres, späteres und spätes Erwachsenenalter (Meusel, 1996, S. 154). Weineck (1998) greift diese Einteilung auf und unterteilt die Altersabschnitte nach dem Sportalter. Hier werden die einzelnen Entwicklungsphasen des Erwachsenenalters den sportmotorischen Fähigkeiten zugeordnet. Die Altersabschnitte beginnen mit dem frühen Erwachsenenalter (18./20. bis 30. Lebensjahr), an das sich das mittlere Erwachsenenalter (30. bis 45./50. Lebensjahr) und das spätere Erwachsenenalter, welches den Lebensabschnitt zwischen dem 45./50. und 60./70. Lebensjahr kennzeichnet, anschließt. Das späte Erwachsenenalter beginnt ab dem 60. /70. Lebensjahr. International unterteilt Shepard (1987, in Meusel, 1996) in middle age (40-65 Jahre), old age (65-75 Jahre), very old age (75-85 Jahre) und extreme old age (ab 85 Jahren).

Eichberg und Mechling (2009) definieren in ihrem Artikel zur motorischen Entwicklung das höhere Erwachsenenalter ab ca. 65 Jahren. Dieses höhere Erwachsenenalter kann weiter unterteilt werden in das dritte Erwachsenenalter (ca. 65-85 Jahre), das vierte Erwachsenenalter oder auch Hochaltrigkeit ab ca. 85 Jahren und das extrem hohe Alter ab 100 Jahre.

In der Gerontopsychologie wird die Altersspanne von 65 Jahren bis 80 Jahre als hohes Alter definiert. Ab 80 Jahren wird dann von sehr hohem Alter und ab 100 von extremen Alter gesprochen (Martin & Kliegel, 2010). Tesch-Römer & Wurm (2009) sprechen von der Gruppe der „jungen Alten“ (65 bis unter 85 Jahre) und der Gruppe der „alten Alten“ (85 Jahre und älter). Sie haben versucht die Einteilung des Alters in einer Tabelle darzustellen:

Tabelle 1: Drittes und viertes Lebensalter (Tesch-Römer & Wurm, 2009, S. 11)

Altersabschnitt	Alter	Bezeichnung (Synonym)
Alter	65 Jahre und älter	alte Menschen, ältere Menschen
Drittes Lebensalter	65 bis 85 Jahre	junge Alte
Viertes Lebensalter	85 Jahre und älter	sehr alte Menschen, alte Alte, Hochaltrige, Hochbetagte

Die Literatur setzt den Beginn des Alterns oft mit einer chronologischen Altersgrenze von 60 oder 65 Jahren an (Tesch-Römer & Wurm, 2009). Auch die gerontologische Forschung untersucht meist Personen ab 60 Jahren und älter. Entsprechend den Ausführungen zur Definition und Einteilung des Alters und des Alterns wird in dieser Arbeit die Altersgruppe 60+ betrachtet.

2.2 Altersveränderungen und Alternsprozess

Im Folgenden sollen die Facetten des Alterns und des Alternsprozesses vorgestellt werden. Dabei werden zunächst allgemeine Erkenntnisse und Prozesse beschrieben. Im zweiten Teil des Abschnitts werden, die für das Altern und für diese Arbeit besonders relevanten Veränderungen in den psychischen Parametern, den kognitiven Funktionen und der körperlichen Leistungsfähigkeit dargestellt.

2.2.1 Generelle Veränderungen im Alternsprozess

Seit nunmehr vielen Jahren ist bekannt, dass Altern nicht nur Abbau und Verlust bedeutet, sondern Entwicklungsmöglichkeiten bestehen und durch gezielte Interventionen eine Wiedergewinnung von Fähigkeiten erfolgen kann (Lehr, 2000b). Generell stehen den altersbedingten Funktionseinbußen vielfältige Alterspotentiale und Entwicklungsmöglichkeiten gegenüber. Formen und Tempo des Alterns sowie Dauer des Lebens werden durch verschiedene Faktoren bestimmt, die sich mehr oder weniger beeinflussen lassen.

Dazu gehören vor allem die in den Genen festgelegten Erbanlagen, gesellschaftliche und psychische Einflüsse sowie die Lebensweise, hier besonders die körperliche Aktivität, die Ernährungsgewohnheiten und der Genussmittelkonsum (Meusel, 1996).

In Abbildung 1 werden einige Faktoren zusammengefasst. Sie sind unterteilt in die Kategorien „beeinflussbar“, „unbeeinflussbar“ und „bedingt beeinflussbar“.

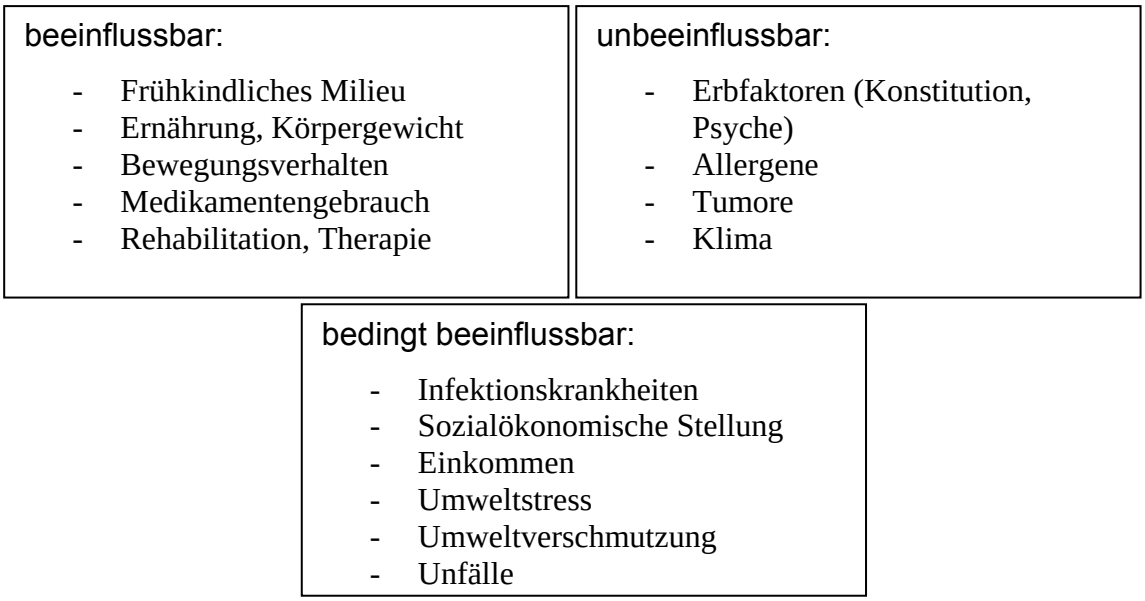


Abbildung 1: Einflüsse auf den Alternsprozess (Meusel, 1996, S. 17)

Die aufgeführten Einflussfaktoren beschreiben Altern als beeinflussbaren Prozess. Neben Ernährung und Körpergewicht sind vor allem das Bewegungsverhalten und die körperliche Aktivität im Alter beeinflussbar.

Der Alternsprozess ist durch Multidirektionalität und Multidimensionalität geprägt (Martin & Kliegel, 2010). Das heißt, das Ausmaß der Alternsveränderungen kann in verschiedenen Bereichen unterschiedlich sein und es müssen eine Vielzahl von Ressourcenbereichen betrachtet werden (Eichberg & Mechling, 2009). Dabei verändern sich alle Bereiche unterschiedlich und individuell der Person entsprechend in verschiedene Richtungen. Abbildung 2 zeigt, dass Menschen die im Lebensverlauf ein hohes physisches, kognitives, emotionales und soziales Niveau erreichen die „Behinderungsschwelle“ oder „Krankheitsschwelle“ übersteigen. Ihre Funktionalität und Gesundheit liegt dann auch im Alter dort drüber und sie verfügen über ein hohes funktionelles Niveau und Wohlbefinden (Fernàndez-Ballesteros, 2008).

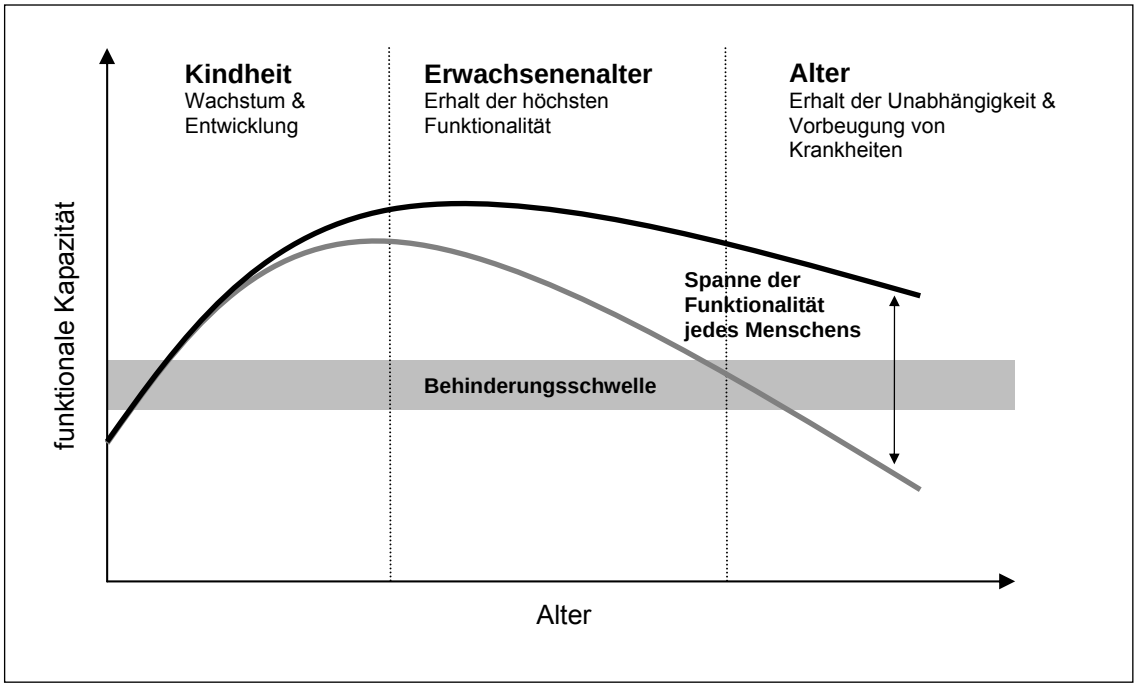


Abbildung 2: Erhaltung der funktionalen Kapazität über die Lebensspanne (übersetzt von Verfasser, WHO, 2002, S. 14)

Die Multidimensionalität setzt sich aus biologisch- physiologischen, psychologischen und sozialen Veränderungen zusammen. Generell können mit zunehmendem Alter Veränderungen im Organismus und Zentralnervensystem sowie in unserem Wissen und Erfahrungen verzeichnet werden (BMG, Gesundheitsbericht für die Bundesregierung Deutschland, 2001). Dabei sind die biologisch- physiologischen Veränderungen eher durch Verlust und Abbau geprägt, wohingegen das Wissen und die Erfahrungen im Alter zunehmen und einen Gewinn darstellen (Martin & Kliegel, 2010).

Zu den biologisch- physiologischen Veränderungen zählen die reduzierte Leistungsfähigkeit der Organe, die abnehmende Vitalkapazität, der zunehmende Blutdruck, die Abnahme der Muskelfasern und Kapillaren bei Zunahme des Bindegewebes, die schlechtere periphere Durchblutung, der Verlust des Seh- und Hörvermögens sowie die Abnahme des Mineralhaushaltes des Skeletts. Daraus ergeben sich die für das Alter häufigsten Erkrankungen wie Hypertonie, koronare Herzkrankheit, Krebserkrankungen, Diabetes Mellitus, Astma Bronchiale und Schlaganfälle (Taylor et al., 2004; Geithner & McKenney, 2010). Die Ausprägung der physiologischen Veränderungen ist abhängig von genetischen Dispositionen, vom Vorhandensein und der Ausprägung von Risikofaktoren sowie von der körperlichen und

kognitiven Aktivität (Gesundheitsbericht für die Bundesregierung Deutschland, 2001). Neben den biologisch-physiologischen Veränderungen kommt es zu Veränderungen im Bewegungsapparat. Diese sind für den älteren Menschen von besonderer Bedeutung, da der Grad der Ausprägung erheblich für die Mobilität verantwortlich ist (Meusel, 1996). Die Veränderungen am Bewegungsapparat sind hauptsächlich auf einen Flüssigkeitsverlust zurückzuführen. Dieser führt zu einem verlangsamten Knochenstoffwechsel und somit zu einer Abnahme der Knochenbälkchen. Dies führt zu einer geringeren Knochenstabilität (Meusel, 1996). Außerdem kommt es zu degenerativen Veränderungen an den Bandscheiben, Beweglichkeitseinschränkungen der Wirbelsäule, Arthrose an den Gelenken und einer Alterskyphose (Meusel, 1996). Zu meist zeigen sich die Folgen gesundheitsschädigender Verhaltensweisen in jüngeren Jahren erst im Alter. So zum Beispiel langandauernde Fehlbelastungen des Organismus, Risikofaktoren oder schädliche Umwelteinflüsse. Im Gesundheitsbericht (BMG, 2001) werden die Veränderungen in vier verschiedene Krankheitstypologien eingeteilt:

(a) altersphysiologische Veränderungen mit möglichem Krankheitswert, Bsp. Osteoporose, Arteriosklerose
(b) von Erkrankungen mit langer präklinischer Latenzzeit, Bsp. Krebserkrankungen
(c) Erkrankungen mit im Alter verändertem physiologischen Verlauf, Bsp. Infektionskrankheiten
(d) Krankheit in Folge langanhaltender Exposition, Bsp. Bluthochdruck, Altersdiabetes.

Entsprechend dem derzeitigen Kenntnisstand können die Erkrankungen der Gruppe a durch gesundheitsbewusstes Verhalten in jüngeren Jahren und im Alter in ihrem Verlauf und Schweregrad beeinflusst werden.

Auch psychologische Ressourcen, wie Kognitionen und psychische Gesundheit sind durch Auseinandersetzungen mit anforderungsreichen Kontexten oder durch gezielte Interventionen (Person- Umwelt- Interaktion) veränderbar (Martin & Kliegel, 2010). So kann argumentiert werden, dass eine präventive Stärkung von belastungsbewältigenden Ressourcen, wie zum Beispiel ein körperliches Training zur Vermeidung von Kraft- und Ausdauer-verlusten oder ein Gedächtnistraining zur Vermeidung von kognitiven Verlusten langfristig zum Erhalt der Lebensqualität im Alter beiträgt (Martin & Kliegel, 2010; Fabre, Massè- Biron, Chamari, Varray, Mucci & Prèfaut, 1999). Dabei definieren Martin und Kliegel Lebensqualität als „Ausmaß, in dem körperliche Erkrankungen, Schmerzen und Belastungen aus subjektiver Sicht zur Beein-trächtigung von Alltagsverhalten, sozialen Aktivitäten und Wohlbefinden führen“.

Des Weiteren müssen bei der Betrachtung von Altersveränderungen Besonderheiten einzelner Personen oder Personengruppen bedacht werden. Besonderheiten können dabei Lebensgeschichten oder Erfahrungen, langjährige Denk- und Verhaltensweisen oder der Einfluss bestimmter schulischer oder sozialer Kontexte sein. Diese interindividuellen (zwischen einzelnen Personen bestehenden) Unterschiede oder Besonderheiten in der intraindividuellen (innerhalb einer Person über die Zeit bestehenden) Veränderung sind die Grundlage der großen Variabilität innerhalb der Gruppe alter Menschen (Lehr, 2000b; Martin & Kliegel, 2010). Diese Variabilität kann beispielhaft an der kognitiven Leistung der Personen der Züricher Längsschnittstudie (ZULU) dargestellt werden (Zimprich, Martin, Kliegel, Dellenbach, Rast, & Zeintl, 2008). Hier wurden Menschen im Alter von 65 bis 81 Jahren bezüglich ihrer Gedächtnisleistung untersucht. Die Abbildung 3 zeigt mittels der Linie zunächst den typischen Leistungsverlust mit zunehmendem Alter. Allerdings zeigen die Punkte, die die Leistung einer einzelnen Person darstellen, dass die Leistungen von Personen gleichen Alters sehr unterschiedlich sind.

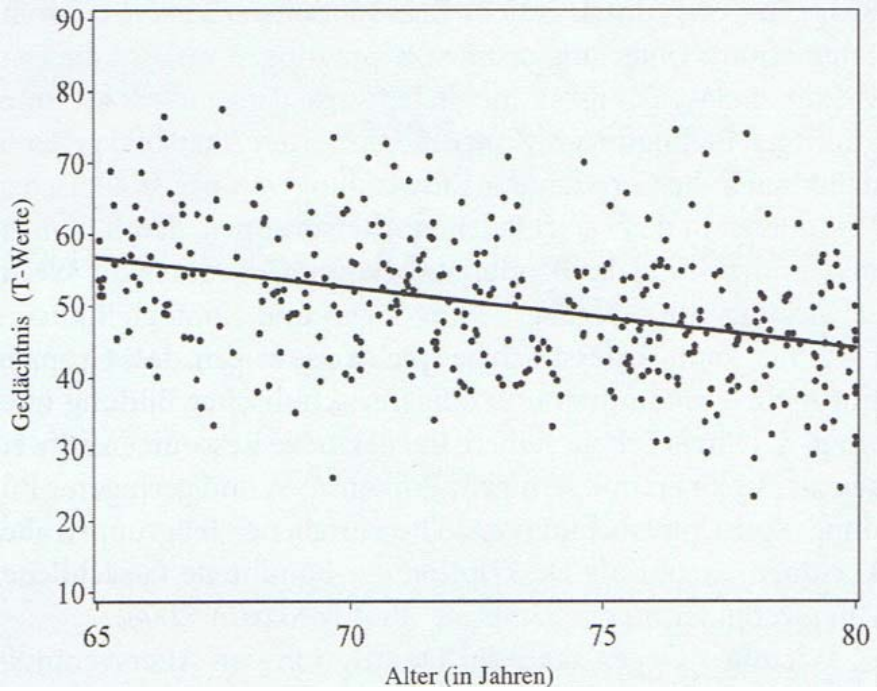


Abbildung 3: Leistungsvariabilität innerhalb einer Gruppe alter Personen, ZULU Querschnittsdaten zur kognitiven Leistung im Alter (Martin & Kliegel, 2010, S. 44)

Eine ungesunde Lebensweise sowie bestimmte Einschnitte im Lebenszyklus (z.B. Krankheiten) können besonders den Rückgang der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit beschleunigen. Schon im dritten Lebensjahrzehnt kommt es zu deutlichen Funktionseinschränkungen und einer Zunahme der Erkrankungen. Ab dem 40. Lebensjahr steigen jedoch die Multimorbidität, funktionellen Einschränkungen und Pflegebedürftigkeit deutlich an (Eichberg & Mechling, 2009).

2.2.2 Ausgewählte Veränderungen im Alternsprozess

Nach den Ausführungen zum generellen Alternsprozess sollen im Folgenden spezielle Bereiche aufgegriffen werden, die für das Altern von besonderer Bedeutung sind. Zunächst werden die Veränderungen in der psychischen Gesundheit beschrieben, bevor anschließend auf die Abbauprozesse in den kognitiven Funktionen und der körperlichen Leistungsfähigkeit eingegangen wird.

2.2.2.1 Veränderungen in der psychischen Gesundheit

In der sportwissenschaftlichen Forschung werden als Indikatoren der psychischen Gesundheit vor allem die Befindlichkeit, Depressivität, Angst, Stress, Selbstkonzept und die interne Kontrollüberzeugung gesehen (Werle et al., 2006). In der Gerontopsychologie wird die psychische Gesundheit in positive und negative Qualitäten unterteilt (Martin & Kliegel, 2010). Zu den positiven Qualitäten zählen die Zufriedenheit, das subjektive Wohlbefinden und die Lebensqualität. Die Lebensqualität und das subjektive Wohlbefinden sind dabei im Alter meist über einen langen Zeitraum relativ stabil und auf einem hohen Niveau. Die negativen Qualitäten sind Depression, Angst und Demenz. Insgesamt waren 2010 56% der über 70-Jährigen durch Symptome psychischer Erkrankungen belastet (Martin & Kliegel). Dieser hohe Anteil psychischer Belastungen, insbesondere Depressivität, im Alter ist dabei keine Besonderheit. Durch die zunehmenden Erkrankungszahlen im jüngeren Alter und der steigenden Lebenserwartung ist davon auszugehen, dass in zukünftigen Generationen alter Menschen ein ansteigendes Belastungspotential auftritt (Martin & Kliegel). Da Depressivität und Angst besonders im Alter von großer Relevanz sind, werden in der vorliegenden Arbeit ausschließlich diese beiden Indikatoren betrachtet.

Angst

„Angst ist zum einen ein als unangenehm erlebter Gefühlszustand, der als Zustandsangst mit negativen Gedanken (Selbstzweifel, Besorgtheit) und physiologischer Übererregtheit einhergeht, kann sich aber auch als Trait- Angst manifestieren“ (Alfermann & Stoll, 2010, S. 304). Unter Trait- Angst kann auch umgangssprachlich die Ängstlichkeit verstanden werden. Die Zustandsangst (State- Angst) wird dabei mittels Fragebögen als aktueller Zustand erfasst, indem aktuelle physiologische Angstindikatoren, wie zittrige Hände, erfragt werden. Die Trait-Angst dagegen als überdauernde Angst bzw. Ängstlichkeit wird mittels habitueller Reaktionen erfasst (Laux, Glanzmann, Schaffner, & Spielberger, 1981). Etwa 5% der Menschen haben im Verlauf ihres Lebens eine Angstkrankheit oder Angststörung. Darunter werden übermäßig lange oder unbegründete Angstzustände verstanden (Alfermann & Stoll, 2010). Angststörungen gelten als klinisch relevante und behandlungsbedürftige psychische Befindensstörungen. Auch hier sind Frauen wieder häufiger betroffen als

Männer (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009). Krankhafte Ängste treten häufig als Begleitsymptom einer Depression auf (Wipfli et al., 2008). In der Regel leiden die Betroffenen an Schlaflosigkeit, Schmerzen und Muskelverspannungen. Die gängigsten Therapieformen sind die Psychotherapie und die medikamentöse Therapie mit Psychopharmaka (Arent, Rogers & Landers, 2001; Wipfli et al., 2008). Des Weiteren wird in den meisten Fällen eine kognitive Verhaltenstherapie durchgeführt. Mittels körperlicher Aktivität, die unter ausgewählten Bedingungen und zielgruppenspezifisch durchgeführt wird, können ebenfalls positive, angstreduzierende Effekte verzeichnet werden (Schwenkmezger, 1998).

Depression/ Depressivität

Lebensqualität im Alter kann durch psychische Erkrankungen wie Depression beeinflusst bzw. sogar zerstört werden (Taylor et al., 2004). Depressionen sind dabei „Störungen der Gemütslage, die mit Traurigkeit, Niedergeschlagenheit, Interessenverlust sowie Energie- und Antriebslosigkeit einhergehen“ (Saß, Wurm & Ziese, 2009). Personen, die an einer Depression leiden, zeigen einen Verlust an Lebensfreude und fühlen sich wertlos und leer (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009). Sie reduzieren ihre Unternehmungen und ihre sozialen Kontakte.

Neben manifesten Depressionen zählen depressive Symptome zu den weitverbreitetsten psychischen Beschwerden (Hautzinger & Bailer, 1993). So sind depressive Symptome häufig bei anderen affektiven Störungen, wie zum Beispiel Ängste, Suchterkrankungen oder körperlichen Störungen, typische Begleiterscheinungen. Depressive Symptome können unterteilt werden in emotionale Symptome, wie Niedergeschlagenheit, Hilflosigkeit und Angst, in motivationale Symptome, wie Antriebslosigkeit und Interessenverlust, in kognitive Symptome, wie Konzentrationsstörungen und Selbstabwertung, in somatische Symptome, wie Schmerzen, Reizbarkeit und Ermüdung sowie in motorische Symptome, wie Unruhe, Verlangsamung und gestörte Mimik und Gestik (Hautzinger & Bailer). Depressive Symptome haben dabei nicht nur im Rahmen von uni- oder bipolaren Depressionen einen hohen Krankheitswert sondern behindern bei psychosomatischen Krankheiten den Genesungsprozess und bei chronischen Krankheiten die erfolgreiche Krankheitsbewältigung.

Generell kann zwischen leichten, mittleren und schweren Graden einer Depression unterschieden werden. Gerade Depressionen können das Wohlbefinden, Krankheitsempfinden und die Lebenseinstellung im Alter enorm beeinflussen. Derzeit erleben etwa 16% der über 60Jährigen eine Phase der verminderten Lebensfreude und Aktivität und die Zahl der depressiven Älteren ab dem 80. Lebensjahr nimmt stetig zu (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009). Untersuchungen zeigen eine hohe Prävalenz leichter Formen und depressiver Symptome ohne Krankheitswert bei Älteren (Saß et al., 2009). Depressionen sind im Alter eine der häufigsten Beeinträchtigungen der psychischen Gesundheit (Martin & Kliegel, 2010).

Dabei äußern sie sich bei Frauen und Männern unterschiedlich. Neben körperlichen Beschwerden, wie Herzklopfen, Schwitzen und Engegefühl im Brustraum, die beide Geschlechter beschreiben, steht bei Frauen eher eine gedrückte Stimmung im Vordergrund wohingegen Männer eine deutlich geringere Stresstoleranz aufweisen. Generell lässt sich feststellen, dass Frauen doppelt so häufig an Depressionen leiden wie Männer (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009).

Mögliche Ursachen für eine Depression im Alter können chronischer Stress, eine Neurotransmitterstörung, Gefäßerkrankungen oder auch Entzündungsprozesse sein (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009). Die Behandlungsmaßnahmen einer Depression lassen sich in psychologische und somatische Therapien unterscheiden. Zu den psychologischen Therapien gehören tiefenpsychologisch- psychoanalytische, kognitive und verhaltens-orientierte Interventionen. Dabei werden die beiden letztgenannten oft in kognitiv- behavioralen Ansätzen kombiniert. Zu den somatischen Therapie-formen gehören Medikamente wie zum Beispiel Psychopharmaka (Schwenkmezger, 1998). Bei den leichten bis mittleren Formen, die die meisten Senioren aufweisen, wird meist eine Psychotherapie angewendet. Neben den klassisch medizinischen Therapien darf die Wirkung von körperlicher Aktivität nicht unterschätzt werden. So können schon dreimal 20 Minuten körperliche Aktivität pro Woche, mit mittlerer Intensität, die Depressionssymptome nach-weislich lindern (Blumenthal, Emery, Madden, Schniebolk, Walsh-Riddle, George et al., 1991). Insbesondere bei depressiven Symptomen bis hin zu leichten bis mittelschweren Depressionen kann körperliche Aktivität als Therapiemethode wirksam sein bzw. auch die klassischen Therapien ergänzen

(Schwenkmezger, 1998). Dabei können viele Arten der körperlichen Aktivität, wie zum Beispiel Joggen, Schwimmen, Tanzen oder Gartenarbeit, durchgeführt werden.

2.2.2.2 Veränderungen in den kognitiven Funktionen

Kognitive Funktionen können als Funktionen des Gehirns betrachtet werden, die das Gedächtnis, die Vorstellung, das Denken und das räumliche Vorstellungsvermögen beschreiben. Außerdem werden Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und Wahrnehmung als kognitive Prozesse verstanden (Boutcher, 2000; Hayes, 1995). Das vorherrschende Paradigma zur Beschreibung des Gedächtnisphänomens ist das der Informationsverarbeitung (Gold, 1995). Grundlage dieses Paradigmas ist ein Modell des Gedächtnisses, dem die Fähigkeit zur Aufnahme, Verarbeitung, Speicherung und Wiedergabe von Informationen zugesprochen wird.

Ein weiterer Bereich der Kognitionen sind die exekutiven Funktionen. Die exekutiven Funktionen sind kein einheitliches Konstrukt, sondern beinhalten Aufgaben, wie Handlungsplanung-, kontrolle und Strategiebildung, Flexibilität, Reizunterdrückung bzw. Selektion oder Differenzierung von wichtigen gegenüber unwichtigen Informationen, Entscheidungsfähigkeit und Einsicht bei konflikthaften Lösungsmöglichkeiten (Gwiggner, 2004, S. 6; Engelkamp & Zimmer, 2006). Des Weiteren ist eine entscheidende exekutive Funktion die Inhibition. Mittels der Inhibition ist es dem Menschen möglich, handlungsrelevante Informationen zu fokussieren und unangemessene Reize und Reaktionen zu hemmen (Gwiggner, 2004).

Bis vor vielen Jahren wurde angenommen, dass das Nachlassen der kognitiven Leistungsfähigkeit generell altersbedingt ist. Empirische Ergebnisse zeigten jedoch, dass sich die kognitive Leistungsfähigkeit im Alter sehr unterschiedlich entwickeln kann und durch eine Vielzahl an Faktoren beeinflusst wird (Meusel, 1996). So hängt die Leistungsfähigkeit weniger vom chronologischen Alter ab als vielmehr vom Gesundheitszustand, vom Bildungsstand und von der sozialen Umgebung (Meusel, 1996; Lehr, 2000; Fernàndez-Ballesteros, 2008). Bezüglich des Bildungsstandes lässt sich feststellen, dass eine bessere Schulbildung mit einem deutlich verlangsamten Altersabbau einher geht (Lehr, 2000). Abbauprozesse zeigen sich eher da wo sich der Gesundheitszustand auch verschlechtert. So führen kardiovaskuläre

Erkrankungen zu Beeinträchtigungen der kognitiven Funktionen (Meusel, 1996; Lehr, 2000). Außerdem leiden Menschen, die sozial abgeschieden leben unter kognitiven Defiziten. Generell wird der Interaktion aus Person und Umwelt für die Erhaltung der kognitiven Funktionen eine große Bedeutung beigemessen (Meusel, 1996).

Längsschnittstudien haben gezeigt, dass ab dem 60. Lebensjahr gewisse kognitive Leistungen, wie räumliche Orientierung, Problemlösen, Zahlenoperationen, die exekutiven Funktionen und Wortflüssigkeit abnehmen (De Luca et al., 2003; Boutcher, 2000; Kolb, 1996; Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009). So wurden in der Seattle Longitudinal Study sechs kognitive Funktionen über 45 Jahre untersucht (Schaie & Zanjani, 2006). Die Ergebnisse bestätigen einen Abbau im Kurzzeitgedächtnis, im logischen Schlussfolgern, im räumlichen Vorstellungsvermögen, in der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und den numerischen Fähigkeiten. Die Studien zeigten, dass dem Geschwindigkeitsfaktor, also der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, generell die größte Bedeutung bei Alternsveränderungen zukommt und somit der Leistungsabfall unter anderem am frühsten in der Wortflüssigkeit auftritt (Lehr, 2000). Außerdem beschreiben ältere Menschen zumeist als erstes das Vergessen von einfachen Dingen im Alltag. Defizite in ihrer Gedächtnisleistung, im speziellen im Kurz- und Arbeitsgedächtnis (Hollmann, Strüder, & Tagarakis, 2005; Mayr, 2003; Park, Lautenschlager, Hedden, Davidson, Smith, & Smith, 2002; Borella, Carretti & De Beni, 2008), nehmen die Älteren meist zuerst bewusst war. Neben den kognitiven Leistungen die mit dem Alter abnehmen gibt es auch Bereiche, die mit dem Alter zunehmen. So zum Beispiel die Sprachfähigkeit, Begriffsbildung, logisches Denken und kulturelle Erfahrungen. Auch die Seattle Longitudinal Study kann den Erhalt verbaler Fähigkeiten bestätigen (Schaie & Zanjani, 2006). Die nachfolgende Abbildung 4 visualisiert den Verlauf der kognitiven Funktionen mit dem Alter und verdeutlicht den Verlauf von logischem Denken und allgemeinem Verständnis im Vergleich zum Erfassen komplexer Informationen.

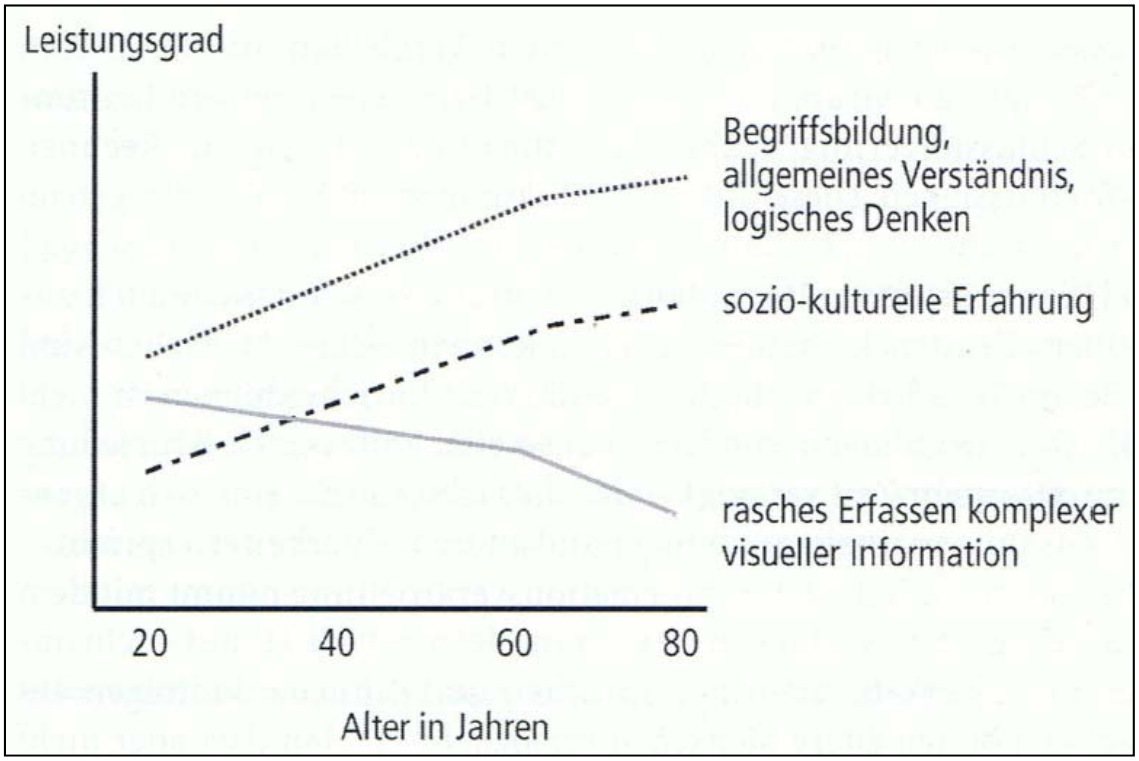


Abbildung 4: Verlauf der kognitiven Funktionen mit dem Alter (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009, S. 76)

Auch wenn das Gedächtnis als ein Bereich der Kognitionen beschrieben wird, der als erstes abnimmt, sind nicht alle Gedächtnisinhalte gleich betroffen. So nimmt die Fähigkeit sich an Einzelheiten eines bestimmten Erlebnisses zu erinnern (episodisches Gedächtnis) mit dem Alter ab. Das semantische Gedächtnis, also die Fähigkeit sich an eingeprägte Fakten zu erinnern, bleibt stabil. Stabil bleiben auch Fertigkeiten wie stricken, Rad fahren oder ein Instrument spielen. Ebenfalls stabil bleibt das sogenannte „priming“. Darunter werden Assoziationen bzw. Erinnerungen verstanden, die durch einen bestimmten Reiz wachgerufen werden (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009). So zum Beispiel in der Schulzeit gelernte Gedichte oder Kinderlieder. Weniger stabil ist dagegen die „Objektwahrnehmung“. Mit zunehmendem Alter fällt es schwerer sich zu erinnern, ob das Auto auf dem Parkplatz blau oder rot war. Außerdem besteht ein großer Unterschied beim Abrufen von gespeicherten Informationen. Dabei wird zwischen Erkennen und Abrufen unterschieden. Beide Prozesse sind unterschiedlich vom Alter betroffen (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009). Studienergebnisse zeigen, dass älteren Menschen das Abrufen von gelernten Wörtern oder gewünschten Informationen schwerer fällt als jungen Menschen. Die Fähigkeit, Wörter frei

aus dem Gedächtnis abzurufen beginnt ab dem 20. Lebensjahr abzunehmen (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009). Hier kann jedoch ein Gedächtnistraining gute Trainingseffekte erzielen. Müssen die älteren Menschen hingegen die einmal gelernten Wörter aus anderen wiedererkennen, so gelingt ihnen das deutlich besser.

Das Arbeitsgedächtnis stellt Informationen zum momentanen Gebrauch bereit (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009). So ist es notwendig um einem Gespräch zu folgen und eine Antwort bereit zu haben oder eine Handlung zu Ende zu führen. Das Arbeitsgedächtnis kann nur eine Erinnerung bilden, wenn es genügend Zeit gehabt hat, die Information zu verarbeiten. Wenn also Menschen zu schnell reden oder Bilder zu schnell gezeigt werden, gehen Einzelheiten verloren. So zeigen sich die Abnahmen schnell bei dem Bewältigen von Mehrfachaufgaben.

Mit den Veränderungen der kognitiven Funktionen gehen gewisse strukturelle Hirnveränderungen einher. So nimmt die Zahl der Neuronen zwischen 20 und 90 Jahren um ca. 10% ab (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009). Außerdem wird das Myelin reduziert, was zur Folge hat, dass die Nervenleitgeschwindigkeit verlangsamt ist und Reaktionen und Denkprozesse langsamer sind. Neuere Studien zeigen, dass das Myelin in der vorderen Hirnrinde im Alter besonders abnimmt. Sollte sich dies bestätigen, so können Leistungsdefizite im episodischen Gedächtnis, Exekutivfunktionen und Verarbeitungsgeschwindigkeit darauf zurückgeführt werden (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009). Des Weiteren nimmt die Synapsenzahl ab. Die Abnahme der Synapsen reduziert die Übermittlungsgeschwindigkeit von Zelle zu Zelle und beeinträchtigt somit das schnelle Erfassen und Verarbeiten von Informationen. Die Dendriten dagegen wachsen, Lernneuronen nehmen zu und neue Neuronen werden in den Stammzellen gebildet (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009).

2.2.2.3 Veränderungen in der körperlichen Leistungsfähigkeit

Mit zunehmendem Alter kommt es zu Verlusten der körperlichen Leistungsfähigkeit und Einschränkungen in den Aktivitäten des täglichen Lebens (activies of daily living, ADL`s) (Geithner & Mc Kenney, 2010). Es kommt zu Problemen beim Laufen, vom Stuhl aufstehen und Treppensteigen (Brandon, Boyette, Lloyd & Gaasch, 2004). Auffallende Veränderungen in der

Alltagsbewältigung beginnen im dritten Lebensalter und werden ab dem 4. Lebensalter deutlich sichtbar. Auf Grund der inter- und intraindividuellen Variabilität können die Altersveränderungen der körperlichen Leistungsfähigkeit individuell sehr unterschiedlich sein (Schubert & Bös, 1996). Diese Veränderungen sind auf den zunehmenden Verlust der sensorisch-motorischen Leistungen zurückzuführen (Eichberg & Mechling, 2009). So kommt es zum einen durch den menschlichen Alterungsprozess und zum anderen durch eine körperliche Inaktivität zum Verlust der motorischen Fähigkeiten Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit und Koordination (Schubert & Bös, 1996). Dabei spielt die körperliche Aktivität bzw. Inaktivität eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung der motorischen Fähigkeiten. So weisen trainierte Ältere signifikant höhere Leistungen auf als Untrainierte (Schubert & Bös, 1996). Diese motorischen Fähigkeiten werden von Bös mit dem Oberbegriff „körperliche Leistungsfähigkeit“ zusammengefasst (Werle et al., 2006, S. 69).

Die Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit (Abbildung 5) beginnt im Kindes- und Jugendalter (0 bis 18/20 Jahre) mit einer Aufbauphase, die durch einen kontinuierlichen Anstieg der Leistungsfähigkeit gekennzeichnet ist. Zwischen dem 18./20. und 30./35. Lebensjahr bildet sich eine Art Plateauphase. Im Verlauf des Lebens ist nun jedoch in allen motorischen Fähigkeitsbereichen ein mehr oder weniger ausgeprägter kontinuierlicher Rückgang der körperlichen Leistungsfähigkeit zu verzeichnen (Winter & Baur, 1994).

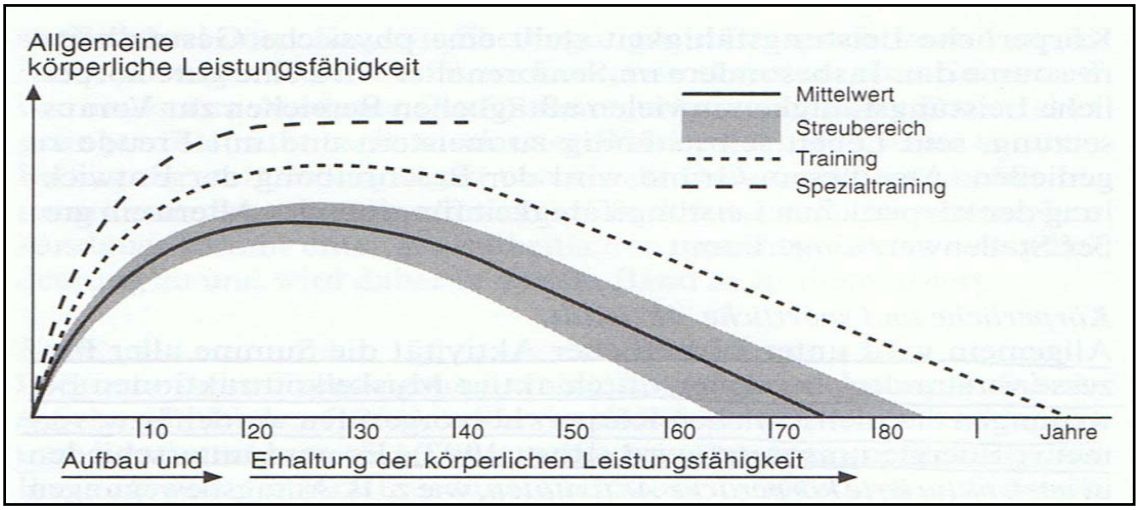


Abbildung 5: Entwicklungsverlauf der körperlichen Leistungsfähigkeit (Werle et al., 2006, S. 72)

Koordination

Bei Normalpersonen beginnt der Rückgang der koordinativen Fähigkeiten ohne gezieltes Training zwischen dem 35. und 45. Lebensjahr eher allmählich und erst ab dem 45. Lebensjahr verstärkt (Roth & Winter, 1994; Meusel, 1996). Ab dem 60. Lebensjahr ist der Rückgang der Koordination sehr stark ausgeprägt (Roth & Winter, 1994; Meinel & Schnabel, 2004). Dies belegt auch die Studie von Tittlbach (2002). In ihrer eigenen Studie fand sie signifikante Veränderungen der Koordination im fünften Jahresintervall. Speziell die Gleichgewichtsleistung nimmt nach dem 70. Lebensjahr verstärkt ab (Eichberg & Mechling, 2009). Generell weisen dabei die sportlich aktiven Personen eine bessere Kontrolle und Regulation auf als Inaktive (Eichberg & Mechling, 2009). Die Ursachen können die Alterungsprozesse der Organe und Gewebe, besonders der Sinnesorgane, die geringere Beweglichkeit und die schnellere Ermüdbarkeit des Zentralnervensystems sein. Für den Verlust der Gleichgewichtsfähigkeit können Veränderungen in der Wahrnehmung, Kognition und Motorik, wie Aufmerksamkeitsleistungen und muskuläre Koordination, sowie Kraft verantwortlich sein (Eichberg & Mechling, 2009).

Beweglichkeit

Beweglichkeit oder auch Gelenkigkeit beschreibt den Aktionsradius, das Bewegungsausmaß oder die Schwingungsweite in den Gelenken (Meusel, 1996, S. 94). Sie ist für viele Alltagsaktivitäten von enormer Bedeutung. So erleichtert sie doch viele Tätigkeiten, beispielsweise das Ankleiden, wesentlich. Derzeit gibt es nur wenige Studien, die die Beweglichkeit im Erwachsenenalter untersuchten. Aus den bisherigen Erkenntnissen ist bekannt, dass die Beweglichkeit ca. ab dem 25./30. Lebensjahr abnimmt und dann pro Dekade eine Abnahme von 3-5% zu verzeichnen ist (Tittlbach, 2002). Ab dem 70. Lebensjahr ist eine verstärkte Leistungsabnahme zu verzeichnen (Eichberg & Mechling, 2009). Vorliegende Studien belegen, dass die Beweglichkeit im mittleren und späteren Erwachsenenalter im Vergleich zu den anderen motorischen Fähigkeiten am spätesten und am geringsten abnimmt (Werle et al, 2006). Dabei sind vor allem Beweglichkeitseinschränkungen im Bereich Kopf/ Nacken und Rumpf zu verzeichnen sowie in den Gelenken, die im Alltag eines alten Menschen nur noch wenig gebraucht werden, wie das Hüft- und Schultergelenk (Meusel, 1996; Eichberg & Mechling, 2009). Außerdem haben

Frauen lebenslang eine bessere Beweglichkeit als Männer. Dies wird auf den höheren Östrogenspiegel zurück geführt (Meusel, 1996). Der Rückgang der Beweglichkeit ist bedingt durch Erkrankungen, degenerative Veränderungen und Schmerzen in den Gelenken sowie durch Inaktivität und Veränderungen in den kollagenen und elastinen Fasern (Eichberg & Mechling, 2009).

Ausdauer

Die allgemeine Ausdauerleistungsfähigkeit (VO_2max) ist von zentraler Bedeutung für die Funktionsfähigkeit des kardiopulmonalen Systems und daher gerade im Alterssport von sehr großem Stellenwert. Generell wird unter Ausdauer die Fähigkeit verstanden, eine Tätigkeit über längere Zeit ohne Ermüdung auszuführen bzw. sich bei Ermüdung schnell wieder zu erholen (Meusel, 1996, S. 72). Mit zunehmendem Alter lässt die allgemeine Ausdauerleistungsfähigkeit nach (Winter & Baur, 1994; Tittlbach, 2002; Meinel & Schnabel, 2004). Werden die Ergebnisse derzeitiger Querschnittsstudien herangezogen, so verringert sich die allgemeine aerobe Ausdauer nach dem 60. Lebensjahr um ca. 15% (Eichberg & Mechling, 2009). Die Ergebnisse lassen dabei bis zum 80. Lebensjahr einen linearen Verlauf vermuten. Tittlbach (2002) spricht von einer Abnahme von 10% pro Lebensdekade bei Erwachsenen zwischen 30/35 und 60/65 Jahren. Hollenberg, Yang, Haight und Tager (2006) stellen bei über 65Jährigen eine Abnahme von 18% bei Frauen und 24% bei Männern pro Lebensdekade fest. Generell erbringen Männer höhere Ausdauerleistungen als Frauen. Die Abnahme der Leistung bei Männern und Frauen verläuft dann aber annähernd parallel (Eichberg & Mechling, 2009). Einige Studien verzeichnen bei Männern im mittleren und späteren Erwachsenalter einen Rückgang der Ausdauerleistung von 5% pro Dekade bei Trainierten und ca. 10% bei Untrainierten. Conzelmann (1997) dagegen belegt, die jährliche Abnahme der aeroben Ausdauer mit zunehmendem Alter sei bei Trainierten und Untrainierten gleich. Eichberg und Mechling (2009) bestätigen ebenfalls einen annähernd parallelen Rückgang der Ausdauerleistung bei sportlich Aktiven und Inaktiven. Wobei laut Conzelmann (1997) die anaerobe Ausdauer frühzeitiger zurückgeht als die aerobe Ausdauer. Dies konnte er in seiner Längsschnittuntersuchung an 646 männlichen Leichtathleten im Alter von 45 bis 90 Jahren feststellen. Mögliche Ursachen liegen in Veränderungen des Herz- Kreislaufsystems, wie eine Verringerung

des Schlagvolumens oder Strukturveränderungen des linken Ventrikels, und des Gefäß- und Atmungssystems sowie in einer Aktivitätsabnahme oder gar Inaktivität (Tittlbach, 2002; Eichberg & Mechling, 2009).

Kraft

Nachdem die Kraft im Kindes- und Jugendalter kontinuierlich ansteigt, die Frauen ihren Krafthöhepunkt mit ca. 20 Jahren und die Männer ihren in der dritten Lebensdekade erreichen, nimmt sie mit Beginn des späten Erwachsenenalters zunehmend ab (Schmidtbleicher, 1994). Wobei der Kraftverlust bei sportlichen Frauen nicht so deutlich zu verzeichnen ist wie bei inaktiven Frauen (Schubert & Bös, 1996). Ein deutlicher Kraftverlust ist dann ab dem 60. Lebensjahr zu verzeichnen (Häkkinen, Kallinen, Izquierdo, Jokelainen, Lassila, Mälkia et al., 1998). Unter dynamischer Kraft wird dabei die „Fähigkeit, durch Bewegungsarbeit einen Widerstand zu überwinden“, verstanden (Meusel, 1996, S. 76). Der Verlust der Muskelkraft ist im Vergleich zur Muskelmasse dreimal schneller. So kommt es zu einem Kraftverlust von 2,6-4,1% pro Jahr (Eichberg & Mechling, 2009; Geithner & McKenney, 2010). Die Muskelmasse dagegen nimmt ab dem 50. Lebensjahr 1-2% pro Jahr ab und führt zum Teil bei stark Inaktiven zu einer schweren Muskelatrophie. In einzelnen Studien konnte festgestellt werden, dass der Rückgang der Kraft bis zum 45. Lebensjahr eher gering ist (ca. 5%) sich dann jedoch ab dem 45. bis 50. Lebensjahr auf ca. 12-15% pro Lebensdekade verstärkt (Tittlbach, 2002 S. 62). Steib, Schoene und Pfeiffer (2010) beschreiben einen Kraftverlust von 20-40% bei alten Menschen und einen noch höheren bei Hochbetagten. Bei den Untersuchungen zu den einzelnen Kraftfähigkeiten konnte ein Rückgang der Maximal- und Schnellkraft um ca. 30% und der Kraftausdauer um ca. 50-75% registriert werden (Werle et al, 2006, S.76). In den meisten Fällen sind die Rückgänge in der Maximalkraft bei Männern und Frauen ähnlich. Auch ein Vergleich über die Muskelgruppen zeigt ähnlich starke Rückgänge (Eichberg & Mechling, 2009). Die Schnellkraft nimmt bei Männern im Vergleich zur Maximalkraft deutlich schneller und stärker ab. Bei Frauen konnte ein ähnlich hoher Verlust in Maximal- und Schnellkraft registriert werden (Eichberg & Mechling, 2009). Die für die Gesundheitsförderung und auch das Alter wichtigste Form der Kraft ist die Kraftausdauer (Boeckh-Behrens & Buskies, 2005). Hier stellte Conzelmann (1997) fest, dass erst die Maximal- und Schnellkraft abnimmt und dann die Kraftausdauer.

Die Kraftveränderungen werden von einer Vielzahl von Faktoren, wie Geschlecht, Genetik, Muskelgruppe und Kontraktionsart beeinflusst (Tittlbach, 2002; Eichberg & Mechling, 2009). Die Verluste sind assoziiert mit einer Dysfunktion der Mitochondrien, Abbau von Muskelfasern und motorischen Einheiten sowie neuronalen Veränderungen, die zu veränderten Aktivierungsmustern der Muskeln führen (Eichberg & Mechling, 2009; Geithner & McKenney, 2010). Diese physiologischen Veränderungen sowie inaktivitätsbedingte Atrophien und Fehlernährung werden als Erklärungen für die Kraftverluste herangezogen (Häkkinen et al., 1998). Ein Verlust der Kraftfähigkeit erhöht das Sturzrisiko erheblich und ist ein Prädiktor für Mortalität (Eichberg & Mechling, 2009).

2.3 Zusammenfassung

Grundsätzlich wird das Alter jedes Menschen über das kalendarische Alter definiert. Dieses beschreibt die Zeit zwischen dem Geburtsdatum und dem aktuellen Datum und ist somit eine Zustandsbeschreibung. Generell muss beachtet werden, dass das kalendarische Alter kein beschreibender Indikator für die Psyche und die kognitive und körperliche Leistungsfähigkeit ist. So weisen Personen des gleichen Alters oft große Unterschiede in psychologischen Bereichen, den kognitiven Funktionen und der körperlichen Leistungsfähigkeit auf. Diese Unterschiede werden als interindividuelle Variabilität bezeichnet (Lehr, 2000b). Das Alter ist also ein beschreibender Begriff. Altern dagegen beschreibt einen multidirektionalen und multidimensionalen Prozess mit individuellen Veränderungen über die gesamte Lebensspanne. Dieser Prozess ist langsam aber dynamisch und kann als bio-psycho- sozialer Prozess beschrieben werden, der durch exogene und endogene Faktoren gesteuert und beeinflusst wird. So wird das Altern von einer Vielzahl von Einflussfaktoren wie Erbanlagen, psychische und gesellschaftliche Faktoren sowie die Lebensweise beeinflusst (Meusel, 1996). Neben der Ernährung und dem Gewicht können vor allem das Bewegungsverhalten und die körperliche Aktivität beeinflusst werden. Dabei stehen den altersbedingten Funktionseinbußen vielfältige Alterspotentiale und Entwicklungsmöglichkeiten gegenüber. Zu den altersbedingten Funktionseinbußen gehören physiologische Veränderungen, wie Verlust der Knochendichte, abnehmende Vitalkapazität

und zunehmende Arterienverkalkung. Dazu kommen Einschränkungen im Bewegungsapparat, wie eine geringere Knochenstabilität und Beweglichkeit. Weiterhin kommt es mit zunehmendem Alter zu Veränderungen in der psychischen Gesundheit, den kognitiven Funktionen und der körperlichen Leistungsfähigkeit. In der vorliegenden Arbeit werden insbesondere Depressivität und Angst als Indikatoren der psychischen Gesundheit herausgestellt. Depressive Symptome und andauernde Angst sind zwei der häufigsten Beeinträchtigungen der psychischen Gesundheit im Alter. Bezüglich der kognitiven Funktionen werden das Kurz- und Arbeitsgedächtnis, die Wortflüssigkeit, die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit sowie die exekutiven Funktionen betrachtet. Hier lassen sich für alle Bereiche Abbauprozesse und verringerte Leistungen im Alter finden (Boutcher, 2000). Ebenfalls verringerte Leistungen lassen sich für die körperliche Leistungsfähigkeit, im speziellen Koordination, Beweglichkeit, Ausdauer und Kraft, finden (Eichberg & Mechling, 2009).

Diese Veränderungen und Funktionseinbußen können durch gesundheitsbewusstes Verhalten und gezielte Interventionen beeinflusst werden. Neben psycho- therapeutischen, medizinischen und pharmakologischen Therapien kann auch das Bewegungsverhalten bzw. die körperliche Aktivität den Alternsprozess maßgeblich beeinflussen und zu einem gesunden Altern beitragen. Dabei geht es nicht primär um die Verlängerung des Lebens, sondern um den Erhalt und die Verbesserung der Lebenszufriedenheit und Funktionsfähigkeit im Alter. Ziel ist es, dem Leben mehr Jahre und den Jahren mehr Leben zu geben (Baltes, Kohli & Sames, 1989).

2.4 Theorien des Alterns

Gab es zu Beginn der Alternsforschung nur wenige Theorien, so ist die Zahl in den letzten Jahren so umfangreich geworden, dass sie unterschiedlichen Bereichen und Ansätzen zugeordnet werden können (Lehr, 2000). Eine vollständige Vorstellung aller Alternstheorien ist im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Für einen umfassenderen Überblick und auch einen Rückblick auf die ersten Alternstheorien kann auf die Ausführungen von Lehr (2000) oder Bengtson, Silverstein, Putney und Gans (2009) verwiesen werden.

Aus Abschnitt 2.2 geht hervor, dass neben physiologischen Parametern auch psychologische, soziale und gesellschaftliche Faktoren sowie Bildungsstand und ökonomischer Status im Alter eine Rolle spielen. Um zum einen diese Faktoren zu berücksichtigen und zum anderen die Multidirektionalität und Multidimensionalität des Alternsprozesses zu verdeutlichen werden im Folgenden der „active aging“ Ansatz der WHO und das interaktionistische Modell nach Lehr (2000) vorgestellt. Weiterhin sollen die Modelle den Ansatz der Arbeit, den Einfluss von körperlicher Aktivität als eine Interventionsform auf die psychische Gesundheit, kognitiven Funktionen und körperliche Leistungsfähigkeit verdeutlichen.

2.4.1 Active Aging (WHO)

In den letzten Dekaden des 20. Jahrhunderts entwickelte sich ein sogenanntes „neues Paradigma“ in der Alternsforschung (Fernàndez-Ballesteros, 2008). Dieses neue Paradigma beschreibt eine positive Sicht auf das Altern. Das heißt, dass nicht nur Abbauprozesse sondern auch Leistungsgewinne mit zunehmendem Alter zu verzeichnen sind und durch gezielte Interventionen positiv Einfluss auf die Alternsprozesse genommen werden kann (Fernàndez-Ballesteros, 2008). Neben dem Konzept des erfolgreichen Alterns verfolgt auch der Ansatz vom „active aging“ der WHO (2002) eine positive Sicht auf das Altern. Dabei versteht die WHO „active aging“ als einen Ansatz, der die gesamte Lebensspanne umfasst und alte Menschen nicht als homogene Gruppe sieht, sondern davon ausgeht, dass die individuellen Unterschiede mit dem Alter zunehmen. Sie definiert „active aging“ als „…process of optimizing opportunities for health, participation, and security

in order to enhance well-being and quality of life as people age." (WHO, 2002. S. 12). Aus verschiedenen theoretischen Konstrukten ist das multidimensionale Modell des „active aging" entstanden. Dieses Modell wird ausführlich bei Fernàndez-Ballesteros (2008) beschrieben und enthält folgende Elemente:

1. Distale und proximale Einflussfaktoren. Distale Faktoren sind langfristige Einflüsse, die den Menschen im Lebensverlauf prägen und seine Entwicklung mitbestimmen. Proximale Faktoren sind kurzzeitige Determinanten für ein erfolgreiches Altern.
2. Beide Formen von Einflussfaktoren finden sich in den unterschiedlichen Ebenen, Makro (Gesellschaft), Meso (Kontext) und Mikro (Person). Distale Faktoren auf der Makroebene sind zum Beispiel soziohistorische Umstände, die den individuellen Lebensverlauf und die Entwicklung prägen. Auf der Mesoebene sind Kommune und Familie distale Faktoren, die in Interaktion mit der Person ihre Entwicklung beeinflussen. Die Mikroebene bezieht sich auf die biologischen, psychologischen und verhaltensbasierten Eigenschaften der Person.
3. Das dritte inkludierte Element ist das Prinzip der Interaktion zwischen Umwelt (physisch und sozial), Person (Kognition, Emotion) und dem Verhalten des Individuums. Diese drei Bereiche beeinflussen sich dabei gegenseitig.
4. Das letzte theoretische Element stammt von Baltes und Baltes (1990) und bezieht sich auf die adaptiven Prozesse der Selektion, Optimierung und Kompensation.

In der Abbildung 6 ist das Modell mit allen seinen Inhalten und dem „active aging" als Outcome dargestellt. Aus dem Modell wird deutlich, dass „active aging" durch viele distale und proximale Faktoren beeinflusst wird und sich dann durch Gesundheit und Fitness, gute kognitive Funktionen, eine gute emotionale und motivationale Regulation sowie eine soziale Partizipation auszeichnet. Dabei ist anzumerken, dass alle in das Modell eingebrachten theoretischen Ansätze empirisch untersucht und belegt sind.

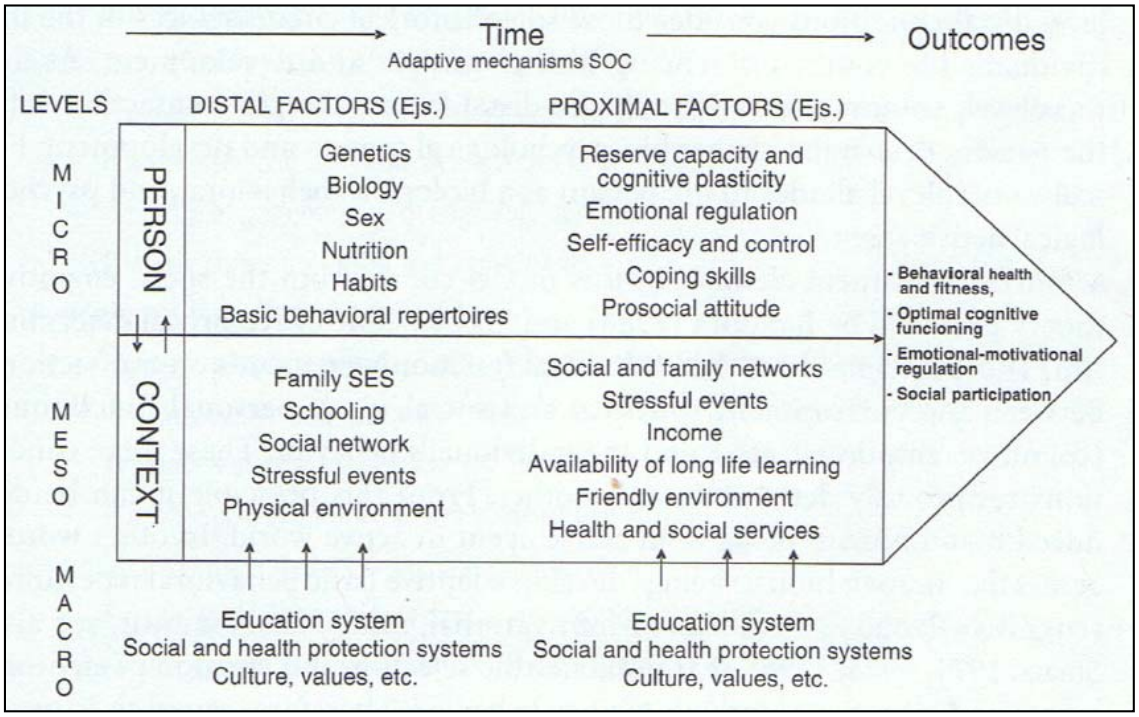


Abbildung 6: Multidimensionales Modell des „active aging“ (Fernàndez-Ballesteros, 2008, S. 56)

Das Modell zeigt, dass auf der Mikroebene persönliche (Geschlecht, Genetik) und kontextuelle (Familien- und Gruppenregel, Schule, sozialer Status der Familie) Faktoren eine Rolle spielen. Alle diese distal interaktiven Faktoren werden beeinflusst von Faktoren der Makroebene wie Bildung, Gesundheit und Sozialsystem. Auch die proximalen Faktoren sind nach personellen (Genetik, Selbstwirksamkeit) oder kontextuellen (Familienunterstützung, bedeutende Lebensereignisse) Faktoren unterteilt.

Aus dem Modell wird der multidirektionale und multidimensionale Prozess des Alterns mit einer Vielzahl seiner Einflussfaktoren, unter anderem auch körperliche Aktivität, deutlich. Um „active aging“ zu fördern entwarf die WHO Richtlinien in vier verschiedenen Bereichen: Gesundheitsverhalten und körperliche Fitness, kognitive Leistungsfähigkeit, soziale Partizipation und Umgang mit psychischen Belastungen. Darunter werden die Reduzierung der Risikofaktoren, gesunde Ernährung und eine regelmäßige körperliche Aktivität verstanden sowie die Förderung der kognitiven Funktionen. Außerdem sollen Depressionen und Einsamkeit vorgebeugt werden, Strategien im Umgang mit Stress angewendet und Angst vorgebeugt werden. Nicht zuletzt ist das soziale Engagement von enormer Bedeutung (Fernàndez-Ballesteros, 2008).

2.4.2 Interaktionistisches Modell nach Lehr

Aus den Alternsdefinitionen und den Ausführungen zum Alternsprozess geht hervor, dass Altern ein multidimensionaler und multidirektionaler Prozess ist und von vielen Faktoren beeinflusst wird. Während eine Vielzahl der Theorien das Wohlbefinden und die Lebensqualität im Alter in den Vordergrund stellen, bestätigen Ergebnisse empirischer Forschung, dass das Altern vom Zusammenwirken vieler Faktoren bestimmt ist (Lehr, 2000).

Diese Faktoren wurden zunächst bezüglich der Langlebigkeit eruiert und lassen sich weitgehend auf die Grundlage eines physischen, sozialen und psychischen Wohlbefindens anwenden. Aus den bisherigen Ausführungen zu den Einflussfaktoren geht hervor, dass nicht ein einziger Faktor allein für das Altern und die Langlebigkeit verantwortlich ist. So sind genetische und physiologische Faktoren sehr einflussreich und biologische Faktoren von großer Bedeutung. Allerdings sind sie unzureichend, um als alleinige Bestimmungsfaktoren für das Alter zu stehen (Lehr, 2000).

Derzeitige Forschungsergebnisse weisen auf eine Vielzahl von Zusammenhängen hin, aus denen jedoch noch keine Theorien oder Gesetzmäßigkeiten zum Altern bzw. zur Langlebigkeit abgeleitet werden können (Lehr, 2000). Außerdem muss angemerkt werden, dass sich eine Reihe von Faktoren gegenseitig beeinflusst und in einem komplizierten Wechselspiel miteinander zu sehen ist. Lehr hat diese Zusammenhänge und Wechselwirkungen in einem interaktionistischen Modell abgebildet (Abbildung 7).

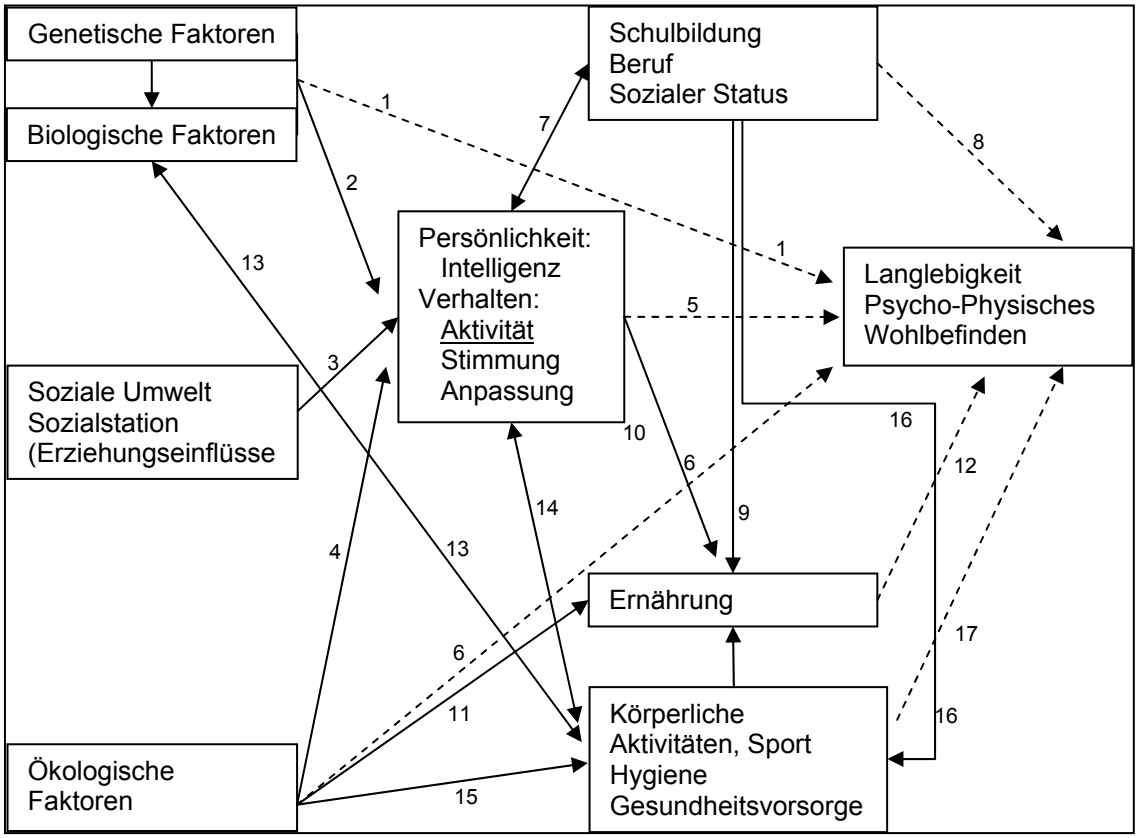


Abbildung 7: Interaktionistisches Modell nach Lehr (2000, S. 72)

Die Pfade eins und zwei zeigen, dass genetische, physiologische und biologische Faktoren die Langlebigkeit als auch die Persönlichkeitsentwicklung direkt beeinflussen. Diese wird außerdem durch Sozialisationsprozesse, wie Erziehungsweisen der Eltern, der Schule und der sozialen Umwelt, beeinflusst (Pfad 3). Des Weiteren beeinflusst die Umwelt und die Umgebung, zusammengefasst in den ökologischen Faktoren (Pfad 4) die Persönlichkeitsentwicklung. Pfad fünf beschreibt die engen Korrelationen zwischen Aktivität und Langlebigkeit, welche durch den aktuellen Forschungsstand belegt werden. Ebenso wurde ein direkter Zusammenhang zwischen ökologischen Faktoren und Langlebigkeit nachgewiesen (Pfad 6). Des Weiteren hat die Persönlichkeit Einfluss auf den sozialen Status (Schulbildung, Berufsausbildung, beruflichen Tätigkeit) wobei hier eine Wechselwirkung vorliegt und diese Faktoren wiederum auch die Persönlichkeitsentwicklung beeinflussen (Pfad 7). Längsschnittstudien zeigen Zusammenhänge zwischen sozialem Status und Langlebigkeit (Pfad 8). Der soziale Status (Pfad 9), die Persönlichkeit (Pfad 10) und die ökologischen Faktoren (Pfad 11) haben Einfluss auf die Ernährung. Der direkte Zusammenhang von Ernährung und Langlebigkeit bzw. gesundem

Altern ist bewiesen und steht außer Frage (Pfad 12). Der Lebensstil und gesundheitsbewusstes Verhalten mit gesunder Ernährung, körperlicher Aktivität und Gesundheitsvorsorge ist einmal von genetisch- biologischen Faktoren (Pfad 13), von der Persönlichkeit (Pfad 14) und von den ökologischen Faktoren (Pfad 15) abhängig. Außerdem haben die Schulbildung und der soziale Status einen Einfluss auf den Lebensstil (Pfad 16). Der Lebensstil zeigt sehr enge Korrelationen mit einem gesunden Altern und Langlebigkeit.

Lehr (2000) erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit aller möglicherweise beeinflussenden Faktoren. Dennoch dürfte dieses Modell zur Vorhersage eines gesunden, zufriedenstellenden Alterns generell von Bedeutung sein. Das Modell von Lehr zeigt, dass gesundes Altern oder auch Langlebigkeit durch viele Faktoren beeinflusst wird. Des Weiteren verdeutlicht sie, dass körperliche Aktivität dabei ein entscheidender Faktor ist.

2.4.3 Zusammenfassung

Aus Abschnitt 2.2 geht hervor, dass Altern durch viele Faktoren beeinflusst und charakterisiert wird. Das „active aging“ Modell der WHO verdeutlicht, dass der Alternsprozess von vielen distalen und proximalen Faktoren beeinflusst wird und sich durch Gesundheit und Fitness, gute kognitive Funktionen, eine gute emotionale Regulation und soziale Partizipation auszeichnet. Auch Lehr (2000) macht in ihrem interaktionistischen Modell das Zusammenwirken und die Wechselwirkungen vieler Faktoren im Alter deutlich. Hier wird körperliche Aktivität ebenfalls als ein Einflussfaktor herausgestellt. Die beiden hier vorgestellten Modelle wurden gewählt, da sie die Vielzahl der Einflussfaktoren abbilden und deren Verkettung und Zusammenspiel im Alternsprozess berücksichtigen. Des Weiteren wird aus beiden Modellen deutlich, dass durch Interventionen Risikofaktoren im Alter reduziert werden können und auf einzelne Faktoren positiv eingewirkt werden kann. Sowohl für die WHO (2002) in ihrem Ansatz des „active aging“ als auch bei Lehr (2000) spielt die körperliche Aktivität als eine Interventionsform bzw. Aktivitätsform im Alter eine bedeutende Rolle.

3 Körperliche Aktivität im Alter

Nachdem im vorigen Kapitel wichtige Informationen zum Altern und zum Alternsprozess gegeben wurden und die Rolle der körperlichen Aktivität im Alter verdeutlicht wurde, wird im diesem Kapitel auf das Thema der körperlichen Aktivität im Alter näher eingegangen. Dazu wird körperliche Aktivität zunächst definiert. Anschließend wird die Bedeutung von körperlicher Aktivität im Alter herausgestellt und Empfehlungen zur richtigen Dosierung gegeben. Den Hauptteil dieses Kapitels bilden die Wirkungen der körperlichen Aktivität. Zunächst werden gesundheitsfördernde Anpassungen beschrieben bevor die Wirkungen auf die psychische Gesundheit, die kognitiven Funktionen und die körperliche Leistungsfähigkeit ausführlich dargestellt werden. Den Abschluss dieses Kapitels bilden die Ausführungen zu den Wirkmechanismen.

3.1 Begriffsbestimmung körperliche Aktivität

Gerade im Bezug auf den Risikofaktor Inaktivität und Bewegungsmangel wird immer wieder von körperlicher oder auch sportlicher Aktivität gesprochen. Dabei fällt es nicht leicht, die Begriffe in der vorhandenen Literatur voneinander zu unterscheiden. Unter körperlicher Aktivität versteht Rost „die Summe aller Prozesse, bei denen durch aktive Muskelkontraktionen Bewegungen des menschlichen Körpers hervorgerufen werden beziehungsweise vermehrt Energie umgesetzt wird“ (Wagner, Woll, Singer & Bös, 2006, S. 59). Dazu gehören alle Alltagsaktivitäten und Bewegungen wie zum Beispiel Fahrradfahren und Treppensteigen. Da diese Aktivitäten zum Teil unbewusst erfolgen und fest im Tagesablauf integriert sind, werden sie von Rost als unstrukturierte, körperliche Aktivitäten bezeichnet. Zu den strukturierten körperlichen Aktivitäten zählen alle Aktivitäten, bei denen Bewegung bewusst eingesetzt wird und Effekte, im Sinne von Anpassungserscheinungen verbunden sind. Das heißt, hier ist ein zielgerichtetes Trainingsprogramm gemeint. Wird nach einem gezielten Trainingsprogramm trainiert, wird von „sportlicher Aktivität“ gesprochen (Wagner et al., 2006, S. 59). In diesem Falle kommt es dann auch zu einer höheren Intensität als bei körperlichen Alltagsaktivitäten.

In der englischen Literatur wird von „physical activity“ als auch von „exercise“ gesprochen wird. Dabei wird unter physical activity folgendes

verstanden: „Physical activity comprises any body movement produced by the skeletal muscles that results in a substantial increase over the resting energy expenditure" (Bouchard, Shepard & Stephens, 1993, S. 11). Mit dieser Definition wird unter körperlicher Aktivität jegliche Bewegungsaktivität mit nennenswerter Energieproduktion verstanden. Exercise dagegen ist „any subset of physical activity defined as planned, structured and repetitive bodily movement done to improve or maintain one or more components of physical fitness" (Sallis & Owen, 1999, S.10). Exercise beschreibt dagegen eher die sportliche Aktivität im Sinne von geplanten, strukturierten und wiederholten Bewegungen zur Leistungssteigerung.

Das Robert-Koch-Institut wählt in Anlehnung an Bouchard et al. (1993) für die Gesundheitsberichterstattung des Bundes folgende Definitionen: „Körperliche Aktivität ist jede durch die Skelettmuskulatur hervorgebrachte Bewegung, die den Energieverbrauch substanziell steigert. Je nach Wirkung (Steigerung von Kraft und Ausdauer) oder Zweck kann man zwischen berufs-, transport-, haushalts- oder freizeitbezogener körperlicher Aktivität unterscheiden. Mit körperlichem Training sind geplante, strukturierte und regelmäßige Aktivitäten gemeint, welche die körperliche Fitness verbessern oder bewahren sollen. Die körperliche Fitness oder Leistungsfähigkeit wird dabei nicht nur von Art und Ausmaß der körperlichen Aktivität beeinflusst, sondern auch von genetischen Faktoren, dem Lebensstil und dem aktuellen Gesundheitszustand. Als Sport lassen sich Aktivitäten bezeichnen, die im Rahmen von Wettkampf und Spiel durchgeführt werden oder der Gesundheitsförderung dienen" (Robert-Koch-Institut, 2007, Gesundheit im Alter, S. 103). Auch Pfeffer (2010) beschreibt körperliche Aktivität als „ . . . jede durch die Skelettmuskulatur erzeugte Bewegung, die den Energieumsatz nennenswert erhöht". (S. 216). Des Weiteren spricht sie von einem positiven Zusammenhang von körperlicher Aktivität und körperlicher Fitness und deklariert körperliche Aktivität somit als Überbegriff für alle menschlichen Bewegungsformen. Somit sind sportliche Aktivitäten als auch Alltagsaktivitäten im Begriff der „körperlichen Aktivität" zusammengefasst. In der vorliegenden Arbeit wird die Definition nach Pfeffer verwendet.

3.2 Bedeutung körperlicher Aktivität im Alter

Bewegungsmangel gehört zu den bedeutendsten Risikofaktoren des Alternsprozesses. Aktuelle Zahlen belegen, dass die körperliche Aktivität mit zunehmendem Alter abnimmt. Laut dem telefonischen Gesundheitssurvey 2009/2010 (GEDA 2009, RKI) ist die Bevölkerungsgruppe der über 65Jährigen die inaktivste Gruppe. So sind 72,8% der Frauen und 65,3% der Männer dieser Altersgruppe weniger als 2,5 Stunden pro Woche körperlich aktiv. Dabei wird körperliche Aktivität vom Robert Koch Institut wie folgt definiert: „Als körperliche Bewegung wird jede Bewegung definiert, die durch die Skelettmuskulatur produziert wird und den Energieverbrauch über den Grundumsatz anhebt."

Des Weiteren lässt sich feststellen, dass in der Generation 50+ vor allem die Personen Sport treiben, die über einen hohen Bildungsstand verfügen (Robert-Koch-Institut, 2007; Schweer, 2008). Die Zahlen des Robert Koch Instituts aus dem Gesundheitssurvey 2009/2010 geben an, dass 21,6% der Frauen und 22,6% der Männer des höheren Bildungsstandes mehr als 2,5 Stunden pro Woche körperlich aktiv sind. Im Vergleich dazu sind die Zahlen der unteren Bildungsgruppe (Frauen: 13,0%, Männer: 16,3%) deutlich geringer. Die Daten des deutschen Alterssurvey aus 2008 zeigen, dass in der Altersgruppe der 55-69 Jährigen lediglich 33% mehrmals in der Woche körperlich aktiv sind (Wurm et al., 2010). Mit 47% sind fast die Hälfte der Personen dieser Altersgruppe inaktiv. Diese Entwicklung nimmt für die Altersgruppe der 70-85 Jährigen weiter zu. Hier sind lediglich 21% mehrmals die Woche körperlich aktiv und 63% inaktiv. Bestätigen lassen sich auch die Zahlen zur Inaktivität von Menschen mit einem geringen Bildungsstand. So sind unter einer Stichprobe von 6019 Personen 74% der niedrig gebildeten Personen inaktiv (Wurm et al., 2010). Diese Zahl reduziert sich für die Menschen mit hoher Bildung auf 34%. Durch die Datenerhebung in den Jahren 1996, 2002 und 2008 können Wurm et.al. nachweisen, dass die Anzahl der körperlich Aktiven in den letzten 12 Jahren zugenommen hat. Es ist somit eine positive Entwicklung zur Aktivität im Alter zu verzeichnen. Dies ist als sehr positiv zu werten, da eine Reduzierung des Bewegungsmangels den Alternsprozess nicht aufhalten aber deutlich verzögern und positiv beeinflussen kann (Meusel, 1996; Kirchner et al., 1998). So sind körperlich fitte ältere Menschen biologisch jünger als Unfitte (Boutcher, 2000). Das heißt, ihre Leistungsfähigkeit ist deutlich besser und die

Veränderungen durch den Alternsprozess sind geringer und treten später auf. Fernàndez-Ballesteros (2008) bezeichnet körperliche Aktivität sogar als Schlüsselkomponente um erfolgreich zu altern. So kann mittels ausreichender körperlicher Aktivität deutlich gesünder gealtert werden. Die Gesundheit ist für ältere Menschen der Lebensbereich mit dem größten Stellenwert (Werle et al., 2006). Dabei darf unter Gesundheit nicht nur der körperliche Gesundheitszustand, der sich auf das Vorhandensein von Erkrankungen beschränkt, verstanden werden. Gesundheit ist multidimensional und muss auch Aussagen zur motorischen Leistungsfähigkeit, Selbständigkeit im Alltag und subjektiven Befindlichkeit beinhalten. Gesundheit beschreibt also den physischen, psychischen und kognitiven Status einer Person (BMG, Gesundheitsbericht für die Bundesregierung Deutschland, 2001). Wesentliche Voraussetzungen für die Bewahrung der Gesundheit sind eine gute körperliche und kognitive Leistungsfähigkeit. Um diese Voraussetzungen zu erfüllen ist die Aufrechterhaltung der körperlichen Aktivität bis ins hohe Alter unabdingbar. Regelmäßige körperliche Aktivität führt zur Verbesserung der funktionalen Gesundheit, das heißt Alltagsaktivitäten komplett allein bewältigen zu können, zur Förderung der Muskulatur, Ausdauer und des Gleichgewichts und damit zur Sturzprävention sowie zur Leistungssteigerung des kardiovaskulären Systems (Kruse, 2007). All diese Verbesserungen führen zu signifikanten Verbesserungen der Alltagsfähigkeit und Lebensqualität (Geithner & McKenney, 2010). Außerdem reduziert körperliche Aktivität die Risikofaktoren für chronische Krankheiten wie koronare Herzkrankheit, Diabetes Mellitus, Adipositas und Hypertonie sowie für Krebserkrankungen und Depression. So haben Personen im Alter von 65 Jahren die regelmäßig körperlich aktiv sind eine bis zu sechs Jahre höhere allgemeine und behinderungsfreie Lebenserwartung als Inaktive (Wurm et al., 2010).

3.3 Empfehlungen zur körperlichen Aktivität im Alter

Aus den bisherigen Ausführungen wird deutlich, dass körperliche Aktivität jegliche Art der Bewegung beinhaltet und das sie für ein gesundes Altern von enormer Bedeutung ist. Bevor auf die einzelnen Wirkungen von körperlicher Aktivität eingegangen wird, soll kurz erläutert werden, wie viel körperliche Aktivität im Alter empfohlen wird. Das American College of Sports Medicine (ACSM, 2006, 2007a, 2007b) hat für eine Vielzahl von Zielgruppen Empfehlungen zur Sportaktivität heraus gegeben. So empfiehlt das ACSM (2007a) für gesunde Erwachsene im Alter von 18 bis 65 Jahren zur Verbesserung der Gesundheit mindestens 30 Minuten an mindestens fünf Tagen die Woche mit moderater Intensität oder für mindestens 20 Minuten an mindestens drei Tagen der Woche mit hoher Intensität körperlich aktiv zu sein. Außerdem sollte zusätzlich zum Ausdauertraining wenigstens an zwei nicht aufeinanderfolgenden Tagen pro Woche ein Krafttraining mit 8 bis 10 Übungen für die Hauptmuskelgruppen absolviert werden. Die Empfehlungen für ältere Erwachsene entsprechen in etwa denen für gesunde Erwachsene. Neben den beschriebenen Empfehlungen sollen ältere Menschen ab 65 Jahren ihre Beweglichkeit sowie das Gleichgewicht schulen (ACSM, 2007b).

3.4 Wirkungen körperlicher Aktivität im Alter

Der alternde Organismus besitzt ein hohes Maß an Adaptabilität. Das heißt, positive Veränderungen können immer noch erreicht werden und negative Veränderungen können ausgeglichen werden. Dies kann auch als „Dynamik zwischen Gewinn und Verlust“ bezeichnet werden (Eichberg & Mechling, 2009). So sind auf der einen Seite funktionelle Verluste und auf der anderen jedoch Zugewinne im Wissen und der Expertise zu verzeichnen. Diese Veränderungen und Adaptabilität sind stark individuell, organ- und funktionsspezifisch und abhängig vom Einfluss endogener und exogener Faktoren (Eichberg & Mechling, 2009). Im Folgenden sollen die positiven Wirkungen und Effekte körperlicher Interventionsmaßnahmen beschrieben werden. Dabei werden die gesundheitsfördernden Adaptationen des Herz- Kreislaufsystems und des Bewegungsapparates nur kurz erläutert. Ausführlich werden die aktuellen Erkenntnisse zu den Variablen der psychischen Gesundheit, den kognitiven Funktionen und der körperlichen Leistungsfähigkeit dargestellt.

3.4.1 Gesundheitsfördernde Wirkungen

Die vielseitigen gesundheitsfördernden Wirkungen von körperlichen Interventionen konnten in zahlreichen Publikationen nachgewiesen werden. Grundlage dessen ist die Tatsache, dass die körperliche Leistungsfähigkeit in jedem Alter, also ein Leben lang, trainiert werden kann (Winter & Baur, 1994; Conzelmann, 1997; Meinel & Schnabel, 2004). So kommt es zu allgemeinen Adaptationen des Körpers in der Anpassung und Ökonomisierung des Muskel- und Fettstoffwechsels. Muskeln und Gelenke werden verstärkt durchblutet und eine verbesserte aerobe Leistungsfähigkeit sowie gesteigerte motorische Kompetenz erzielt (Meusel, 1996; Berg & König, 2006). Muskuläre Dysbalancen werden ausgeglichen, die Knochenstruktur gefestigt und die periphere Durchblutung verbessert. Somit kann Erkrankungen wie Osteoporose vorgebeugt und Arthrose positiv beeinflusst werden. Außerdem ist ein gesundheitsorientiertes Training im Alter entscheidend in der Prävention von Haltungsschäden und Rückenschmerzen (Werle et al., 2006). Bezüglich des Herz- Kreislaufsystems können besonders durch Ausdauertraining der Ruhe- und Leistungspuls gesenkt, die Erholungszeit reduziert und das Schlagvolumen des Herzens erhöht werden (Meusel, 1996; Taylor et al., 2004). Es kommt zu verstärkter Kollateralbildung, einer ökonomischeren Herzarbeit sowie zu einer Verbesserung der Vitalkapazität und der Sauerstoffaufnahme (Tittlbach, 2002; Taylor et al., 2004). In zahlreichen Studien, welche bei Knoll, Banzer und Bös (2006) nachzulesen sind, konnte belegt werden, dass körperliche Aktivität zu einer Verringerung der Morbidität und Mortalität beitragen kann. Ein Training im Alter muss lediglich der Person und deren Leistungsfähigkeit angepasst sein und physiologische Prozesse beachten. So ist die Adaptationsfähigkeit des Körpers geringer und verlangsamt (Werle et al., 2006), so dass das Training mit einer geringeren Intensität und mehr Pausen absolviert werden muss. Ein planmäßiges Training kann die im Altersverlauf auftretenden Veränderungen deutlich verzögern (Meusel, 1996).

3.4.2 Wirkungen auf die psychische Gesundheit

Die Anzahl der Studien zur Effektivität von körperlicher Aktivität auf die psychische Gesundheit ist seit den 1980er Jahren kontinuierlich gestiegen. Konnten in den 90er Jahren noch keine Empfehlungen von körperlicher Aktivität als präventives Mittel von psychischen Erkrankungen gefunden werden, so gibt es inzwischen einige Metaanalysen (Arent et al., 2000; Netz, Wu, Becker & Tenenbaum, 2005; Wipfli et al., 2008) die zuverlässigere Aussagen zulassen. Die Studien zeigen, dass körperlich aktive Personen sich in ihrer psychischen Gesundheit (Angst, Depression, Stimmung) hochsignifikant positiv von Inaktiven unterscheiden und dass körperliche Aktivität vor Beeinträchtigungen in der psychischen Gesundheit schützen kann (Morgan, 1994; Abu-Omar et al., 2004; Ströhle, 2009).

Im Folgenden sollen zunächst die Ergebnisse von Metaanalysen, die die Zielgruppe der über 60 Jährigen untersucht haben, vorgestellt werden. Für den Bereich der Angst sind das die Metaanalysen von Long & van Stavel (1995) und Wipfli et al. (2008) sowie das Review von Taylor (2000). Zum Einfluss von körperlicher Aktivität auf Depressivität werden die Metaanalysen von Arent et al. (2000) und von Netz et al. (2005) vorgestellt. Die Metaanalyse von Petruzzello, Landers, Hatfield, Kubitz und Salazar (1991) wird in den beschriebenen Analysen aufgegriffen und deshalb hier nicht mehr gesondert vorgestellt. Anschließend werden einige ausgewählte randomisierte Interventionsstudien zum Thema Angst und Depressivität vorgestellt.

Angst:

Werden die derzeitigen Erkenntnisse zur Wirksamkeit von regelmäßiger (chronic exercise) körperlicher Aktivität auf Angst betrachtet, so zeigen Metaanalysen und Reviews eine positive Wirkung (Arent et al., 2001; Landers & Petruzello, 1994; Mc Donald & Hodgdon, 1991; Leith, 1994; Taylor, 2000; Wipfli et al., 2008). Die Effektstärken dieser angstreduzierenden Wirkung liegen bei 0.15 bis 0.56 und sind somit klein bis mittel groß (Arent et al., 2001). Die positive Wirkung lässt sich dabei bei jungen und mittleren Erwachsenen sowie bei Älteren und Alten sowohl für die Stait- Angst als auch für die Trait- Angst verzeichnen (Donald & Hodgdon, 1991; Landers & Petruzello, 1994; Arent et al., 2001). Des Weiteren sind Effekte für beide Geschlechter, bei Fitten und

Unfitten sowie bei gesunden und nicht gesunden Personen und bei unterschiedlichen Angstniveaus zu finden (Arent et al., 2001; Alfermann & Stoll, 2010). Generell sind die Effekte am größten, wenn die Probanden ein hohes Angstniveau aufweisen, gering körperlich aktiv sind und wenn es sich um klinisch relevante Angststörungen handelt (Arent et al., 2001).

Wipfli et al. (2008) finden in ihrer Metaanalyse eine Gesamteffektstärke von -0.48. Sie untersuchten die Effekte von 49 randomisierten Studien mit insgesamt 3566, überwiegend gesunden, Personen und können ebenfalls belegen, dass körperliche Aktivität eine angstreduzierende Wirkung hat. Allerdings muss erwähnt werden, dass eine Vielzahl der inkludierten Studien die State- Angst untersuchten. Wurden körperliche Interventionen mit anderen Interventionen verglichen, so liegt die Effektstärke bei -0.19. Der Vergleich zeigt dann also nur noch kleine Effekte und nicht mehr moderate (ES = -0.48) wie die Analysen mit inaktiven Kontrollgruppen. Als Moderatorvariablen lassen sich auch hier das Alter, die Zielgruppe, die Trainingshäufigkeit, Intensität und Dauer finden. So sind die Effekte für jüngere Erwachsene (31-45 Jahre) (ES = -0.51) und für klinisch Ängstliche (ES = -0.52) größer als für Menschen über 45 Jahre (ES = -0.31) und für nicht klinisch Auffällige (ES = -0.40). Bezüglich der Trainingsdauer zeigt sich, dass ein 4 - 9wöchiges Programm (ES = -0.59) vor einem 10 - 14wöchigen Programm (ES = -0.40) die größten Effekte bringt. Außerdem zeigen sich die besten Ergebnisse bei einem 3 - 4mal wöchentlich (ES = -0.51) absolvierten Training über 60 bis 90 Minuten (ES = -0.61). Die Trainingsintensität sollte dabei bei 60-85% liegen (ES = -0.40). Für eine moderate Intensität (40-60%) lässt sich eine Effektstärke von -0.31 finden. Für die Programminhalte lassen sich folgende Effektstärken finden: für Ausdauer-programme -0.40, für Programme ohne Ausdaueranteil -1.15 und für kombinierte Programme -0.52. Die Tabelle 2 fasst die Ergebnisse der Meta-analyse von Wipfli et al. (2008) zusammen.

Tabelle 2: Ausgewählte Ergebnisse der Metaanalyse von Wipfli et al. (2008) für die Effekte von körperlicher Aktivität auf Angst

	Anzahl Effekte (*n*)	**Effektstärke (*g*) bei Experimentalgruppen vs. Kontrollgruppen**
Gesamteffekt	49	-0.48*
Alter		
<18	3	-0.18
18-30	10	-0.50*
31-45	17	-0.51*
>45	17	-0.31*
Population		
klinisch	3	-0.52*
Nicht klinisch	46	-0.40*
Trainingsform		
Ausdauer	44	-0.40*
Kraft	1	-1.15*
Kombination	2	-0.52*
Trainingshäufigkeit		
1-2 Einheiten/ Woche	5	-0.16
3-4 Einheiten/ Woche	32	-0.51*
>5 Einheiten/ Woche	3	-0-13
Trainingszeit		
1-30 Minuten	23	-0.41*
31-60 Minuten	16	-0.31*
61-90 Minuten	3	-0.61*
Interventionsdauer		
4-9 Wochen	8	-0.59*
10-14 Wochen	14	-0.40*
>15 Wochen	18	-0.38*
Trainingsintensität		
Hoch	15	-0.40*
Moderat	13	-0.31*

*Anmerkung: g = Hedges g, * p<.05*

Ähnliche Effekte zeigt die Metaanalyse von Long & van Stavel (1995). Hier zeigen sich Effektstärken von 0.45 und im Vergleich mit aktiven Kontrollgruppen von 0.36. Die positiven Wirkungen von körperlicher Aktivität auf die Angst können ebenfalls bestätigt werden. Allerdings werden hier auch nicht randomisierte Studien betrachtet und auch im Alter nur in Studenten und Erwachsene unterschieden. Aus diesen Gründen werden die weiteren Ergebnisse nicht weiter ausgeführt.

Stattdessen soll das Review von Taylor (2000) näher vorgestellt werden. Zur Überprüfung von regelmäßiger körperlicher Aktivität auf die Traitangst wurden 27 Studien in das Review einbezogen. Diese Studien folgten einem Prä-Post-Design, schlossen ein Follow-up ein und verfügten über Interventionen unterschiedlicher Dauer im Vergleich zu Kontrollgruppen. Die Ergebnisse zeigen, dass lediglich neun Studien keine Effekte der Interventionen auf die Traitangst zeigten. Bezüglich der Zielgruppen kann festgehalten werden, dass von den 27 Studien 15% die Zielgruppe der Studenten umfasste, jedoch mit 25% in der Mehrheit der untersuchten Studien die Effekte bei Menschen ab 60 Jahren überprüft wurden. Alle Probanden waren inaktiv und es gab keinen Unterschied zwischen Männern und Frauen. Die Mehrheit der Studien führte ein Ausdauerprogramm als Intervention durch. Dabei folgte lediglich eine den Richtlinien des ACSM und trainierte dreimal pro Woche mit 60-90% Intensität über mindestens 20 Minuten. In 22 der 27 Studien konnte auch ein Anstieg der Ausdauerleistung verzeichnet werden. In sechs Studien wurden keine Angaben zum Interventionsprogramm gemacht. In nur einer Studie zeigten sich Effekte auf die Traitangst nach einem Sportprogramm, welches kein Ausdauertraining beinhaltete, sondern eher Kraft- und Beweglichkeitstraining. Allerdings wurde das Programm durch Entspannungsübungen ergänzt und mit stationären Angstpatienten durchgeführt.

Zusammenfassend kann angemerkt werden, dass die Metaanalysen und auch das Review von Taylor (2000) die positive Wirkung von regelmäßiger Aktivität auf die Angst im Alter belegen, es jedoch zu den Trainingsinhalten unterschiedliche Ergebnisse gibt.

Depressivität:

Aktuelle Metaanalysen und Reviews zeigen, dass körperliche Aktivität in Form von Ausdauer- als auch Krafttraining, eine antidepressive Wirkung insbesondere bei leichten und mittleren Depressionen hat (Ströhle, 2009; Netz et al., 2005; Arent et al., 2000; Fox, 1999; Mc Donald & Hodgdon, 1991). Die Effektstärken sind dabei als moderat zu bezeichnen und liegen zwischen ES = - .53 bis -0.72 (Arent et al., 2001).

So finden Netz et al. (2005) nach der Analyse von 36 Interventionsstudien mit 406 Effektstärken einen kleinen aber signifikanten Effekt von ES = 0.19 bezüglich der Wirksamkeit von körperlicher Aktivität auf das psychische Wohlbefinden. Psychisches Wohlbefinden definieren sie als multifaktorielles Phänomen, das Angst, Depression, Stress, Selbstkonzept, Lebenszufriedenheit und auch physisches Befinden beinhaltet. Dabei zeigen die Ergebnisse, dass sowohl Ausdauerinterventionen (ES = 0.29) als auch Krafttrainingsinterventionen (ES = 0.23) eine positive Wirkung haben. Eine Kombination aus beiden Interventionsformen zeigt in dieser Analyse die geringsten Effekte (ES = 0.09). Bezüglich der Altersgruppen zeigen sich für die jungen Alten (54-64 Jahre) kleine, aber dennoch die stärksten, Effekte (ES = 0.33). Für die Zielgruppe, die für diese Arbeit von besonderem Interesse ist (65-74 Jahre) zeigen sich ebenfalls kleine Effekte von ES = 0.20. Abschließend können Netz et al. (2005) feststellen, dass ein Training mit moderater Intensität mit einer ES = 0.34 am effektivsten ist.

Arent et al. (2000) untersuchten in ihrer Metaanalyse 32 Interventionsstudien mit 168 Effektstärken. Die untersuchte Zielgruppe waren Personen über 60 Jahren. Als Gesamtergebnis kann festgehalten werden, dass körperliche Aktivität die depressiven Symptome und auch die Ängstlichkeit von nicht klinischen Älteren mit einer Effektstärke von 0.34 positiv beeinflusst. Als entscheidende Moderatorvariablen bestätigen auch sie die Trainingsform und Intensität sowie Häufigkeit und Umfang der Intervention. Anders als bei Netz et al. (2005) zeigen die Ergebnisse, dass kombinierte Interventionen (Kraft- und Ausdauer) die größten Effekte (ES = 0.49) erzielen. Gefolgt vom Krafttraining mit ES = 0.38 und Ausdauerinterventionen mit ES = 0.26. Des Weiteren fanden sie im Gegensatz zu Netz et al. (2005) die größten Effekte bei geringer Trainingsintensität (ES = 0.58). Abschließend beschreiben sie einen Trainingsumfang von mindestens 45 Minuten (ES = 0.36), dreimal pro Woche

(ES = 0.69) über ein bis sechs Wochen (ES = 0.48) oder sieben bis zwölf Wochen (ES = 0.45). Tabelle 3 stellt ausgewählte Ergebnisse der Metaanalyse zusammenfassend dar.

Tabelle 3: Ausgewählte Ergebnisse der Metaanalyse von Arent et al. (2000) für die Effekte von körperlicher Aktivität auf Depressivität und Angst (mood)

	Anzahl Effekte (*n*)	**Effektstärke (*g*) bei Experimentalgruppen vs. Kontrollgruppen**
Gesamteffekt	51	0.34*
Design		
Inaktive KG	23	0.46*
Motivationale KG	6	0.72*
Beweglichkeit/ Yoga	12	0.09*
Körperliche Aktivität	10	0.10
Trainingsform		
Ausdauer	30	0.26*
Kraft	10	0.38*
Kombination	11	0.49*
Trainingshäufigkeit		
< 3 Tage/ Woche	8	0.69*
≥ 3 Tage/ Woche	43	0.28*
Trainingszeit		
35-45 Minuten	9	0.05
>45 Minuten	33	0.36*
Interventionsdauer		
1-6 Wochen	14	0.48*
7-12 Wochen	10	0.45*
>12 Wochen	23	0.19*
Trainingsintensität		
Hoch	9	0.29*
Moderat	30	0.26*
Gering	12	0.58*

*Anmerkung: g = Hedges g, * p < .05*

Interventionsstudien:

Im Folgenden werden ausschließlich Studien vorgestellt, die sich mit der Zielgruppe der Älteren, die keine klinischen Störungen aufweisen, befassen und Ausdauer-, Kraft- und/oder eine Kombinationsintervention durchgeführt haben.

Leith (1994) schreibt, dass Joggen und Walking die beiden Formen der körperlichen Aktivität sind, die am häufigsten mit einer signifikanten Reduktion depressiver Symptome assoziiert werden. Blumenthal et al. (1991) zeigen, dass ein Ausdauertraining, welches dreimal pro Woche über 60 Minuten mit im Durchschnitt 66 Jährigen durchgeführt wird, die depressiven Symptome verbessern kann. Keine signifikanten Ergebnisse zeigen sich dagegen für die Traitangst. Als Vergleichsgruppen dienten eine Yoga- und eine Warte- Kontrollgruppe.

Gegensätzliche Ergebnisse finden dagegen King, Barr Taylor und Haskell (1993) in ihrer Interventionsstudie über 12 Monate. Sie prüften die Effektivität von Ausdauerprogrammen mit unterschiedlicher Intensität (moderat vs. gering) und in einer angeleiteten Gruppe im Vergleich zu zwei Heimtrainingsgruppen und einer Kontrollgruppe. Sie untersuchten insgesamt 357 gesunde Ältere im Alter von 50 bis 65 Jahren. Die Ergebnisse zeigen einen Anstieg des physiologischen Parameters VO_2max und eine Reduktion in den gemessenen Angstwerten. Die Verbesserungen konnten für alle Versuchsgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe gemessen werden. Es ergaben sich keine Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgruppen. Für die Depressionswerte zeigten sich keine signifikanten Veränderungen über den Verlauf der Studie. McNeil, LeBlanc und Joyner (1991) konnten in ihrer Interventionsstudie die Wirksamkeit eines Walkingprogramms bei Älteren (M = 72,5 Jahre) mit moderaten depressiven Symptomen belegen. Die untersuchten 30 Probanden konnten sich im Vergleich zur inaktiven Kontrollgruppe nach den 6 Wochen Intervention, in denen dreimal pro Woche über 40 Minuten trainiert wurde, verbessern. Interessant an der Studie von McNeil et al. (1991) ist, dass die aktive Kontrollgruppe, welche ein soziales Programm (zweimal wöchentliche Besuche zum kommunikativen Austausch) erhielt, sich ebenfalls signifikant verbessern konnte.

Moreira Antunes, Stella, Santos, Bueno und de Mello (2005) überprüften ihr Ausdauerprogramm im Vergleich zu einer inaktiven Kontrollgruppe an 46 Älteren im Alter von 60-75 Jahren. Die Studienteilnehmer trainierten dreimal in

der Woche über 60 Minuten über einen Zeitraum von 6 Monaten. Die Ergebnisse zeigen signifikant reduzierte Angst- und Depressionswerte und einen Anstieg in der Lebensqualität. Moreira Antunes et al. (2005) können also ebenfalls eine positive Wirkung von Ausdauerprogrammen auf Angst und Depressivität belegen.

Neben Ausdauerinterventionen wurde auch Krafttraining auf seine Wirksamkeit bezüglich Angst und Depressivität überprüft. Allerdings lassen sich hier deutlich weniger Studien mit Senioren finden. Neben den Wirkungen auf die Kognitionen überprüften Tsutsumi et al. (1997) auch die Effekte ihres Krafttrainings auf die Traitangst und Depressionen. Zur Messung der Traitangst kam der STAI (State-Trait Anxiety Inventory) zum Einsatz. Die depressiven Symptome wurden dagegen nur mittels einer Subskala des POMS (Profile of Mood States) erfasst. Die 42 Studienteilnehmer (M = 68 Jahre) trainierten in zwei Versuchsgruppen (VG 1: Krafttraining mit hoher Intensität, VG 2: Krafttraining mit geringer Intensität) dreimal in der Woche über einen Zeitraum von 12 Wochen. Das Training wurde an Krafttrainingsmaschinen durchgeführt. Als Vergleich diente eine inaktive Kontrollgruppe. Die Ergebnisse zeigen, dass sich beide Versuchsgruppen in ihren Werten zur Traitangst verbessern konnten und hier am Ende der Intervention geringere Werte aufwiesen. Für die Subskala der Depression konnten dagegen keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden.

Cassilhas et al. (2007) führten ebenfalls ein Krafttraining durch und erfassten Angst und Depression mittels des POMS. Ihre Ergebnisse zeigen signifikante Veränderungen in den Werten ihrer Teilnehmer (65-75 Jahre) auf den Subskalen des POMS für Angst und Depression. Allerdings zeigen sich keine signifikanten Veränderungen auf der GDS (Geriatric Depression Scale). Die Teilnehmer trainierten in zwei Versuchsgruppen (moderate und hohe Intensität) dreimal die Woche über 60 Minuten über 24 Wochen. Die Intervention beinhaltete Krafttraining für die Hauptmuskelgruppen. Als Vergleich diente eine Stretchingkontrollgruppe, welche einmal in der Woche trainierte.

Ein kombiniertes Kraft- und Ausdauerprogramm führten Cress, Buchner, Questad, Esselmann, deLatuer und Schwartz (1999) durch. Sie fanden keine Veränderungen in den Depressionswerten. Diese wurden mittels der CES-D erfasst. Die Studienteilnehmer waren hier im Schnitt 75 Jahre alt und trainierten

dreimal in der Woche über 60 Minuten für insgesamt 6 Monate. Die Intervention enthielt ein Training an Geräten und Ergometern.

Ebenfalls ein kombiniertes Training führten Williams und Lord (1997) mit 374 Personen (M = 71 Jahre) durch. Die Teilnehmer trainierten eine Stunde, zweimal in der Woche über insgesamt 42 Wochen. Die Intervention enthielt Ausdauertraining in Form von Aerobic und Kräftigungsübungen. Erfasst wurden Angst, Depression und Stress mittels der DASS (Depression Anxiety and Stress Scale). Die Ergebnisse zeigen für die multivariate Analyse der DASS keine signifikante Reduktion der Angst-, Depressions- und Stresswerte. Lediglich in der univariaten Analyse zeigen sich für die Skala Angst signifikante Veränderungen.

Emery und Gatz (1990) finden auch keine Verbesserungen in den Angst- und Depressionswerten nach einem kombinierten Kraft- und Ausdauertraining. Ihre 48 Teilnehmer im Alter von 61 bis 86 Jahren trainierten ebenfalls dreimal pro Woche über eine Stunde. Allerdings nur über einen Zeitraum von 12 Wochen. Womöglich ist dies ein Grund für die nicht vorhandenen positiven Effekte. Als Vergleich wurden in dieser Studie eine inaktive und eine Kontrollgruppe mit sozialem Programm herangezogen. Hier ist anzumerken, dass im Gegensatz zu McNeil et al. (1991) die soziale Kontrollgruppe auch keine positiven Ergebnisse verzeichnen konnte.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Ausdauer-interventionen am häufigsten bezüglich ihrer Wirkung auf Angst und Depression überprüft wurden und dass Kraft- und kombinierte Kraft- und Ausdauer-programme eher weniger untersucht sind. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass körperliche Aktivität, insbesondere Ausdauer, positiv auf Angst und Depression wirkt. Bezüglich Krafttrainingsinterventionen und kombinierten Interventionen können dagegen derzeit keine eindeutigen Aussagen getroffen werden.

3.4.3 Wirkungen auf die kognitiven Funktionen

Zunächst ist eine psychosozial anregende Umgebung für die kognitive Entwicklung enorm wichtig. So führen ein durch soziale und kognitive Aktivität gekennzeichneter Lebensstil, ein hoher sozioökonomischer Status und eine gute Gesundheitsvorsorge zu strukturellen und funktionellen Anpassungen im Gehirn (Yaffe, Barnes, Nevett, Lui & Covinsky, 2001). Die Anpassungen sind dabei gekennzeichnet durch eine Zunahme der Anzahl an vorhandenen Nervenverzweigungen, der Synapsendichte und der Botenstoffkonzentrationen.

Die altersbedingte Abnahme der kognitiven Funktionen kann durch regelmäßiges Training vermindert werden. Die Trainierbarkeit der kognitiven Funktionen wurde in den letzten Jahren durch zahlreiche Studien belegt. Dabei sind bisher verschiedene Interventionsformen zum Einsatz gekommen (Churchill, Galvez, Colcombe, Swain, Kramer & Greenough, 2002). Die klassische Interventionsform ist das kognitive Training. Gedächtnistrainings-programme trainieren basale Merk-, Abfrage- und Suchprozesse, Verbesserung der Konzentration und Aufmerksamkeit, Verlängerung der Speicherfähigkeit des Kurzzeitgedächtnisses, kurzfristige Merkfähigkeit und die Erhöhung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Kolb, 1996). Kognitives Training kann die Gedächtnisleistung beeinflussen und verbessern (Verhaeghen, Marcoen, & Goossens, 1992; Allmer, 2005). Leider sind die Trainingserfolge von Gedächtnistrainings auf die trainierten Bereiche beschränkt, so dass nur ein sehr geringer Transfer in den Alltag möglich ist (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009; Lustig, Shah, Seidler & Reuter-Lorenz, 2009). Somit können zwar die kognitiven Funktionen trainiert werden, jedoch kein Nutzen im Alltagsleben erzielt werden. Kognitives Training wird an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt. Weitere Informationen finden sich bei Oswald (1998) sowie in den Ausführungen von Knopf (1993) und im Artikel von Glück und Heckhausen (2001).

Körperliche Interventionen

Eine Interventionsform, die einen Transfer der Leistungsgewinne in den Alltag gewährleistet, ist die körperliche Aktivität. Studien zeigen, dass regelmäßige körperliche Aktivität einen positiven Einfluss auf die kognitive Funktionsfähigkeit ausüben kann (Colcombe & Kramer, 2003; Schmidt, Strüder, Krause, Herzog, Hollmann & Müller- Gärtner, 2001; Kubesch, 2007).

Im Folgenden sollen die Inhalte von körperlichen Interventionen vorgestellt werden. Dabei wird zunächst ein allgemeiner Überblick über den derzeitigen Forschungsstand gegeben und anschließend werden einzelne Trainingsformen und Inhalte sowie deren Wirksamkeit herausgestellt. Für die Darstellung des Forschungsstandes werden neben Metaanalysen und Reviews einzelne ausgewählte Interventionsstudien vorgestellt. Auf Grund der Vielzahl vorhandener Interventionsstudien muss sich auf eine Auswahl konzentriert werden. Dabei werden ausschließlich Studien mit einem kontrollierten, randomisierten Design vorgestellt, welche ein Ausdauertraining, ein Krafttraining und/ oder kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining mit der Zielgruppe des späten Erwachsenenalters durchgeführt haben.

Die Wirkung von körperlicher Aktivität auf die kognitiven Funktionen im Alter wird seit ca. 20 Jahren intensiv erforscht (Boutcher, 2000; Etnier, 2008; Colcombe & Kramer, 2003; Fratiglioni, Paillard-Borg & Winblad, 2004; Heyn, Abreu & Ottenbacher, 2004;). Dabei konnte generell die Erkenntnis gewonnen werden, dass körperliche Aktivität positive Auswirkungen auf die kognitive Leistungsfähigkeit hat und körperlich aktive Menschen bessere kognitive Funktionen aufweisen als inaktive Menschen (Chodzko-Zajko, 1991; Snowden, Steinman, Mochan, Grodstein, Prohaska, Thurman, et al., 2011; Etnier, 2008). In Längsschnittstudien konnten für die globalen kognitiven Funktionen und für die exekutiven Funktionen Zusammenhänge der Funktionsfähigkeit der kognitiven Funktionen mit dem Fitnesslevel gefunden werden (Barnes, Yaffe, Satariano & Tager, 2003). Laurin, Verreault, Lindsay, MacPherson und Rockwood (2001) konnten in ihrer Studie mit über 65jährigen Probanden feststellen, dass körperliche Aktivität das Risiko kognitiver Abbauprozesse im Alter reduziert. Des Weiteren wurden in Querschnitts- und Korrelationsstudien die kognitiven Leistungen der Personen unterschiedlichen Alters mit deren Fitnesszustand verglichen. Die Reviews und Metaanalysen zeigen, dass sich, unabhängig von der Altersgruppe, insgesamt ein positiver Zusammenhang

zwischen der kognitiven Leistung und dem Fitnesslevel zeigt (Stoll, Pfeffer & Alfermann, 2010). So fanden schon Dustman, Ruhling, Russell, Shearer, Bonekat, Shigeoka et al. (1984) Zusammenhänge zwischen der kardiovaskulären Fitness und der kognitiven Flexibilität, fluiden Intelligenz und den automatischen kognitiven Prozessen. Voelcker-Rehage, Godde und Staudinger (2010) bestätigen die Annahme, dass körperliche Fitness und kognitive Funktionen wie fluide Intelligenz, Verarbeitungsgeschwindigkeit und exekutive Funktionen in unterschiedlichen Beziehungen zueinander stehen. Etnier, Salazar, Landers, Petruzzello, Han und Nowell (1997) finden in einer Metaanalyse aus 134 Studien einen kleinen Effekt von 0.25 und belegen, dass sportlich aktive Menschen bessere kognitive Leistungen aufweisen als sportlich Inaktive. Dabei konnten sie feststellen, dass Querschnitts- und Korrelationsstudien größere Effektstärken (0.53) aufweisen als Interventionsstudien mit längeren Sportprogrammen (0.33). Des weiteren zeigen die Ergebnisse, dass insbesondere Jüngere (14-17 Jährige, ES = 0.77) und Personen des mittleren Erwachsenenalters (45-60 Jahre, ES = 1.02) von längeren Interventionsmaßnahmen profitieren. Für die Altersgruppen der 61- bis 90-Jährigen konnten sie eine kleine Effektstärke von 0.19 nachweisen. In einer zweiten Metaanalyse aus dem Jahre 2006 überprüften Etnier, Nowell, Landers und Sibley die Effektstärken von 37 Studien mit insgesamt 1306 Probanden. Davon wiesen 30 Studien ein experimentelles oder quasiexperimentelles Design auf. Auch in dieser Metaanalyse können sie einen kleinen aber stets signifikanten Zusammenhang von Fitnesszustand und kognitiver Leistung belegen und finden unabhängig vom Design der Studien eine kleine Effektstärke von 0.34. Wird jedoch das Alter der Probanden und das Studiendesign betrachtet, so findet sich für Studien im Prä- Post- Design und einer Altersgruppe von über 60-Jährigen eine noch kleinere Effektstärke von 0.25 und ein negativer Zusammenhang. Das bedeutet, dass je geringer der Fitnessgewinn nach dem Sportprogramm, desto größer der Zuwachs in der kognitiven Leistung und umgekehrt. Dieses Ergebnis widerspricht den Metaanalysen von Colcombe und Kramer (2003) und Heyn et al. (2004). Sie fanden keinen negativen Zusammenhang von Fitnesszuwachs und Leistungszunahme der kognitiven Funktionen. In beiden Metaanalysen wurden ebenfalls die Effektstärken von Interventionsprogrammen für Menschen ab dem 55. Lebensjahr zusammen gefasst. Beide belegten, dass mit einer Steigerung der körperlichen Fitness eine verbesserte

kognitive Leistung einhergeht. Colcombe und Kramer (2003) fassten in ihrer Metaanalyse 18 Interventionsstudien, in denen die Wirksamkeit von Ausdauer und kombinierten Kraft- und Ausdauerprogrammen überprüft wurde, zusammen. Generell konnten sie feststellen, dass die Sportprogramme zu einer Leistungssteigerung in den kognitiven Funktionen (ES = 0.48) im Vergleich zu Kontrollgruppen ohne sportliche Interventionen (ES = 0.16) geführt haben. Des Weiteren ergab die Analyse, dass ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining (ES = 0.59) effektiver ist als ein reines Ausdauertraining (ES = 0.41). Dabei erwies sich eine Programmdauer von ein bis drei Monaten (ES = 0.52) oder auch von mehr als sechs Monaten (ES = 0.67) als besonders effektiv. Auch profitierten die ab 66-Jährigen mehr von den Sportprogrammen als die Jüngeren (55 - 65 Jahre). Ebenfalls konnten sie feststellen, dass Gruppen, in denen mehr als 50% Frauen teilnahmen (ES = 0.60) nach den Interventionen bessere kognitive Leistungen erzielten als Gruppen mit einem erhöhten Männeranteil (ES = 0.15). Demnach ist anzunehmen, dass Frauen sich in ihrer kognitiven Leistung nach körperlichen Interventionen besser entwickeln als Männer. Bezüglich der abhängigen Variablen ließ sich feststellen, dass neben den mittleren Effekten auf die Kontrollprozesse (ES = 0.46) vor allem die exekutiven Funktionen verbessert werden konnten (ES = 0.68). Die Tabelle 4 stellt die Ergebnisse von Colcombe und Kramer (2003) noch einmal im Überblick dar.

Tabelle 4: Ausgewählte Ergebnisse der Metaanalyse von Colcombe & Kramer (2003) für die Effekte von körperlicher Aktivität auf die kognitiven Funktionen

	Anzahl Effekte (*n*)	**Effektstärke (d) bei Experimentalgruppen vs. Kontrollgruppen**
Gesamteffekt Kontrollgruppen	96	0.16*
Gesamteffekt Interventionsgruppen	101	0.48*
Alter		
55-65 Jahre	31	0.30*
66-70 Jahre	37	0.69*
71-80 Jahre	33	0.55*
Trainingsform		
Ausdauer	52	0.41*
Kombination	49	0.59*
Trainingszeit		
15-30 Minuten	11	0.18
31-45 Minuten	24	0.61*
46-60 Minuten	53	0.47*
Interventionsdauer		
1-3 Monate	38	0.52*
4-6 Monate	36	0.27*
>6 Monate	27	0.67*
Geschlecht		
>50% Frauen	67	0.60*
≥ 50% Männer	27	0.15*

*Anmerkung: * $p < .05$*

Eine Verbesserung der exekutiven Funktionen durch Ausdauertraining (ES = 0.12) bestätigen auch Smith et al. (2010) in ihrer Metaanalyse zum Einfluss von Ausdauertraining auf die kognitiven Funktionen. Insgesamt beinhaltet die Metaanalyse 29 Studien mit 2049 Teilnehmern und 234 Effektstärken. Allerdings bestätigen auch sie, dass kombinierte Programme (ES = 0.35) effektiver sind als reine Ausdauerprogramme (ES = 0.10). Hier insbesondere auf die Aufmerksamkeit und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Auf Grund von nur wenigen Studien zum Arbeitsgedächtnis müssen die Ergebnisse kritisch betrachtet werden. Die beschriebenen Ergebnisse zeigen jedoch, dass Ausdauertraining (ES = 0.03) zur Förderung des Arbeitsgedächtnis nicht so effektiv ist wie kombiniertes Training (ES = 0.23). Auch für das Gedächtnis lassen sich Verbesserungen nach Ausdauertraining finden (ES = 0.13). Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Ausdauertraining die kognitiven Funktionen fördert, dass jedoch kombiniertes Training effektiver ist.

Interventionsstudien

Aus den oben beschriebenen Ergebnissen geht hervor, dass Effekte von körperlicher Aktivität auf die verschiedenen Bereiche der kognitiven Funktionen verzeichnet werden können. Jedoch sind die Inhalte der Sportprogramme und deren Wirksamkeit bisher sehr unterschiedlich und in ihren Ergebnissen zum Teil widersprüchlich. Im Folgenden sollen ausgewählte Interventionsstudien und deren Ergebnisse vorgestellt werden. Dabei wurde sich auf Studien mit einem randomisierten und kontrollierten Design konzentriert, die an gesunden Menschen ab 50 Jahren durchgeführt wurden.

Ein Großteil bisheriger Interventionsstudien untersuchte die Auswirkungen von reinen Ausdauerprogrammen zur Leistungssteigerung der Kognitionen. So konnten Colcombe und Kramer (2003), Angevaren et al. (2008) und Smith et al. (2010) in ihren Metaanalysen belegen, dass regelmäßiges Ausdauertraining zu einer Förderung der kognitiven Funktionen führt. Angevaren et al. (2008) konnten in acht von elf Studien Leistungssteigerungen der kognitiven Funktionen nach Ausdauertraining finden. Sie fanden positive Effekte im Vergleich zu anderen Interventionsformen auf die Bereiche der Aufmerksamkeit und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (0.26). Im Vergleich zu inaktiven Kontrollgruppen konnten sie mittlere Effekte von 0.52

finden. Neben den Metaanalysen soll eine Auswahl einzelner Interventionsstudien vorgestellt werden. Eine Vielzahl neuerer Studien konnte feststellen, dass es durch regelmäßige, moderate Ausdauerbelastungen zu positiven Effekten auf die kognitiven Funktionen im Alter kommen kann (Colcombe, Kramer, Erickson, Scalf, Mc Auley, Cohen, et al. 2004; Kramer, Erickson & Colcombe, 2006). Dabei können durch Ausdauertraining besonders die exekutiven Funktionen gefördert werden (Voelcker-Rehage et al., 2010). In einer Studie mit 91 Probanden, im Alter von 65 - 75 Jahren, konnten Voelcker-Rehage, Godde und Staudinger (2011) nach einem einjährigen Nordic Walking Training, mit drei Einheiten pro Woche, Verbesserungen in der Aufmerksamkeitssteuerung der untersuchten Personen feststellen. So waren die Probanden in der Bewältigung der Testaufgabe (Flanker Task) schneller und benötigten weniger Hirnkapazität. Interessant ist auch das Ergebnis, dass die Probanden des allgemeinen Koordinations- und Gleichgewichtstrainings ihre Aufmerksamkeit verbesserten. Sie lösten die Aufgabe im Anschluss an die Intervention nicht schneller aber deutlich genauer und mit weniger Fehlern. Des Weiteren ließen sich im MRT veränderte Hirnaktivierungsmuster im Bereich der räumlichen Wahrnehmung feststellen. Lediglich die Probanden der Stretching und Entspannungsgruppe verbesserten ihre kognitive Leistung nicht. Die Metaanalysen und beschriebenen Interventionsstudien belegen, dass reines Ausdauertraining zu einer Steigerung der kognitiven Funktionen führt.

Widersprüchliche Ergebnisse zeigen dagegen Studien zur Wirksamkeit von Krafttraining. So konnten, in derzeit nur wenigen Studien, positive Effekte nach Krafttraining nachgewiesen werden (Liu-Ambrose et al., 2010; Cassilhas et al., 2007). Liu-Ambrose et al. (2010) als auch Cassilhas et al. (2007) fanden Leistungssteigerungen in den exekutiven Funktionen, im Gedächtnis und in der Wortflüssigkeit. In ihrer Interventionsstudie überprüften Liu-Ambrose et al. (2010) die Wirkung eines Krafttrainings, welches ein oder zweimal pro Woche absolviert wurde, im Vergleich zu einer Stretchinggruppe. Dabei untersuchten sie 155 Frauen im Alter von 65 bis 75 Jahren über einen Zeitraum von einem Jahr. Die abhängigen Variablen waren die Leistung im Stroop Test (exekutive Funktionen), Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Zahlenverbindungstest A und B) sowie Zahlen nachsprechen vorwärts und rückwärts als Indikator für das Arbeitsgedächtnis. Als motorische Variablen wurden die Laufgeschwindigkeit und Muskelkraft gemessen. Abschließend wurde das Hirnvolumen erfasst

(MRT). Die Ergebnisse zeigen, eine signifikante Leistungssteigerung der Teilnehmerinnen in ihren exekutiven Funktionen (Stroop Test) nach einem Jahr Training. Anders als bei Cassilhas et al. (2007) konnten diese Leistungsverbesserungen aber noch nicht zum zweiten Messzeitpunkt nach 6 Monaten registriert werden. Allerdings trainierten die Teilnehmer der Studie von Cassilhas und Team auch dreimal die Woche über 60 Minuten. Insgesamt untersuchten Cassilhas et al. 62 Teilnehmer im Alter von 65 bis 75 Jahren über einen Zeitraum von 24 Wochen. Die Teilnehmer waren in drei Gruppen eingeteilt. Zwei Krafttrainingsgruppen (Gruppe 1: moderate Intensität (50%), Gruppe 2: hohe Intensität (80%)) und eine Kontrollgruppe. Diese absolvierte einmal in der Woche ein Stretchingprogramm. Die Ergebnisse zeigen, dass sich beide Versuchsgruppen in ihren kognitiven Funktionen verbessern konnten. Die beiden Gruppen haben sich dabei ähnlich gut entwickelt. Die Trainingsintensität scheint hier keinen bedeutenden Einfluss gehabt zu haben.

Lachman, Neupert, Bertrand und Jette (2006) führten ein 6monatiges, gering intensives Krafttraining mit Therabändern an 210 Männern und Frauen durch. Die Teilnehmer waren zwischen 60 und 94 Jahren alt und wiesen leichte physische Einschränkungen, wie Probleme beim Treppensteigen oder laufen auf. Sie trainierten mittels einer Videoanleitung drei Einheiten pro Woche. Als Kontrollgruppe wurde eine Warte- Kontrollgruppe eingesetzt. Die abhängige Variable der kognitiven Funktionen bildete das Arbeitsgedächtnis, welches mittels dem Zahlennachsprechen rückwärts gemessen wurde. Die Ergebnisse zeigen signifikante Verbesserungen in der Arbeitsgedächtnisleistung der Versuchsteilnehmer wobei höhere Krafttrainingsleistung mit höherer Arbeitsgedächtnisleistung einher geht.

Nicht alle Studien, die die Wirksamkeit von Krafttraining überprüften, konnten positive Effekte auf die kognitiven Funktionen verzeichnen. So untersuchten Tsutsumi et al., (1997) 42 Männer und Frauen ab 60 Jahren, die ein Krafttraining absolvierten, auf die Effekte bezüglich der physischen Leistung, der psychischen Gesundheit und der kognitiven Funktionen. Die Teilnehmer wurden randomisiert auf zwei Versuchsgruppen und eine inaktive Kontrollgruppe aufgeteilt. Dabei trainierte eine Versuchsgruppe mit geringer Intensität (55-65%) und die andere mit hoher Intensität (75-85%). Das Training umfasste Übungen für die Hauptmuskelgruppen und wurde an Großgeräten bzw. Krafttrainingsgeräten absolviert. Der Interventionsumfang betrug zwölf

Wochen und beinhaltete drei Trainingseinheiten pro Woche. Die Ergebnisse zeigen signifikante Verbesserungen in den physischen Parametern und den Variablen der psychischen Gesundheit. In den neurokognitiven Tests konnten keine signifikanten Verbesserungen in allen drei Gruppen gefunden werden. Der erwartete Interaktionseffekt und damit die stärkeren Leistungsentwicklungen in den Versuchsgruppen blieben aus.

Kimura et al. (2010) prüften die Auswirkungen von Krafttraining ebenfalls auf die exekutiven Funktionen und die Aufmerksamkeit. Diese wurden mit unterschiedlichen computergestützten Tests erfasst. In ihrer Studie an 171 Probanden, mit einem durchschnittlichen Alter von 74 Jahren, führten sie ein zweimal wöchentliches Krafttraining über jeweils 90 Minuten durch. Die Kontrollgruppe absolvierte ein Gesundheitsschulungsprogramm. Die Ergebnisse zeigen lediglich eine signifikante Verbesserung der mentalen Gesundheit der Versuchsgruppe. Bezüglich der kognitiven Funktionen konnten keine Effekte verzeichnet werden.

Auch Perrig-Chiello, Perrig, Ehrsam, Staehelin und Krings (1998) konnten nach ihrem achtmonatigem Krafttraining mit Senioren, mit einen durchschnittlichen Alter von 73 Jahren, im Vergleich zu einer Kontrollgruppe keine Leistungsverbesserungen im Gedächtnis und der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit feststellen. Die Studien zum Krafttraining zeigen alles in allem ein widersprüchliches Ergebnis.

Nur wenige Studien vergleichen die Wirkungen von Ausdauertraining und Krafttraining. 1984 untersuchten Dustman et al. (1984) an 43 Probanden, im Alter von 55-70 Jahren, die Effekte eines viermonatigen Ausdauertrainings auf das Gedächtnis, Verarbeitungsgeschwindigkeit und exekutive Funktionen im Vergleich zu einem Krafttraining und einer inaktiven Kontrollgruppe. Beide Sportgruppen trainierten mit einer Intensität von 70-80% ihrer maximalen Herzfrequenz, drei Einheiten die Woche jeweils über 60 Minuten. Die Ergebnisse zeigen für beide Interventionsgruppen signifikante Verbesserungen in den untersuchten kognitiven Funktionen im Vergleich zu der Kontrollgruppe. Allerdings konnten sich die Teilnehmer des Ausdauerprogramms signifikant besser entwickeln als die Teilnehmer der Kraftgruppe.

Panton, Graves, Pollock, Hagberg und Chen (1990) absolvierten mit 49 Teilnehmern im Alter von 70 - 79 Jahren ein Walkingtraining und ein Krafttraining im Vergleich zu einer Kontrollgruppe. Obwohl die Ausdauergruppe

Verbesserungen in deren aeroben Kapazität und die Kraftgruppe Kraftzuwächse verzeichnen konnte, zeigten sich keine Verbesserungen bezüglich der untersuchten Verarbeitungsgeschwindigkeit. Moul, Goldman und Warren (1995) führten ebenfalls eine Interventionsstudie durch, in der sie Ausdauertraining und Krafttraining verglichen. Die Kontrollgruppe absolvierte ein Stretchingprogramm. Insgesamt untersuchten sie 30 Personen im Alter von 65 bis 72 Jahren über eine Interventionszeit von 16 Wochen. Dabei trainierten die beiden Versuchsgruppen jeweils fünf Einheiten pro Woche über 30 Minuten. Als abhängige Variablen wurden die aerobe Leistungsfähigkeit, Kraft, Gedächtnis und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit angegeben. Die Ergebnisse zeigen physische Leistungsverbesserungen für die aerobe Leistung in der Ausdauergruppe und Kraft für die Kraftgruppe jedoch nur für die Ausdauergruppe Leistungsverbesserungen in den Kognitionen.

Aus den Studien, die die Wirkungen von Ausdauertraining und Krafttraining vergleichen, geht hervor, dass Ausdauertraining die scheinbar effektivere Interventionsform ist.

Abschließend sollen Studien betrachtet werden, in denen gemischte Interventionen durchgeführt wurden. Die Metaanalysen von Colcombe und Kramer (2003) und auch die von Smith et al. (2010) beschreiben für diese Form der Intervention die größten Effekte. Allerdings muss angemerkt werden, dass die in den Metaanalysen unter kombinierten Programmen zusammengefassten Studien eine Vielzahl von Inhalten enthielten und nur in der Metaanalyse von Smith et al. (2010) ausschließlich randomisierte Studien inkludiert wurden. So wurden in den Metaanalysen alle Interventionsformen als kombinierte Programme zusammengefasst, die keine reine Ausdauerintervention waren. Somit handelt es sich bei dem Großteil der einbezogenen Studien um Interventionen die Ausdauer, einfache Kräftigungsübungen und Dehnübungen kombinierten. Im Folgenden sollen Studien vorgestellt werden, deren Schwerpunkt ein kombiniertes Ausdauer- und Krafttraining war. Dabei werden nur Studien im RCT- Design vorgestellt. Werden diese Kriterien angesetzt, so lassen sich nicht viele Studien finden.

Emery und Gatz (1990) untersuchten die Auswirkungen eines gemischten Trainings auf die fluide Intelligenz von 48 Senioren und Seniorinnen im Alter von 61-86 Jahren. Die Teilnehmer absolvierten dabei ein 12wöchiges Training mit drei Einheiten pro Woche über jeweils 60 Minuten. Das Training

beinhaltete Dehnungsübungen, eine Ausdauersequenz von 20-25 Minuten sowie einfache Kräftigungsübungen ohne Gerät. Im Vergleich zu einer aktiven Kontrollgruppe (soziale Aktivitäten) und einer inaktiven Kontrollgruppe konnten keine Leistungssteigerungen in der fluiden Intelligenz am Ende der Studie verzeichnet werden. Williams und Lord (1997) überprüften in einer Interventionsstudie die Wirkung eines kombinierten Trainings auf das Gedächtnis und die fluide Intelligenz. Als Vergleich diente eine Kontrollgruppe, die keinerlei Anweisungen oder Trainings erhielt. Sie untersuchten 197 Frauen im Durchschnittsalter von 71 Jahren über einen Zeitraum von einem Jahr. Die Frauen absolvierten das Training zweimal in der Woche über jeweils 60 Minuten. Das Training umfasste neben der Erwärmung und Entspannung ein Ausdauertraining, ein Krafttraining ohne Geräte und Stretchingübungen. Die Ergebnisse zeigen, neben motorischen Leistungsverbesserungen, signifikante Leistungssteigerungen der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe in den untersuchten kognitiven Funktionen.

In den angeführten Studien wurden jeweils gemischte Programme durchgeführt und auf ihre Wirksamkeit überprüft. Auch hier zeigen sich widersprüchliche Ergebnisse. Derzeit gibt es keine Studie, in der die Ansätze der Ausdauerinterventionen und der Krafttrainingsinterventionen kombiniert werden. Das heißt, es gibt keine Interventionsstudien, in der ein Krafttraining an Großgeräten und ein kombiniertes Ausdauer- und Krafttraining, ebenfalls an Großgeräten, auf ihre Wirksamkeit bezüglich der kognitiven Funktionen geprüft und verglichen wurde. Der Forschungsstand zeigt, dass regelmäßige körperliche Aktivität den Abbau von kognitiven Funktionen im Alter positiv beeinflussen kann. Abgesehen von reinen Ausdauerinterventionen ist derzeit unklar, welche Form des körperlichen Trainings die effektivste ist. So lassen sich zu Krafttrainingsinterventionen und kombinierten Interventionen nur wenige Studien finden und diese beschreiben eher widersprüchliche Ergebnisse. Somit sollte geklärt werden, wie sich ein reines Krafttraining und ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining auf die kognitiven Funktionen auswirkt. Des Weiteren wird aus dem beschriebenen Forschungsstand deutlich, dass eine Vielzahl von kognitiven Funktionen derzeit untersucht werden. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Ausdauertraining besonders die exekutiven Funktionen positiv beeinflusst. Bezüglich anderer Interventionsformen sind die Wirkungen auf die kognitiven Funktionen und hier die speziellen Bereiche sehr

unterschiedlich. Hier bleibt die Frage offen, welche kognitiven Funktionen durch Krafttraining und einem kombinierten Kraft- und Ausdauertraining gefördert werden können.

3.4.4 Wirkungen auf die körperliche Leistungsfähigkeit

Im Kapitel zwei wurden einige Einflussfaktoren des Alterns beschrieben. Diese Faktoren sorgen für eine hohe Variabilität der motorischen Entwicklung und körperlichen Leistungsfähigkeit (Eichberg & Mechling, 2009). Dabei steigen die inter- und intraindividuelle Variabilität in Höhe und Veränderung der motorischen Leistungen mit zunehmendem Alter (Eichberg & Mechling). Generell sind alle motorischen Fähigkeiten in allen Altersstufen trainierbar und ein Leistungszuwachs durch ein individuelles und altersgerechtes Trainingsprogramm immer möglich (Boeckh-Behrens & Buskies, 2005). Allerdings nimmt die Trainierbarkeit mit zunehmendem Alter ab. Das heißt, die Trainingseffekte sind bei Hochaltrigen geringer als bei jungen Alten (Schubert & Bös, 1996).

Im folgenden Abschnitt sollen die Auswirkungen und Effekte verschiedener Bewegungstrainings auf die motorischen Fähigkeiten Kraft, Koordination, Beweglichkeit und Ausdauer beschrieben werden. Dabei werden die Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die Koordination und Beweglichkeit nur kurz skizziert. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt auf einer Krafttrainingsintervention und einer kombinierten Kraft- und Ausdauerintervention. Die Wirkungen von reinen Ausdauerinterventionen werden ebenfalls nur kurz dargestellt. Der Schwerpunkt der Ausführungen liegt auf den Effekten von Krafttraining und kombinierten Programmen. Um eine bessere Übersicht herzustellen, wird mit der Koordination und Beweglichkeit begonnen, gefolgt von den Ausführungen zur Ausdauer. Den abschließenden Hauptteil dieses Abschnittes stellt der Forschungsstand zu Krafttrainingsinterventionen und kombinierten Programmen dar.

Koordination

Nach Werle et al. (2006) ist körperliche Aktivität eine der zentralen Einflussfaktoren auf die Koordinationsentwicklung im Lebensverlauf. Wobei unter Koordination das Zusammenwirken von Zentralnervensystem und Skelettmuskulatur bei der Ausführung von Bewegungen verstanden wird (Meusel, 1996). Generell zeigt sich, dass eine erhöhte Bewegungsaktivität zu einer erhöhten koordinativen Leistung führt. Interventionsstudien zeigen auch im Alter positive Effekte nach einem Koordinationstraining. So führt Koordinationstraining zu Verbesserungen in der Haltungsstabilität, der Gleichgewichtsfähigkeit und der Reaktionsgeschwindigkeit (Werle et al., 2006). Bezüglich der Gleichgewichtsfähigkeit konnte festgestellt werden, dass sie grundsätzlich im Alter trainierbar ist und speziell Ältere und sturzgefährdete Personen im hohen Maße von Training profitieren (Eichberg & Mechling, 2009). Dabei wird vor allem vom motorischen Gleichgewicht, also dem körperlichen Gleichgewicht in Haltung und Bewegung gesprochen (Meusel, 1996). Ein spezifisches Training führt zu einer schnelleren Aktivierung der beanspruchten Muskulatur, einer effektiveren neuronalen Ansteuerung und Adaptation der motorischen Einheiten sowie zu einer verbesserten propriozeptiven Verarbeitung (Eichberg & Mechling, 2009).

Beweglichkeit

Zahlreiche Quer- und Längsschnittstudien zeigen, dass körperliche Aktivität den Rückgang der Beweglichkeit verzögert bzw. erhalten und zeitweise auch verbessern kann (Meusel, 1996). Zahlreiche Studien bestätigen, dass die Beweglichkeit bis ins hohe Alter trainierbar ist. Eine Übersicht dieser findet sich bei Meusel (1996). Derzeit gibt es nur wenige Interventionsstudien zur Verbesserung der Beweglichkeit. Die vorhandenen zeigen teilweise unterschiedliche Ergebnisse. So finden einige Studien Verbesserungen und andere kaum. Suomi und Lindauer (1997) finden nach einem Aquatraining lediglich Verbesserungen in der Hüftbeweglichkeit der älteren Teilnehmer. Keine Verbesserungen fanden sie jedoch bezüglich der Beweglichkeit des Schultergelenks. Lan, Lai, Chen und Wong (1998) können eine verbesserte Beweglichkeit der unteren Wirbelsäule nach einem 12 monatigem Tai Chi Training mit Älteren nachweisen. Means, Rodell und O`Sullivan (2005) dagegen finden nach einem Balance- und Mobilitätstraining deutliche Verbesserungen

der Beweglichkeit. Die Trainingsanpasssung der einzelnen Gelenke und Muskeln scheint sehr unterschiedlich zu sein und ist abhängig von Trainingsart, -umfang und –häufigkeit. So scheint es, als wenn die Beweglichkeit der Wirbelsäule und des Hüftgelenks eher trainierbar ist, als die des Knie- und Fußgelenks (Eichberg & Mechling, 2009).

Ausdauer

Da der Mensch ein Leben lang nahezu die gleichen Anpassungserscheinungen an Ausdauertraining aufweist, kann durch körperliche Aktivität im späteren und späten Erwachsenenalter eine Verbesserung der Ausdauer erzielt werden (Conzelmann, 1997; Hurley & Hagberg, 1998). Die Ausdauerleistung konnte sowohl in kurzzeitigen (16 Wochen) als auch in langfristigen Interventionen von bis zu 12 Monaten durchschnittlich bis zu 22% gesteigert werden (Hurley & Hagberg, 1998; Eichberg & Mechling, 2009). Green und Crouse (1995) konnten in ihrer Metaanalyse eine signifikante Zunahme der Ausdauerleistung von 14% bei im Durchschnitt 68 Jährigen, die dreimal pro Woche 30 Minuten trainierten, verzeichnen. Dabei war die Leistungssteigerung abhängig vom Alter, vom Ausgangsniveau und von den Trainingsparametern. Generell zeigten sich schon nach wenigen Wochen die größten Verbesserungen, die von einem langsamen Anstieg gefolgt waren und nach einem halben Jahr zu einem Plateau wurden. Dabei scheint die Intensität des Trainings keine allzu bedeutende Rolle zu spielen. Stewart, King und Haskell (1993) untersuchten in ihrer Studie Ausdauertrainingsprogramme unterschiedlicher Intensität auf ihre Effekte. Die 194 Studienteilnehmer waren zwischen 50 und 65 Jahre alt und trainierten über 12 Monate. Die Ergebnisse zeigen, dass ein Ausdauertraining die Leistungsfähigkeit verbessert. Es konnten sich alle Studienteilnehmer im Verlauf des Trainings verbessern unabhängig von der Trainingsintensität. Die Ursachen der Leistungssteigerung werden in einer größeren arterio- venösen Sauerstoffdifferenz und einem erhöhten Schlagvolumen vermutet.

Kraft

Ein Verlust der Muskelmasse ist assoziiert mit einer geringeren Laufgeschwindigkeit, Stürzen und weiteren Einschränkungen (Latham, Bennet, Strettonj & Anderson, 2004). Besonders Krafttraining kann den Verlust der Muskelmasse und Kraft verhindern (Geithner & McKenney, 2010). Schon kurze Krafttrainingsinterventionen zeigen signifikante Leistungssteigerungen in der Muskelkraft (Brandon et al., 2004). Durch ein regelmäßiges Gerätetraining oder funktionelle Gymnastik mit Kleingeräten wie Therabändern und Hanteln, können nicht nur die Abbauprozesse positiv beeinflusst, sondern auch Kraftzuwächse verzeichnet werden (Boeckh-Behrens & Buskies, 2005; Sorace, 2007; Steib et al., 2010). Dabei zeigen sich Adaptationen in einer Vergrößerung des Muskelquerschnitts, einer Zunahme der motorischen Einheiten, einer Erhöhung der nervalen Aktivität und eine Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination und Kontraktionsgeschwindigkeit (Eichberg & Mechling, 2009). Trainingsstudien zeigen, dass die Steigerungsrate in den ersten Wochen am höchsten ist und dann in ein Plateau übergeht. Generell ist ein planmäßiges Krafttraining im Alter enorm wichtig. Es wirkt der Rückbildung der Muskulatur entgegen, schützt und schont Wirbelsäule und Gelenke, und reduziert das Verletzungsrisiko (Meusel, 1996).

Entsprechend den bisherigen Ausführungen zum Forschungsstand werden zunächst wieder Metaanalysen und Reviews angeführt und anschließend einige ausgewählte Studien vorgestellt. Auch hier wird sich wieder auf Studien im RCT Design konzentriert.

Hunter, McCarthy und Bamman (2004) können mittels ihres Reviews bestätigen, dass Krafttraining bei Senioren zur Zunahme der Muskelmasse, Kraft, Leistung und Funktionalität führt. Auch Latham et al. (2004) belegen mittels ihrem Review, dass Krafttraining die Muskelkraft signifikant steigert (ES = 0.68). Insgesamt untersuchten sie 62 Studien mit 3674 Teilnehmern über 60 Jahre. Die meisten Studien untersuchten gesunde und funktionell nicht eingeschränkte Ältere, die an zwei bis drei Tagen die Woche über im Schnitt acht bis 12 Wochen an Krafttrainingsgeräten trainierten. Geithner und McKenney (2010) fassten in ihrem Artikel 39 Studien zum Krafttraining bei Senioren zusammen. Die Stichprobengrößen variieren dabei sehr stark. So fanden sie Studien mit 10 bis hin zu mehr als 100 Probanden. Wobei die Mehrheit der Studien mit sehr kleinen Stichproben durchgeführt wurde. Hier

wurden meist nur ca. zehn Teilnehmer untersucht. Das Alter der Teilnehmer lag in den Studien zwischen 50 und 95 Jahren. Allerdings untersuchte die Mehrheit der Studien die Zielgruppe der 60-80 Jährigen. Die Trainingshäufigkeiten lagen bei ein bis drei Einheiten pro Woche. Wobei die meisten Studien drei Tage die Woche wählten. Die Interventionsdauer variierte von sechs Wochen bis zu zwei Jahren. Allerdings haben 21 von den gesichteten 39 Studien eine Interventionszeit von 12 Wochen. Die häufigste Trainingsintensität lag bei 80%. Des Weiteren ergaben die Ergebnisse, dass ein Training mit hoher Intensität effektiver ist als ein Training geringerer Intensität.

Dies können auch Steib et al. (2010) mit ihrer Metaanalyse und Kalapotharakos, Michalopoulou, Godolias, Tokmakidis, Malliou und Gourgoulis (2004) nach ihrer Interventionsstudie bestätigen. Kalapotharakos et al. (2004) führten ein zwölfwöchiges Krafttraining in drei randomisierten Gruppen mit 33 alten Menschen (60 bis 74 Jahre) durch. Dabei trainierte eine Gruppe mit hoher Intensität (80%) und die zweite mit moderater Intensität (60%). Beide Gruppen trainierten an drei Tagen die Woche an Krafttrainingsmaschinen. Die Kontrollgruppe war inaktiv. Die Ergebnisse zeigen eine Zunahme der Muskelkraft und der Muskelmasse in beiden Versuchsgruppen. Die Gruppe mit hoher Intensität konnte sich jedoch noch besser entwickeln. Aus der Metaanalyse von Rhea, Alvar, Burkett und Ball (2003) und seinen eigenen Analysen leiten Hunter et al. (2004) folgende Trainingsempfehlungen ab. Sie empfehlen zwei bis vier Sätze mit acht bis 15 Wiederholungen mit einer Intensität von 60 bis 80% an zwei bis drei Tagen in der Woche. Das American College of Sports Medicine (ACSM) dagegen empfiehlt ein Satz mit zehn bis 15 Wiederholungen und moderater Intensität. Dabei beschreiben sie moderate Intensität auf einer Skala von eins bis zehn mit den Werten fünf/sechs. Des Weiteren sollte sich das Training auf acht bis zehn Übungen zu den Hauptmuskelgruppen belaufen und an zwei Tagen pro Woche absolviert werden. Bezüglich der Frage, wie Kraft nun am besten trainiert werden sollte, spricht sich Mahady (2007) für das Training an Maschinen aus. Hier ist der Bewegungsumfang vorgegeben und die Bewegungen werden geführt, so dass das Verletzungsrisiko reduziert wird und keine Vorerfahrungen benötigt werden. Außerdem können die Belastungen in Form der Gewichte und damit die Intensität gut gesteuert werden.

Die im Folgenden vorgestellten Studien sind eine Auswahl der derzeit existierenden RCT- Studien. Auch hier wurden ausschließlich Studien gewählt, welche ein Krafttraining mit älteren Erwachsenen durchführten. Brandon et al. (2004) untersuchten bei einer Stichprobe von 55 gesunden Teilnehmern im Alter von 60 bis 86 Jahren die Effekte eines 24monatigen Krafttrainings (drei Einheiten pro Woche über 60 Minuten) auf die Kraft und Funktionalität. Von den 55 Teilnehmern wurden 30 per Zufall der Versuchsgruppe und 25 der Kontrollgruppe zugeteilt. Mittels des one repetition maximums (1RMs) wurde die Kraft der Kniebeuger- und Strecker sowie der Hüftbeuger- und Strecker vor der Intervention sowie im Abstand von sechs Monaten erfasst. Zur Erhebung der Funktionalität wurde ein Mobilitäts- und Koordinationstest durchgeführt. Die Teilnehmer absolvierten ein moderates Training an Kraftgeräten mit drei Sätzen à 8-12 Wiederholungen. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Versuchsgruppe sowohl in ihrer Kraftleistung als auch in zwei Untertests der Funktionalität über die Zeit signifikant verbessern konnte. Die Kontrollgruppe konnte keine Zuwächse verzeichnen. Hier zeigt sich eher ein zunehmender Kraftverlust. Ades, Ballor, Ashikaga, Utton und Sreekmaran Nair (1996) führten ein zwölfwöchiges Krafttraining an 24 Teilnehmern im Alter von 65 bis 79 Jahren im Vergleich zu einer inaktiven Kontrollgruppe durch. Sie konnten ebenfalls einen Kraftzuwachs der Beinmuskulatur und, trotz keinem expliziten Ausdauer-trainings, eine Verbesserung der Walkingzeit um 38% verzeichnen. Allerdings zeigte sich keine Verbesserung der maximalen aeroben Kapazität. Des Weiteren konnten sie einen positiv signifikanten Zusammenhang zwischen der Kraft und der Walkingzeit finden. Somit scheint durch eine Erhöhung der Beinkraft eine bessere Ausdauerleistung möglich. Einen Kraftzuwachs nach einem Krafttraining für die Hauptmuskelgruppen an Kraftmaschinen konnten Pyka, Lindenberger, Charette und Marcus (1994) nachweisen. Sie untersuchten 25 Personen im Alter von 61 bis 78 Jahren im Vergleich zu einer inaktiven Kontrollgruppe und konnten nach acht Wochen Training (drei Einheiten pro Woche über 60 Minuten) Leistungsverbesserungen verzeichnen. Vincent, Vincent, Braith, Lennon und Lowenthal (2002) überprüften die Auswirkungen von Krafttraining unterschiedlicher Intensitäten auf die Kraft der oberen und unteren Extremitäten sowie die Lipidoxidation. Nach 6monatigem Training, dreimal pro Woche über 60 Minuten, haben sich die Teilnehmer der Versuchs-gruppen im Vergleich zu denen der inaktiven Kontrollgruppe in ihrer Kraft-

leistung verbessert. So konnte die Gruppe mit geringer Trainingsintensität ihre Leistung von 10,8% auf 25,3% und die Trainingsgruppe mit hoher Intensität von 14.6% auf 27.6% verbessern. Zwischen den beiden Gruppen bestand kein signifikanter Leistungsunterschied zu Beginn des Trainings. Die 84 Teilnehmer im Alter von 60 bis 84 Jahren konnten also nach einem Training der Hauptmuskelgruppen an Geräten ihre Kraftleistung verbessern. Bezüglich der Lipidoxidation zeigte sich, dass ein gering intensives Training die gleichen Effekte erzielt wie ein hoch intensives. Somit empfehlen Vincent et al. (2002) ein Krafttraining von geringer Intensität um das Verletzungsrisiko zu senken. Jones, Rikli, Benedict und Williams (1994) überprüften ein Krafttraining, welches an zwei Tagen der Woche in der Gruppe stattfand und einmal die Woche selbständig zu Hause absolviert werden sollte, auf seine Effekte. Die Ergebnisse zeigen eine Leistungsverbesserung in fast allen untersuchten Muskelgruppen sowie eine hohe Compliance. Auch hier wurden die 46 Teilnehmer randomisiert auf die Trainingsgruppen und die Warte- Kontrollgruppe verteilt. Insgesamt trainierten die Teilnehmer 16 Wochen.

Kombinierte Programme

Studien, in denen Krafttraining und Ausdauertraining kombiniert wurden, zeigen synergistische Effekte auf die Ausdauer- und Kraftleistung der Teilnehmer (Hunter et al., 2004). Eine Kombination aus Krafttraining und Ausdauertraining führt eventuell zu limitierten Leistungen in den einzelnen Bereichen, jedoch führen beide Trainingsformen zu funktionellen Leistungsverbesserungen (Geithner & McKenney, 2010). Zum Teil lassen sich nach einem kombinierten Training ähnlich gute Leistungsverbesserungen in der Ausdauer und Kraft finden wie bei reinem Ausdauer- oder Krafttraining (Izquierdo, Ibanez, Häkkinen, Kraemer, Larrion & Gorostiaga, 2004). Izquierdo et al. (2004) untersuchten in ihrer Interventionsstudie ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining im Vergleich zu einem reinen Ausdauertraining und einem Krafttraining. Die Studienteilnehmer waren gesunde Männer im Alter von 65 bis 74 Jahren. Alle drei Gruppen trainierten zweimal pro Woche über 45 bis 60 Minuten über einen Zeitraum von 16 Wochen. Dabei absolvierte die kombinierte Gruppe eine Einheit Ausdauer und die zweite Einheit Kraft. Als abhängige Variablen wurden die Muskelkraft, Muskelmasse und die Ausdauerleistung (VO_2max) genommen. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten

Kraftzuwachs in der Kraft (41%) - und der Kombigruppe (38%). Bezüglich der Ausdauerleistung zeigen die Ausdauergruppe (16%) und die kombinierte Gruppe (18%) signifikante Verbesserungen. Zwischen den reinen Trainingsgruppen und der kombinierten Gruppe lassen sich im Kraftzuwachs und in der Ausdauerleistung jedoch keine signifikanten Veränderungen finden. Die Ergebnisse zeigen also, dass ein kombiniertes Training ähnlich effektiv ist wie ein reines Kraft- bzw. Ausdauertraining.

Sillanpää, Laaksonen, Kääkinen, Karavirta, Jensen, Kraemer et al. (2009) haben in ihrer Interventionsstudie ein Krafttraining, ein Ausdauertraining und ein kombiniertes Training im Vergleich zu einer inaktiven Kontrollgruppe auf deren Wirksamkeit überprüft. Sie untersuchten 62 Frauen vom mittleren bis späten Erwachsenenalter (39-64 Jahre, *M* = 51). Die Frauen trainierten zweimal pro Woche bis zu 90 Minuten. Die kombinierte Gruppe trainierte viermal pro Woche ebenfalls bis zu 90 Minuten. Alle Gruppen trainierten über 21 Wochen. Als abhängige Variablen dienten die Kraft der oberen und unteren Extremitäten sowie die Ausdauerleistung (VO_2max). Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Teilnehmerinnen der Ausdauergruppe in ihrer VO_2max verbessern konnten und die Teilnehmerinnen des Krafttrainings in der Kraftleistung. Wobei sich bezüglich der Beinkraft die Teilnehmerinnen der Kraftgruppe und der kombinierten Gruppe gleich gut entwickelt haben. Beide Gruppen verzeichneten einen Zuwachs von 8%. Die kombinierte Gruppe erzielte eine Verbesserung ihrer Ausdauerleistung um 16%. Hier gab es keinen signifikanten Unterschied zur Ausdauergruppe. Sie verbesserte sich um 23%. Die Kontrollgruppe verzeichnete keine Leistungsveränderungen. Nur die Damen des kombinierten Trainings konnten sich in beiden Bereichen verbessern. Die gleichen Ergebnisse lassen sich für die 53 Männer im durchschnittlichen Alter von 55 Jahren finden (Sillanpää, Häkkinen, Nyman, Mattila, Cheng, Karavirta, et al., 2008). Sie trainierten nach dem gleichen Protokoll, im gleichen Umfang und gleicher Intensität. Die Effekte eines kombinierten Trainings scheinen also geschlechtsunabhängig zu sein. King, Pruitt, Phillips, Oka, Rodenburg und Haskell (2000) verglichen die Wirksamkeit eines kombinierten Kraft- und Ausdauertrainings mit einem Stretching- und Beweglichkeitsprogramm. Dafür untersuchten sie 103 Personen über 65 Jahre, die randomisiert auf die Interventionsgruppe verteilt wurden und insgesamt zweimal pro Woche, jeweils eine Stunde in einer Gruppe und zweimal pro Woche, jeweils 40 Minuten zu

Hause über einen Zeitraum von zwölf Monaten trainierten. Sie untersuchten die physische Funktionalität, Ausdauerleistungsfähigkeit, Kraft, Beweglichkeit und gesundheitsbezogene Lebensqualität. Die Ergebnisse zeigen, dass das kombinierte Training zu einer Verbesserung der Ausdauerleistung und Kraftfähigkeit führt. Auch Cress et al. (1999) konnten Leistungssteigerung in der Kraft und Ausdauerleistung nach einem kombinierten Kraft- und Ausdauertraining verzeichnen. An 56 älteren Personen, im Schnitt 75 Jahre alt, überprüften sie ein sechsmonatiges Training im Vergleich zu einer inaktiven Kontrollgruppe. Die Teilnehmer trainierten dreimal pro Woche über jeweils 60 Minuten an Kraftmaschinen und mit Freihanteln. Es wurde die Kraft der oberen und unteren Extremitäten sowie die Ausdauerleistung (VO_2max) erfasst. Die Ergebnisse zeigen für die Kraft der oberen Extremitäten (ES=0.74), unteren Extremitäten (ES=0.94) und die VO_2max (ES=0.64) signifikante Verbesserungen im Vergleich zu der Kontrollgruppe. Diese hat im Verlauf der Studie an Leistungsfähigkeit verloren. Somit belegen auch Cress et al. (1999) die Wirksamkeit eines kombinierten Trainings auf die körperliche Leistungsfähigkeit.

3.4.5 Wirkmechanismen und Erklärungsansätze

In den folgenden zwei Abschnitten werden die Wirkmechanismen und verschiedene Erklärungsansätze von körperlicher Aktivität auf die psychische Gesundheit und die kognitiven Funktionen erläutert. Die Effekte auf die kognitiven Funktionen werden auf strukturelle Veränderungen im Gehirn zurückgeführt. Diese Veränderungen werden ebenfalls kurz beschrieben.

3.4.5.1 Wirkmechanismen auf die psychische Gesundheit

Neben den Effekten körperlicher Aktivität auf die psychische Gesundheit werden zunehmend auch die Wirkmechanismen, denen die Effekte zu Grunde liegen, untersucht. Diese können in drei Kategorien unterteilt werden (Fox, 1999):

1. Biochemische Mechanismen
2. Physiologische Mechanismen
3. Psychosoziale Mechanismen

Die Mechanismen der ersten Kategorie lassen sich durch den Anstieg verschiedener biochemischer Stoffe während und nach dem Sport erklären (Fox, 1999; Arent et al., 2001). So kommt es während und nach dem Sport zum Anstieg des Plasma – Betaendorphins, welches das sogenannte „Runners High“ verursacht. Des Weiteren kommt es zu einem Anstieg des Norephedrins und Serotonins. Beides sind biochemische Substanzen, die mit einer Stimmungssteigerung einhergehen (Fox, 1999). Als physiologischen Mechanismus beschreibt Fox die Tatsache, dass es durch regelmäßiges Training zu einer physiologischen Anpassung des kardiovaskulären Systems kommt und dieser Anstieg zu einem besseren Wohlbefinden, Körpergefühl, Selbstwertgefühl sowie zu einer besseren Lebenszufriedenheit führt. Diese Annahme wird von Taylor (2000) unterstützt und für Menschen im höheren Alter als sehr wichtig deklariert. Zu den psychosozialen Mechanismen zählen die vielen sozialen Effekte, die durch körperliche Aktivität verursacht werden. So fördert die soziale Interaktion das Selbstwertgefühl und Selbstbewusstsein sowie die Lebensqualität besonders älterer Menschen (Taylor, 2000; Arent et al., 2001). Ältere Menschen gewinnen an Mobilität und Unabhängigkeit zurück, was zu einem Anstieg an Kompetenz führt und ein gesteigertes Lebensgefühl hervorruft (Fox, 1999).

Generell muss gesagt werden, dass die Wirkmechanismen sehr vielseitig sind und sie nur schwer isoliert betrachtet werden können. Daher müssen derzeit mehrere Mechanismen für Erklärungen zur Wirkung von körperlicher Aktivität auf die psychische Gesundheit herangezogen werden.

3.4.5.2 Wirkmechanismen auf die kognitiven Funktionen

Seit vielen Jahren beschäftigen sich Neurowissenschaftler mit den Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die Strukturen und Funktionalität des Gehirns. In ersten Tierstudien konnte festgestellt werden, dass neuronale Plastizität nicht nur bei jungen Ratten und Mäusen zu finden ist, sondern auch bei alten Tieren nach körperlicher Aktivität verzeichnet werden kann (Mc Auley, Kramer & Colcombe, 2004). Dabei ließen sich bei den aktiven Tieren nach dem Training strukturelle Hirnveränderungen feststellen. So konnte ein Anstieg der Dendriten und eine verstärkte Kapillarisierung, verbunden mit einer verbesserten Hirndurchblutung sowie Neuronenneubildung beobachtet werden. Vor allem kardiovaskuläres Training führt zu einer verbesserten Durchblutung

und Training mit verstärkt motorischen Aufgaben zu einer Zunahme der Synapsen (Mc Auley et al., 2004). Diese anatomischen und funktionellen Veränderungen nach verschiedenen physischen Trainings lassen sich auch beim Menschen finden (Colcombe et al., 2004, Voelcker-Rehage et al., 2010). So wurde festgestellt, dass eine gute Ausdauerleistungsfähigkeit vor kognitiven Dysfunktionen im Alter schützt. So haben Colcombe et al. (2004), Kramer et al. (2006) und Mc Auley et al. (2004) die sogenannte „Fitnesshypothese“ aufgestellt. Sie nimmt an, dass mit zunehmender aerober Leistungsfähigkeit auch die kognitive Leistung zunimmt. Diese Hypothese konnten sie in ihren Studien bestätigen und auch Angevaren et al. (2008) finden in 8 von 11 Studien nach einem Ausdauertraining eine Zunahme der aeroben Leistung und damit verbunden eine verbesserte kognitive Leistung. Etnier et al. (2006) belegen ebenfalls, dass die verbesserten kognitiven Leistungen auf die biologischen Veränderungen, die ein erhöhter Fitnesszustand mit sich bringt, zurück zuführen sind. In der Studie von Barnes et al. (2003) wurde das Fitnesslevel mit dem zerebralen Blutfluss in Verbindung gebracht. Ein reduzierter zerebraler Blutfluss führt demnach zu verringerten kognitiven Funktionen. Churchill et al. (2002) belegen, dass ein Anstieg in der aeroben Fitness zu einem verbesserten zerebralen Blutfluss und einer besseren Sauerstoffversorgung führt. Hall, Smith und Keele (2001) bestätigen, dass insbesondere Ausdauertraining positive Effekte auf die Kognitionen hat. Auch sie sehen als generelles Argument dafür den durch Ausdauertraining erhöhten zerebralen Blutfluss im Gehirn.

Auch McAuley et al. (2004) sehen die Steigerung des zerebralen Blutflusses durch körperliche Aktivität sowie die eintretenden funktionellen und strukturellen Veränderungen im Gehirn als eine mögliche Begründung für die gesteigerte kognitive Funktionsfähigkeit durch Ausdauertraining (Abbildung 8). Einen weiteren Erklärungsmechanismus sehen Mc Auley et al. in der Reduktion von Krankheiten und Risikofaktoren. Somit könnte die Verminderung des Bluthochdruckes im Alter, die Verbesserung von kardiovaskulären und zerebro-vaskulären Erkrankungen sowie die Beeinflussung von Diabetes Mellitus Typ II zu einer gesteigerten kognitiven Leistung führen (Abbildung 8).

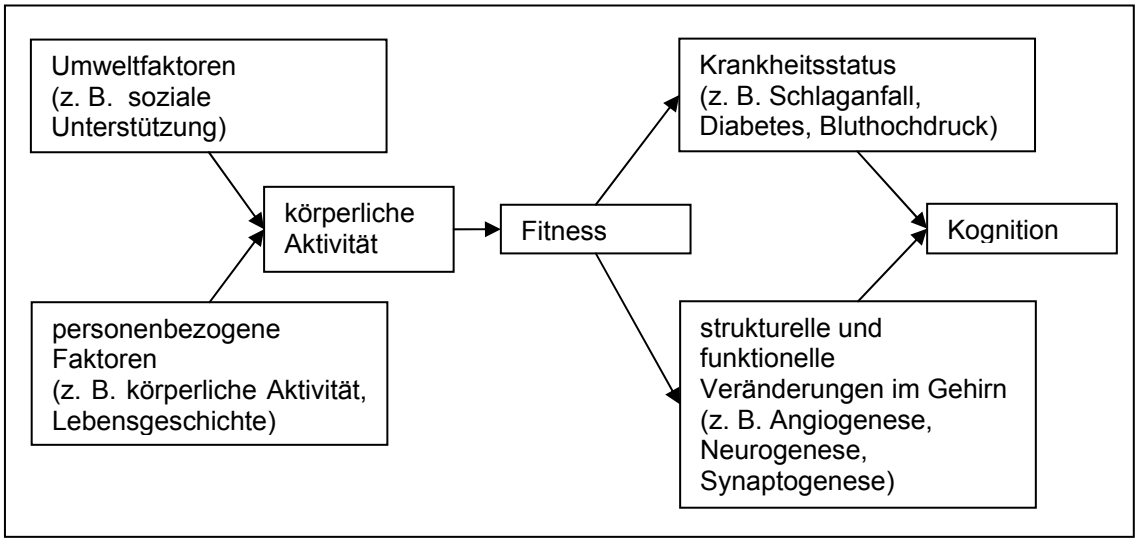


Abbildung 8: Modell zu möglichen Wirkmechanismen (Mc Auley et al., 2004, S. 215)

Einen weiteren Erklärungsansatz liefern Spirduso, Poon und Chodzko-Zajko (2008). Sie gehen davon aus, dass körperliche Aktivität, durch die Erhöhung der Sauerstoffversorgung im Gehirn, die verbesserten kardio-vaskulären Funktionen und die Neuronenneubildung, einen direkten Einfluss auf die kognitiven Funktionen hat (Abbildung 9). Diese Annahme lässt sich durch die vorhergehenden Ausführungen bekräftigen. Des Weiteren nehmen Spirduso et al. (2008) jedoch an, dass körperliche Aktivität durch die Verbesserung von sogenannten Mediatoren, wie Depression, Schlaf, Appetit, Stress und/ oder altersbedingten Krankheiten, die Kognitionen auf einem indirekten Weg fördert. Neben den Mediatoren beschreiben sie auch Moderatoren wie Alter, Geschlecht oder Bildungsstand (Abbildung 9). Viele Mediatoren und Moderatoren werden in den Studien generell kontrolliert und lassen den Schluss zu, dass sie die kognitiven Funktionen beeinflussen und mit körperlicher Aktivität interagieren. Die Mediatoren hängen zumeist zusammen und die Wirkungen auf die Kognitionen beruhen auf ähnlichen Wirk-mechanismen.

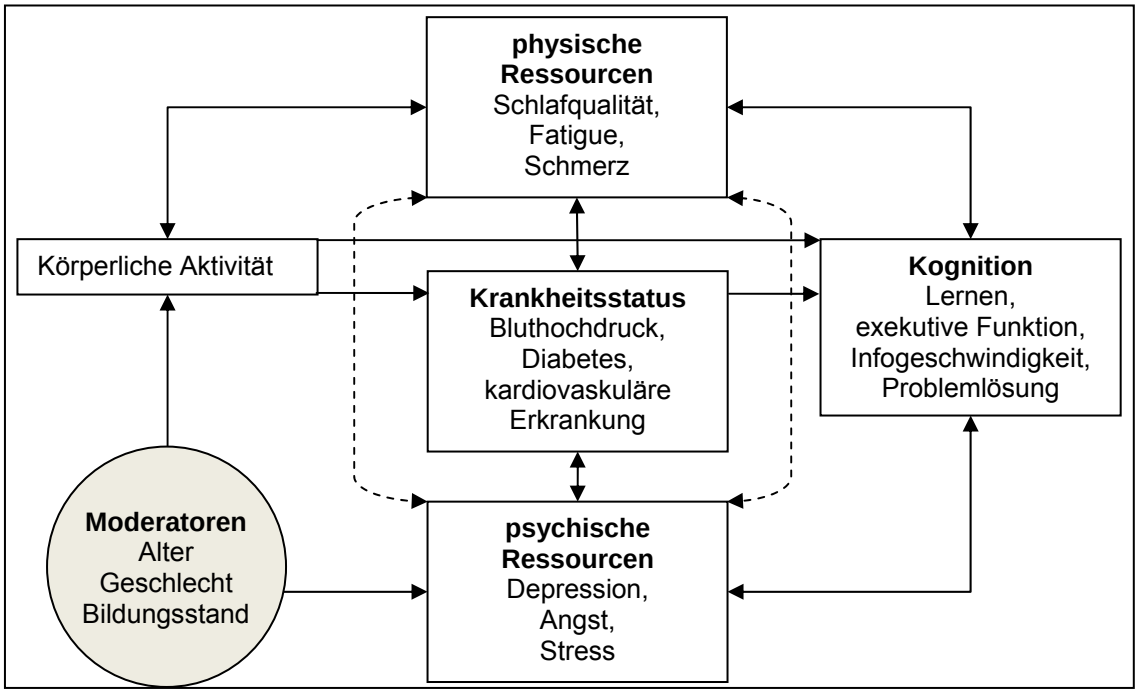


Abbildung 9: Mediatorenmodell nach Spirduso, Poon & Chodzko-Zajko (2008, S. 4)

Generell unterteilen Spirduso et al. die Mediatoren in drei Gruppen. Erstens physische Ressourcen wie Schlafqualität, Ernährung/ Appetit, Schmerz und Medikamenteneinnahme, zweitens der Krankheitszustand, welcher chronische Krankheiten, wie Hypertonie, Diabetes Mellitus, koronare Herzkrankheit oder chronisch obstruktive Lungenerkrankung beinhaltet und drittens die mentalen Ressourcen, wie Depression, Stress und Selbstwirksamkeit. Körperliche Aktivität beeinflusst die Kognitionen nicht nur auf dem direkten Weg, sondern fördert auch die physischen und mentalen Ressourcen und beugt chronischen Krankheiten vor. Somit kann Bewegung auch indirekt Einfluss auf die kognitiven Funktionen nehmen.

Neben den beschriebenen Erklärungsansätzen lassen sich aus Tierstudien Überlegungen zu neurochemischen Veränderungen der Botenstoffe im Gehirn übernehmen (Mc Auley et al., 2004). So scheint körperliche Aktivität das BDNF- Level (brain-derived neurotophin factor) zu steigern (Voelcker-Rehage, Godde & Staudinger, 2011). Insbesondere Krafttraining führt zur Förderung des Wachstumsfaktors BDNF (Kimura et al., 2010). Dieser befindet sich im Hippocampus, in der Großhirnrinde und im Vorderhirn und ist für die Plastizität und das Nervenzellwachstum im zentralen Nervensystem unabdingbar (Vaynman, Ying, Yin & Gomez-Pinilla, 2006). Vayman et al. belegen, dass körperliche

Aktivität zu einer Steigerung des BDNF Faktors führt und dies zu funktionellen Veränderungen von Neuronen und Synapsen. Diese funktionellen Veränderungen wirken sich positiv auf die kognitiven Funktionen aus. Es wird davon ausgegangen, dass eine, durch Krafttraining, erhöhte BDNF-Konzentration zu einer verbesserten kognitiven Leistung führt.

Des Weiteren zeigen Studien, Tierstudien eingeschlossen, dass Krafttraining zu einem Anstieg des Insulin – like-growth Faktors (IGF-1) führt (Mc Auley et al., 2004; Cassilhas et al., 2007). IGF-1 erhält die Neuronen und fördert das Neuronenwachstum. Dieses wiederum steigert die kognitive Leistung (Liu-Ambrose & Donaldson, 2009). Borst, de Hoyos, Garzarella, Vincent, Pollock, Lowenthal et al. (2001) finden nach einem 25wöchigen Krafttraining, ein IGF-1 Anstieg von 20% bei 25 bis 50 Jährigen. Wobei dieser Anstieg während der ersten 13 Wochen stattfindet. Nicklas, Ryan, Treuth, Harman, Blackman, Kurley et al. (1995) untersuchten 55 bis 70jährige Männer. Sie konnten keinen IGF-1 Anstieg nach Krafttraining verzeichnen. Cassilhas et al. (2007) und Liu-Ambrose und Donaldson (2009) bestätigen dagegen einen IGF-1 Anstieg für Ältere. Somit scheint ein IGF-1 Anstieg generell mit Krafttraining in Verbindung zu stehen. Bezüglich der Entwicklung bei älteren Menschen gibt es jedoch noch keine eindeutigen Erkenntnisse.

Werden die Erklärungsansätze zusammengefasst, so kann davon ausgegangen werden, dass Ausdauertraining zu einer verbesserten Hirndurchblutung und Krafttraining zu positiven neurochemischen Veränderungen führt. Werden beide Interventionsformen kombiniert, müssten beide Wirkmechanismen greifen und die verbesserte kognitive Leistung auf diese physiologischen Veränderungen zurückgeführt werden können. Für diesen Ansatz gibt es jedoch derzeit keine ausreichenden Befunde.

3.5 Zusammenfassung

Laut Pfeffer (2010) werden unter körperlicher Aktivität alle Alltags- und Sportaktivitäten verstanden. Mit zunehmendem Alter nimmt die körperliche Aktivität ab und Bewegungsmangel gehört zu den bedeutendsten Risikofaktoren des Alternsprozesses. So ist die Generation der über 65Jährigen die inaktivste Bevölkerungsgruppe. Dennoch zeigen aktuelle Studien, dass die Zahl der aktiven Älteren in den letzten Jahren zugenommen hat (Wurm et al., 2010). Somit zeichnet sich eine positive Entwicklung zur Aktivität im Alter ab. Dies ist von enormer Bedeutung, da so die funktionelle Gesundheit verbessert werden kann. Das heißt, Alltagsaktivitäten können allein bewältigt werden, die Muskulatur, das Gleichgewicht und die Ausdauer werden gefördert und damit Sturzprophylaxe betrieben. Die Wirkungen körperlicher Aktivität zeigen, dass sich der menschliche Organismus auch im Alter weiterentwickeln kann. Diese Entwicklung ist stark von den individuellen Bedingungen einer Person und einer Vielzahl von Einflussfaktoren abhängig. Durch regelmäßige körperliche Aktivität und spezielle körperliche Interventionen sind gesundheitsfördernde Anpassungen wie die Verbesserung des Muskel- und Fettstoffwechsels, des kardiopulmonalen Systems und der Knochenstrukturen möglich. In zahlreichen Studien konnte nachgewiesen werden, dass körperliche Aktivität die Morbidität und Mortalität verringert (Knoll et al., 2006).

Des Weiteren geht aus den vorigen Ausführungen hervor, dass körperliche Aktivität vor Beeinträchtigungen in der psychischen Gesundheit schützt (Abu-Omar et al., 2004). So zeigen Studien, dass körperlich aktive Ältere über eine deutlich bessere psychische Gesundheit (Angst, Depression, Stimmung) verfügen als inaktive Senioren (Ströhle, 2009). In Metaanalysen kann gezeigt werden, dass nach körperlichen Interventionen positive Wirkungen auf depressive Symptome und Angst zu finden sind (Netz et al., 2005; Wipfli et al., 2008; Arent et al., 2000). Dabei kann sowohl Ausdauer- als auch Krafttraining zu positiven Effekten führen. Arent et al. (2005) und Wipfli et al. (2008) finden die größten Effekte auf depressive Symptome und Angst nach kombinierten Kraft- und Ausdauerprogrammen. Werden einzelne Interventionsstudien genauer betrachtet, so finden sich widersprüchliche Ergebnisse zu den Programminhalten und deren Effektivität. So können Ausdauerinterventionen positive Wirkungen verzeichnen und auch Krafttraining führt zur Reduktion von

depressiven Symptomen (Blumenthal et al., 1991; Moreira Antunes et al., 2005; Tsutsumi et al., 1997; Cassilhas et al., 2007). Bezüglich kombinierten Programmen aus Kraft und Ausdauer lassen sich derzeit nicht viele Studien für die Zielgruppe der über 60Jährigen finden und die vorhandenen können keine einheitlichen Aussagen treffen (Cress et al., 1999; Williams & Lord, 1997; Netz et al., 2005; Arent et al., 2000).

Neben der psychischen Gesundheit sind die kognitiven Funktionen im Alter von enormer Bedeutung. Auch hier lassen sich Abbauprozesse beschreiben. Der Forschungsstand zeigt, dass diesen Abbauprozessen mittels körperlicher Aktivität entgegengewirkt werden kann (Colcombe & Kramer, 2003; Schmidt et al., 2001). So verfügen auch hier die körperlich aktiven Menschen über bessere kognitive Funktionen als Inaktive (Chodzko-Zajko, 1991; Colcombe & Kramer, 2003; Snowden et al., 2011). Metaanalysen und Interventionsstudien zeigen, dass Ausdauertraining die kognitiven Funktionen positiv beeinflusst (Angevaren et al., 2008, Colcombe & Kramer, 2003; Smith et al., 2010; Voelcker-Rehage et al., 2010). Für Krafttrainingsinterventionen finden sich dagegen widersprüchliche Ergebnisse (Liu-Ambrose & Donaldson, 2009; Cassilhas et al., 2007; Kimura et al., 2010; Tsutsumi et al., 1997). Aus den Metaanalysen geht hervor, dass ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining bessere Wirkungen hat als ein reines Kraft- oder Ausdauertraining (Colcome & Kramer, 2003; Smith et al., 2010). Wird der Forschungsstand zu den kognitiven Funktionen zusammenfassend betrachtet, so lassen sich zu reinen Krafttrainingsinterventionen, für die hier gewählte Zielgruppe, nur wenige Studien finden, die dazu noch widersprüchliche Ergebnisse präsentieren. Bezüglich kombinierten Programmen wird davon ausgegangen, dass sie die größten Effekte erzielen. Allerdings gibt es auch hier eher wenige Studien. Somit bleibt die Frage offen, welche Interventionsform am effektivsten ist.

Zu den Wirkungen von körperlicher Aktivität auf die körperliche Leistungsfähigkeit lässt sich feststellen, dass auch die motorischen Fähigkeiten Koordination, Beweglichkeit, Kraft und Ausdauer im Alter durch körperliches Training trainiert und verbessert werden können (Werle et al., 2006; Eichberg & Mechling, 2009). Einem Kraft- und einem Ausdauertraining können hier positive Wirkungen zugesagt werden und auch ein kombiniertes Training gilt als effektiv (Hurley & Hagberg, 1998; Geithner & McKenney, 2010; Hunter et al., 2004).

Neben den Wirkungen wurden die Wirkmechanismen von körperlicher Aktivität auf die psychische Gesundheit und die kognitiven Funktionen erläutert. Die Wirkmechanismen für die Effekte auf die psychische Gesundheit werden in biochemische, physiologische und psychosoziale Mechanismen unterteilt (Fox, 1999). Sie sind multivariat und können nicht getrennt betrachtet werden. Somit müssen immer mehrere Mechanismen für Erklärungen zur Wirkung von körperlicher Aktivität auf die psychische Gesundheit herangezogen werden. Ein Wirkmechanismus von körperlicher Aktivität auf die kognitiven Funktionen ist die neuronale Plastizität (Colcombe et al., 2004). Darunter werden strukturelle Hirnveränderungen wie Anstieg der Dendriten, Neuronenneubildung und verstärkte Kapillarisierung, verstanden. Weiterhin führt eine verbesserte aerobe Leistung zu einem erhöhten zerebralen Blutfluss und damit zu einer besseren kognitiven Leistung (Mc Auley et al., 2004, Angevaren et al., 2008). Neben diesem direkten Einfluss von körperlicher Aktivität auf die Kognitionen, liefern Spirduso et al., (2008) einen weiteren Erklärungsansatz. Dieser geht davon aus, dass über Mediatoren, wie Depression, Schlaf, Stress oder altersbedingten Krankheiten die kognitiven Funktionen indirekt beeinflusst werden können. Neben den beschriebenen Erklärungsansätzen bestehen weiterhin Annahmen, dass durch körperliche Aktivität neurochemische Veränderungen der Botenstoffe im Gehirn einsetzen und diese für die Leistungsverbesserungen der kognitiven Funktionen nach körperlichem Training verantwortlich sind.

4 Zielstellung der Arbeit

Der Forschungsstand zeigt, dass körperliche Aktivität generell einen positiven Einfluss auf die psychische Gesundheit, die kognitiven Funktionen und die körperliche Leistungsfähigkeit von Menschen des späten Erwachsenenalters hat. Es kann festgehalten werden, dass Ausdauertraining für die Bereiche psychische Gesundheit und kognitive Funktionen das am häufigsten untersuchte Interventionsprogramm ist.

Anders stellt sich der Forschungsstand bei Krafttrainingsinterventionen dar. Hier wurden nicht viele Studien bezüglich der Wirkung auf die psychische Gesundheit, die kognitiven Funktionen und die körperliche Leistungsfähigkeit mit Senioren durchgeführt. Die vorhandenen Studien zeigen für die körperliche Leistungsfähigkeit positive Effekte, für die Bereiche psychische Gesundheit und Kognitionen dagegen widersprüchliche Ergebnisse. So lassen sich in einem Teil der Studien Effekte verzeichnen und in anderen, in der Methodik ähnliche Studien, wiederum nicht. Des Weiteren sind die Interventionsinhalte stark verschieden und in lediglich einer Studie (Tsutsumi et al., 2001) wurde Krafttraining an Großgeräten durchgeführt.

Neben den offenen Fragen zum Krafttraining zeigen sich auch für kombinierte Kraft- und Ausdauerinterventionen keine einheitlichen Befunde in den Untersuchungen mit älteren Erwachsenen. Bezüglich der körperlichen Leistungsfähigkeit wird davon ausgegangen, dass sich Leistungszuwächse in der Kraft und Ausdauer verzeichnen lassen. Im Bereich der psychischen Gesundheit sind bisher kaum kombinierte Programme auf ihre Wirkung überprüft worden. Die wenigen Programme, die sich finden lassen, haben neben Kraft- und Ausdauertraining auch noch weitere Trainingsinhalte, wie Koordination oder Beweglichkeit. Ebenso sind keine Aussagen zur Wirkung eines kombinierten Kraft- und Ausdauertrainings an Großgeräten möglich. Entsprechend den Ergebnissen der Metaanalysen kann jedoch angenommen werden, dass kombinierte Programme die größten Effekte auf die psychische Gesundheit erzielen (Arent et al., 2000, Wipfli et al., 2008). Für die kognitiven Funktionen kann laut Colcombe und Kramer (2003) und Smith et al. (2010) angenommen werden, dass ein kombiniertes Training das effektivste zur Förderung der kognitiven Funktionen ist. Allerdings weisen auch hier die angeführten Studien kombinierte Programme auf, die eine Vielzahl von Inhalten

einschließen und Krafttraining überwiegend mit Kleingeräten durchführten. So gibt es keine Interventionsstudie, in der ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining an Großgeräten gezielt auf seine Wirkung auf das Kurz- und Arbeitsgedächtnis, die Wortflüssigkeit, die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und die exekutiven Funktionen überprüft wurde.

Es soll also mittels der vorliegenden Arbeit folgende Frage beantwortet werden: Führt ein Krafttraining an Großgeräten und ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining zu einer Reduktion von Angst und depressiven Symptomen und zu einer Verbesserung des Kurz- und Arbeitsgedächtnisses, der Wortflüssigkeit, der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und den exekutiven Funktionen in der Zielgruppe des späten Erwachsenenalters?

Weiterhin ist derzeit nicht klar, welche kognitiven Bereiche genau mittels Kraft- und kombiniertem Kraft- und Ausdauertraining im Alter gefördert werden können. So finden Liu-Ambrose et al. (2010) und Cassilhas et al. (2007) nach einem Krafttraining Verbesserungen in den exekutiven Funktionen, im Gedächtnis und der Wortflüssigkeit. Kimura et al. (2010) und Pierig-Chiello et al. (1998) können dagegen keine Verbesserungen für diese kognitiven Funktionen verzeichnen. Ähnlich widersprüchliche Ergebnisse finden sich auch bei kombinierten Kraft- und Ausdauerinterventionen (Emery & Gatz, 1990; Williams & Lord, 1997). Es bleibt somit die Frage offen, inwiefern die kognitiven Funktionen gleichermaßen von solchen Interventionsformen profitieren.

Abschließend sollen für den Bereich der kognitiven Funktionen Geschlechterunterschiede überprüft werden. Der Metaanalyse von Colcombe und Kramer (2003) zufolge verbessern Gruppen mit einem hohen Frauenanteil ihre kognitive Leistung stärker als Gruppen mit hohem Männeranteil. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass Frauen scheinbar mehr von den Interventionen profitieren als Männer.

Zusammenfassend zur Zielstellung der Arbeit kann gesagt werden:

Als *erstes Ziel* sollen ein Krafttraining an Großgeräten und ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining auf ihre Wirksamkeit im Alter überprüft werden. Erwartete Effekte beziehen sich auf die psychische Gesundheit, insbesondere depressive Symptome und Angst; auf die kognitiven Funktionen Kurz- und Arbeitsgedächtnis, Wortflüssigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, exekutive Funktionen; und auf die körperliche Leistungsfähigkeit Kraft und Ausdauer.

Das *zweite Ziel* der Arbeit stellt der Vergleich der beiden Interventionsformen bezüglich ihrer Wirksamkeit dar.

Das *dritte* Ziel besteht darin die Interventionen in ihrer Wirkung auf die verschiedenen kognitiven Funktionen zu vergleichen.

Als *viertes Ziel* soll die Frage beantwortet werden, ob die Effekte auf die kognitiven Funktionen bei Frauen größer sind als bei Männern.

5 Hypothesen

Nachdem aus den theoretischen Grundlagen und den Ausführungen zum Forschungsstand die Zielstellung der Arbeit abgeleitet wurde, werden im Folgenden die sich aus den Fragestellungen ergebenden Hypothesen vorgestellt. Im Rahmen einer randomisierten, kontrollierten Studie werden zwei Interventionsprogramme im Vergleich zu einer Kontrollgruppe auf Ihre Wirksamkeit im Hinblick auf die psychische Gesundheit, die kognitiven Funktionen und die körperliche Leistungsfähigkeit geprüft. Des Weiteren werden die beiden Interventionsprogramme in ihrer Effektivität verglichen. Dabei werden in Analyse 1 die Wirkungen auf die psychische Gesundheit (Depressivität und Angst), in Analyse 2 die Wirkungen auf die kognitiven Funktionen (Kurz- und Arbeitsgedächtnis, Wortflüssigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, exekutive Funktionen) und in Analyse 3 die Wirkungen auf die körperliche Leistungsfähigkeit (Kraft und Ausdauer) überprüft. Entsprechend dieser Einteilung werden folgende Hypothesen formuliert:

Analyse 1: psychische Gesundheit

Hypothese 1
Durch ein gezieltes Krafttraining und ein gezieltes kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining wird die psychische Gesundheit mit den Indikatoren Angst und Depressivität positiv beeinflusst.

1.1. Ein gezieltes kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining ist effektiver als ein reines Krafttraining.
1.2. Ein gezieltes, reines Krafttraining ist effektiver als ein ungerichtetes Kontrollprogramm.

1.3. Die Depressivität und Angst der Teilnehmer des Krafttrainings und des kombinierten Kraft- und Ausdauerprogramms sind im Vergleich zu der Angst und Depressivität der Teilnehmer aus dem ungerichteten Kontrollprogramm zum Posttest signifikant verringert.

1.4. Die Depressivität und Angst der Teilnehmer des Krafttrainings und des kombinierten Kraft- und Ausdauerprogramms sind im Vergleich zu der Angst und Depressivität der Teilnehmer aus dem ungerichteten Programm zum Follow – up signifikant verringert.

Analyse 2: kognitive Funktionen

Hypothese 2:
Durch ein gezieltes Krafttraining und ein gezieltes kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining werden die kognitiven Funktionen Kurz- und Arbeitsgedächtnis, Wortflüssigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und exekutive Funktionen im Alter gefördert.

2.1. Ein gezieltes kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining ist effektiver als ein reines Krafttraining.

2.2. Ein gezieltes, reines Krafttraining ist effektiver als ein ungerichtetes Kontrollprogramm.

2.3. Die kognitiven Funktionen der Teilnehmer des Krafttrainings und das kombinierten Kraft- und Ausdauerprogramms sind im Vergleich zu der kognitiven Leistung der Teilnehmer aus dem ungerichteten Programm zum Posttest signifikant verbessert.

2.4. Die kognitiven Funktionen der Teilnehmer des Krafttrainings und das kombinierten Kraft- und Ausdauerprogramms sind im Vergleich zu der kognitiven Leistung der Teilnehmer aus dem ungerichteten Programm zum Follow - up signifikant verbessert.

2.5. Durch gezielte körperliche Aktivität werden alle kognitiven Funktionen gleichermaßen gefördert.

2.6. Frauen profitieren bezüglich ihrer kognitiven Leistung stärker von den gezielten Programmen als Männer.

Analyse 3: körperliche Leistungsfähigkeit

Hypothese 3

Durch ein gezieltes Krafttraining und ein gezieltes kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining wird die körperliche Leistungsfähigkeit im Bereich Kraft und Ausdauer im Alter gefördert.

3.1. Ein gezieltes, reines Krafttraining fördert die Arm-, Bein- und Bauchkraft.

3.2. Ein gezieltes kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining fördert die Arm-, Bein- und Bauchkraft und die Ausdauer.

3.3. Das gezielte, reine Krafttraining und das gezielte kombinierte Kraft- und Ausdauertraining sind effektiver als das ungerichtete Kontrollprogramm.

3.4. Die Kraft- und Ausdauerleistung der Teilnehmer des gezielten Krafttrainings und des gezielten kombinierten Kraft- und Ausdauerprogramms sind im Vergleich zu der Kraft und Ausdauer der Teilnehmer aus dem ungerichteten Programm zum Posttest signifikant verbessert.

3.5. Die Kraft- und Ausdauerleistung der Teilnehmer des gezielten Krafttrainings und des gezielten kombinierten Kraft- und Ausdauerprogramms sind im Vergleich zu der Kraft und Ausdauer der Teilnehmer aus dem ungerichteten Programm zum Follow - up signifikant verbessert.

6 Methode

In den bisherigen Ausführungen wurden die theoretischen Grundlagen erläutert und daraus die Fragestellungen und Hypothesen abgeleitet. Im Folgenden Kapitel wird das methodische Vorgehen dieser Interventionsstudie beschrieben.

6.1 Studiendesign

In der vorliegenden Arbeit sollen die Effekte eines Krafttrainings und eines kombinierten Kraft- und Ausdauertrainings hinsichtlich der psychischen Gesundheit, kognitiven Funktionen und körperlichen Leistungsfähigkeit überprüft werden. Zur Überprüfung dieser Fragestellung und der aufgestellten Hypothesen wird eine längsschnittlich angelegte, randomisierte kontrollierte Studie im Versuchs- Kontrollgruppendesign durchgeführt. Es wurde ein experimentelles Design gewählt, um die Veränderungen in den abhängigen Variablen auf die Interventionen zurückführen zu können. Neben einer Randomisierung der Studienteilnehmer auf die Versuchsgruppen bzw. die Kontrollgruppe, erfolgte die Datenerhebung- und eingabe verblindet. Somit konnte die interne Validität der Studie erhöht werden. Neben der Randomisierung und Verblindung gilt eine Intention – to – treat Analyse (ITT) als weiteres Qualitätskriterium für kontrollierte Studien. Entsprechend dieser Analyse müssen alle in die Studie eingeschlossenen und randomisierten Probanden, entsprechend ihrer zugeteilten Gruppe und unabhängig ob sie das Studienprotokoll erfüllt haben oder nicht, in die Analysen eingehen. Dieses Vorgehen erhält die Vorteile der Randomisierung. Allerdings wird mittels einer ITT der reine Interventionseffekt eher unterschätzt und abgeschwächt (Schulgen & Schumacher, 2007). Schulgen und Schumacher beschreiben eine ITT auch als problematisch, wenn zwei verschiedene Interventionen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit überprüft werden sollen. Da in dieser Studie die Wirksamkeit zweier Interventionsprogramme überprüft werden soll und die Annahme besteht, dass das kombinierte Training in seiner Wirkung effektiver ist, als das reine Krafttraining, ist in diesem Falle der reine Interventionseffekt von besonderer Bedeutung. Somit wird in dieser Studie auf eine ITT verzichtet. In der vorliegenden Studie werden in Anlehnung an die Empfehlungen von

Schulgen und Schumacher nur die Probanden in die Analysen eingeschlossen, die das Studienprotokoll erfüllt haben (Per – Protokoll Analyse).

In der Studie werden zwei Versuchsgruppen mit einer Kontrollgruppe über drei Messzeitpunkte im Abstand von jeweils zwölf Wochen verglichen. Das Studiendesign folgt somit einem 3x3faktoriellen varianzanalytischen Versuchsplan mit den Gruppen als Zwischensubjektfaktor (3fach gestuft) und Zeit als Innersubjektfaktor (3fach gestuft) mit wiederholten Messungen auf dem zweiten Faktor. Das Design und der zeitliche Ablauf werden in Abbildung 10 zusammenfassend dargestellt.

	Prätest (t1)	3 Monate Intervention (3x/Wo. 60 Minuten)			**Posttest (t2)**	3 Monate keine Intervention	**Follow-Up (t3)**
Gruppe		**Montag**	**Dienstag**	**Donnerstag**			
Kraft/ Ausdauer		X	X	X		-	
Kraft		X	X	X		-	
Kontrollgruppe		-	-	X		-	
Gesamtdauer	6 Monate						

Abbildung 10: Studiendesign und zeitlicher Ablauf

Zum ersten Messzeitpunkt (MZP1, Prätest) werden die Ausgangswerte der Probanden erhoben. Im Anschluss an die Interventionen erfolgt eine zweite Messung (MZP2, Posttest), um die direkten Effekte (kurzfristige Effekte) der Bewegungsprogramme zu überprüfen und in einem Follow – up (MZP 3) wird die Nachhaltigkeit (mittelfristige Effekte) der Interventionen über deren Ende hinaus untersucht. Der Trainingszeitraum von zwölf Wochen wurde in Anlehnung an die Ergebnisse des aktuellen Forschungsstandes gewählt. So sprechen sich Arent et al. (2000) und Taylor (2000) sowie Alfermann und Stoll (2010) für den Bereich der psychischen Gesundheit für einen Interventionszeitraum von neun bis zwölf Wochen aus. Für die kognitiven Funktionen kann entsprechend der Metaanalyse von Colcombe und Kramer (2003) davon ausgegangen werden, dass ein Interventionszeitraum von ein bis drei Monaten die größten Effekte (ES = 0.52) erzielt. Für die Förderung der körperlichen Leistungsfähigkeit beschreiben Latham et al. (2004) und Geithner und McKenney (2010) einen Trainingszeitraum von zwölf Wochen als optimal.

6.2 Zielgruppe und Rekrutierung der Stichprobe

Für die Studie wurden altersentsprechend gesunde Männer und Frauen über 60 Jahre gesucht. Die Teilnehmer wurden über Aushänge und Informationsblätter bei Ärzten und sozialen Einrichtungen in Leipzig geworben. Zusätzlich erschien im kostenlosen Zeitungsanzeiger „Sachsen Sonntag“ ein Aufruf. Voraussetzungen für die Studienteilnahme waren das beschriebene Alter, keine bestehende regelmäßige körperliche Aktivität und Interesse an den angebotenen Bewegungsprogrammen. Ausgeschlossen wurden alle Teilnehmer mit manifesten pathologischen Befunden, insbesondere Herzerkrankungen, Krebserkrankungen und schweren Erkrankungen des Halte- und Bewegungsapparates. Diese Kriterien wurden in einem Gesundheitscheck vor Beginn der Intervention abgefragt. Außerdem haben die Probanden in einer schriftlichen Einverständniserklärung ihre Teilnahme bestätigt und die Verwertung ihrer Daten genehmigt. Die ausgeschriebenen Bewegungsprogramme waren speziell an Einsteiger und Wiedereinsteiger gerichtet und kostenlos. Vorausgesetzt wurden die Teilnahme an den kognitiven und motorischen Tests sowie das Ausfüllen eines Fragebogens.

Die Zielgruppe der über 60 Jährigen wurde gewählt, da die Literatur und die Forschung die Altersgrenze bei 60 bis 65 Jahren ansetzt (Tesch-Römer & Wurm, 2009). Die Einschränkung auf Einsteiger und Wiedereinsteiger war gewünscht, da so ein stärkerer Leistungszuwachs erwartet werden kann.

Die optimale Stichprobengröße (Bortz & Döring, 2006) wurde mit dem Programm G*Power 3 von Faul, Erdfelder, Lang und Buchner (2007) berechnet. Für die Berechnung der Stichprobengröße wurden in Anlehnung an den Forschungsstand mittlere Effekte angenommen. Colcombe und Kramer (2003) beschreiben für die kognitiven Funktionen moderate Effekte und Arent et al. (2001) für die psychische Gesundheit mit den Komponenten Depressivität und Angst. Die Teststärke wurde konventionell auf $1-\beta = .80$ und das Alpha-Fehler-Niveau auf $\alpha = .05$ festgelegt. Die Stichprobengröße muss bei der Annahme von mittleren Effektstärken, bei $\alpha = .05$ und einer Teststärke $1-\beta = .80$, bei $N = 40$ liegen (Faul, Erdfelder, Lang & Buchner, 2007, G*Power 3).

6.3 Studienablauf

Die Studie wurde in der Zeit von September 2009 bis Juli 2010, in zwei Wellen, durchgeführt. Der erste Durchgang begann mit der Erhebung der Ausgangsdaten Mitte September 2009. Da die Datenerhebung sehr umfangreich war, starteten die Bewegungsprogramme im Oktober. Diese waren nach zwölf Wochen im Dezember mit dem zweiten Messzeitpunkt abgeschlossen. Der erste Durchgang endete mit dem Follow-up-Test im März 2010. Während dieser zwölf Wochen des neuen Jahres wurden keine Bewegungsprogramme angeboten. Im Januar 2010 wurden die Ausgangsdaten des zweiten Durchgangs erhoben. Auf Grund zu geringer Teilnehmerzahlen wurden nur das kombinierte Kraft- und Ausdauertraining und das Programm für die Kontrollgruppe durchgeführt. Diese endeten im März 2010 mit dem zweiten Messzeitpunkt. Den Abschluss der Studie bildete das Follow-up des zweiten Durchgangs im Juli 2010. Auch hier fanden in den letzten zwölf Wochen keine Interventionen statt.

Die Datenerhebung erfolgte mittels unterschiedlicher Tests. Die Tests zur Kraft- und Ausdauerleistung absolvierten die Probanden in Gruppen zu ca. 20 Personen in einer Sporthalle der Sportwissenschaftlichen Fakultät. Die kognitiven Funktionen wurden dagegen in einem 30-minütigen Einzeltest in einem Seminarraum der Sportwissenschaftlichen Fakultät erfasst. Alle Tests wurden von speziell geschulten Testhelfern durchgeführt. Da die motorischen und kognitiven Tests an unterschiedlichen Tagen absolviert wurden, wurden die Probanden gebeten, den auszufüllenden Fragebogen zu ihrem zweiten Termin wieder mitzubringen. Somit hatten sie die Möglichkeit, den Fragebogen in Ruhe und möglichst unbeeinflusst auszufüllen. In Fällen, in denen der Fragebogen vergessen wurde, erhielten die Teilnehmer einen adressierten Rückumschlag und wurden gebeten, den Fragebogen so bald wie möglich zurückzuschicken. Um die erhobenen Daten im Längsschnitt auch den Fällen korrekt zuordnen zu können, wurden die Teilnehmer zu Beginn der Studie gebeten, auf der Grundlage eines vorgegebenen Schlüssels ihr persönliches Codewort zu erstellen.

Die zwölfwöchigen Interventionen fanden ein bis dreimal in der Woche über jeweils 60 Minuten statt. Die beiden Versuchsgruppen trainierten dreimal pro Woche und die Kontrollgruppe einmal pro Woche. Diese Trainingsumfänge

wurden in Anlehnung an den aktuellen Forschungsstand gewählt. Durch die Kooperation mit dem Fitness- und Gesundheitszentrum SC DHfK Leipzig e.V. war es möglich, deren Räumlichkeiten und Geräte zu nutzen. Somit trainierte die Krafttrainingsgruppe im Kraftraum der Einrichtung, die kombinierte Gruppe im Ergometerraum bzw. draußen sowie ebenfalls im Kraftraum. Die Kontrollgruppe trainierte in einem Kursraum der Einrichtung. Alle Kurse wurden von der Studienverantwortlichen geleitet.

6.4 Interventionen – Konzipierung und Durchführung

Die Inhalte und Belastungsparameter der Krafttrainingsintervention und des kombinierten Kraft- und Ausdauertrainings wurden in Anlehnung an den bestehenden Forschungsstand und die Empfehlungen des American College of Sports Medicine (ACSM) erarbeitet. Das Programm der Kontrollgruppe wurde zunächst ebenfalls an die Programme bestehender Interventionsstudien angelehnt. Auf Grund sehr schlechter Rückmeldungen der Studienteilnehmer wurde das Programm ab der dritten Einheit umgestellt und in den Inhalten den Erwartungen der Studienteilnehmer etwas angepasst.

Der Interventionszeitraum betrug zwölf Wochen. In diesen zwölf Wochen hat die Versuchsgruppe 1 und die Versuchsgruppe 2 jeweils drei Einheiten a 60 Minuten pro Woche trainiert. Die Kontrollgruppe trainierte einmal pro Woche über 60 Minuten. Arent et al. (2000) und Wipfli et al. (2008) schreiben, dass ein Training, welches sich positiv auf die psychische Gesundheit auswirken soll, ein Trainingsumfang von drei Einheiten pro Woche umfassen sollte. Hier lassen sich die größten Effekte verzeichnen (Arent et al. ES = 0.69, Wipfli et al. ES = -0.51). Des Weiteren finden Arent et al. (2000) die größten Effekte nach einer Trainingszeit von mindestens 45 Minuten (ES = 0.36) und auch Wipfli et al. (2008) finden bei 60 bis 90 Minuten Trainingszeit die größten Effekte (ES = -0.61). Für die kognitiven Funktionen können ebenfalls für drei Trainingseinheiten a 60 Minuten die häufigsten Belege gefunden werden. So werden diese Belastungsparameter nicht nur in der Metaanalyse von Colcombe und Kramer (2003) als am effektivsten herausgestellt, sondern finden sich auch in Interventionsstudien zur Förderung der kognitiven Funktionen wieder (Tsutsumi et al.,1997; Dustman et al., 1984; Emery & Gatz, 1990).

Geithner und McKenney (2010), Latham et al. (2004), Izquierdo et al. (2004) sowie Cress et al. (1999) bestätigen für die Förderung der körperlichen Leistungsfähigkeit ein Trainingsumfang von drei Einheiten pro Woche. Auch das ACSM (2007a, 2007b) empfiehlt für Menschen ab 60 Jahren, je nach gewählter Intensität, eine Trainingshäufigkeit von drei bis fünf Tagen die Woche.

Die Trainingsintensität lag in der Kontrollgruppe bei ca. 50% und ist als gering einzustufen (ACSM, 2006). In den beiden Versuchsgruppen wurde mit einer moderaten Intensität (64-76%) trainiert (ACSM, 2006). Diese Intensitäten wurde ebenfalls in Anlehnung an die Empfehlungen des ACSM (2007a, 2007b) und den aktuellen Forschungsstand (Netz et al., 2005; Wipfli et al., 2008; Geithner & McKenney, 2010) gewählt.

Um die Trainingsintensitäten, im Rahmen der bestehenden Möglichkeiten, kontrollieren zu können, erhielt jeder Teilnehmer seine Trainingsherzfrequenzen für die entsprechenden Intensitätsbereiche. Die Trainingsherzfrequenz wurde mittels der Karvonen-Formel berechnet (Edwards, 2001). Mit der Karvonen-Formel wird mittels der Herzfrequenzreserve *(HFR)* und der Trainingsintensität die Trainingsherzfrequenz *(THF)* errechnet. Zunächst muss die maximale Herzfrequenz *(MHF)* berechnet werden. Dies erfolgte mit folgender Formel: *MHF = 220 – Lebensalter.*

Um anschließend die Herzfrequenzreserve zu schätzen, wird der Ruhepuls der Person benötigt. Um diesen zu erhalten, mussten die Teilnehmer an drei aufeinanderfolgenden Tagen, direkt nach dem Aufwachen, in noch liegender Position, ihren Puls messen. Die Ruheherzfrequenz *(RHF)* wurde dann aus dem Durchschnitt der drei Messwerte gebildet. Um die Herzfrequenzreserve zu berechnen, muss von der maximalen Herzfrequenz die Ruheherzfrequenz subtrahiert werden: *HFR = MHF – RHF.*

Anschließend wurde die Trainingsherzfrequenz nach der Karvonen-Formel wie folgt berechnet: *THF = RHF + (HFR x % der Intensität)*.

Die Trainingsherzfrequenzen für die entsprechenden Intensitätsbereiche wurden jedem Teilnehmer mitgeteilt und auf der personifizierten Trainingskarte vermerkt. Die Kontrolle erfolgte mittels Polarpulsuhren.

Im Krafttraining erfolgt die Intensitätskontrolle in der Regel mittels Prozentangaben im Verhältnis zur Maximalkraft (Boeckh-Behrens & Buskies, 2005). Da Maximalkrafttests zu gesundheitsschädigenden Begleiterschein-

ungen, wie Pressatmung, hoher Blutdruck und starken Belastungsspitzen führen, sind sie im gesundheitsorientierten Training und vor allem auch für die Zielgruppe der älteren Erwachsenen abzulehnen. Aus diesem Grund wurde, entsprechend der Methode des sanften Krafttrainings, die Belastungssteuerung- und kontrolle zusätzlich mittels des subjektiven Belastungsempfindens kontrolliert. Das subjektive Belastungsempfinden wurde mit der BORG-Skala ermittelt (Löllgen, 2004). Dabei sollte das Belastungsempfinden in den ersten Trainingseinheiten bei ca. zehn (gering) liegen und ab der Belastungsphase, in der dann mit einer moderaten Intensität trainiert wurde, auf ca. 13-15 (anstrengend) ansteigen.

Somit wurde die Belastungssteuerung- und kontrolle zum einen mittels der Trainingsherzfrequenz, welche der Pulsuhr zu entnehmen war, und zum anderen über das subjektive Belastungsempfinden durchgeführt.

Krafttrainingsgruppe

Die Krafttrainingsgruppe umfasste zu Beginn der Studie, nach der Randomisierung, 21 Studienteilnehmer.

In Anlehnung an die Empfehlungen des ACSM (2007a, 2007b, 2006) und den Forschungsstand wurden in der Krafttrainingsintervention die Hauptmuskelgruppen trainiert. Zu den Hauptmuskelgruppen gehören Gesäß, Beine, Bauch, Rücken, Brust, Schulter und Arme. Wie aus dem Forschungsstand hervor geht, wurden in bisher sehr wenigen Studien Großgeräte für das Training dieser Muskelgruppen eingesetzt. In dieser Studie wurden Geräte der Firma Gym 80 und Precor Seilzüge sowie normale Gymnastikmatten eingesetzt. Die Geräte waren in Kreisform angeordnet, so dass das Training als Zirkeltraining durchgeführt wurde. Dabei sind, entsprechend eines Kreistrainings, die Geräte so angeordnet, dass bei aufeinanderfolgenden Übungen unterschiedliche Muskelgruppen trainiert werden. So hatte die jeweils vorige Muskelgruppe eine kleine Regenerationszeit.

Die Geräte waren wie folgt angeordnet:

- Seilzug (Dorsalpull)
    - Kräftigung der Rückenmuskulatur
- Abduktions- / Adduktionsmaschine
    - Kräftigung beinabspreizende- und anziehende Muskulatur
- Seilzug (Dorsalpull)
    - Kräftigung der Rückenmuskulatur
- Twister (Rotation)
    - Bauch- und Rückenstreckmuskulatur
- Bankdruck – Rudermaschine
    - Brust- und Rückenmuskulatur
- Beinpresse
    - Oberschenkel- und Gesäßmuskulatur
- Schulter-/ Rückenzugmaschine
    - Schulter- Rückenmuskulatur
- Bauchmuskelmaschine/ Rückenstrecker
    - Bauch- und Hüftmuskulatur, Rückenstreckmuskulatur
- Brust- und Rückenmaschine (Butterfly)
    - Brust- und Schultermuskulatur, obere Rückenmuskulatur
- Kniebeugemaschine
    - Oberschenkel- und Gesäßmuskulatur
- Bizeps-/ Trizepsmaschine
    - Armbeuge- und Streckmuskulatur
- Stepper
    - Gesäß- und Beinmuskulatur
- Bauchbank
    - Bauchmuskulatur
- Spinningrad
    - Beinmuskulatur
- Gymnastikmatte (Crunch)
    - Bauchmuskulatur
- Beinbeuger/ Beinstrecker
    - Vordere und hintere Oberschenkelmuskulatur

In nur sehr wenigen Stunden waren mehr als 16 Teilnehmer, jedoch nie mehr als 18, anwesend. In diesen Stunden wurde der Kreis durch freie Übungen ergänzt (Kniebeuge mit Armseitheben, Crunch diagonal).

In der ersten Trainingswoche erfolgte die Einführung an den Geräten. Hier wurden die Geräte und die richtige Durchführung erklärt und ausprobiert. In dieser Woche erfolgte das Üben ohne Widerstand (Stufe 1). Der Widerstand wurde bei den Gym 80 Geräten mittels Hydraulikzylindern reguliert. Diese konnten in den Stufen 1 bis 6 eingestellt werden. Die Precor Seilzüge verfügten über normale Gewichtsplatten. Ab der zweiten Trainingswoche wurde der Widerstand auf ca. 50% Belastungsintensität individuell für jeden Teilnehmer erhöht. In der zweiten und dritten Trainingswoche erfolgte eine Gewöhnung an das Gerätetraining und die entsprechende Belastung. Ab der vierten Trainingswoche wurde die Intensität auf 60% erhöht. Dabei stellte erneut jeder Teilnehmer den Widerstand so ein, dass er seine berechnete Trainingsherz-frequenz erreichte und die Belastung als anstrengend empfand. Ab der siebten Woche erfolgte die langsame Steigerung auf 70% bzw. 75%. Hier wurde der Widerstand durch den Übungsleiter langsam den Leistungen jeden Teilnehmers angepasst. Ab der neunten Trainingswoche trainierten alle Teilnehmer bei 75% Intensität. Die beschriebene Steigerung der Intensität wurde von Colcombe, Erikson, Scalf, Kim, Prakash, Mc Auley et al. (2006) übernommen. Es wurden jeweils 60 Sekunden an jedem Gerät trainiert und dann zum nächsten Gerät gewechselt. Die Pausen lagen durch das Wechseln der Geräte bei ca. 30 Sekunden. Ab der neunten Trainingswoche wurde an jedem Gerät 90 Sekunden geübt und es erfolgte eine Pause von 45 Sekunden. Dem Geräte-training wurde eine 10minütige Erwärmung in Form von Herz-Kreislaufübungen am Platz vorangestellt. Außerdem wurde nach der Hälfte des Zirkels eine Trinkpause absolviert und die Stunde mit einer 10minütigen Entspannung beendet.

Kombinierte Kraft- und Ausdauergruppe

Die Versuchsgruppe 2 mit dem kombinierten Kraft- und Ausdauerprogramm umfasste im ersten Durchgang 16 und im zweiten Durchgang 17 Teilnehmer zu Beginn der Intervention.

Das kombinierte Training begann mit einer fünf bis zehnminütigen Erwärmung, an die sich direkt das Ausdauertraining anschloss. Das Ausdauertraining wurde in Form von Walking im Freien oder auf Ergometern durchgeführt und umfasste ca. 20 bis 30 Minuten. Dabei wurde die Ausdauerphase über den Verlauf der Intervention langsam gesteigert, so dass ab der zweiten Interventionshälfte eine ca. 30minütige Ausdauereinheit durchgeführt wurde. Da die Interventionen im Winter stattfanden und bei einer Trainingshäufigkeit von drei Einheiten die Woche auch Abwechslung notwendig war, wurden die Walking- und Ergometereinheiten abwechselnd bzw. entsprechend den Wetterbedingungen angepasst durchgeführt. Am Ende der Interventionen wurden beide Formen des Ausdauertrainings ähnlich oft absolviert. Das Ergometertraining fand im Herzsportraum des Fitness- und Gesundheitszentrums SC DHfK Leipzig e.V. statt. Hier befanden sich 15 Ergometer der Firma Cateye ergociser EC-L3200 und zwei Laufbänder der Firma Horizon Fitness. In keiner der Einheiten waren mehr als 15 Teilnehmer anwesend, so dass alle Teilnehmer auf einem Ergometer trainierten. Die Teilnehmer waren angewiesen, in einer mittleren Geschwindigkeit zu treten und die Wattzahlen den Trainingsintensitäten entsprechend anzupassen. So wurde die Belastung im Ausdauerteil über die Wattzahlen, den Trainingspuls und das subjektive Befinden gesteuert.

Im Anschluss an das Ausdauertraining wurde in den Raum mit dem Gerätekreis gewechselt und eine Runde des Kreistrainings absolviert. Hier wurde über die gesamten zwölf Wochen jeweils eine Minute pro Gerät geübt und eine Pause von ca. 30 Sekunden absolviert. Die Einweisung, Gewöhnung und Belastungssteigerung war mit der der Krafttrainingsgruppe identisch. Auch die Stunden der Versuchsgruppe 2 wurden mit einer ca. zehnminütigen Entspannung beendet. Die Belastungssteuerung erfolgte ebenfalls über Polarpulsuhren und das subjektive Belastungsempfinden mittels der Borg- Skala.

Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe umfasste zu Beginn der Studie im ersten Durchgang 16 und im zweiten Durchgang 15 Teilnehmer. Die Teilnehmer der Kontrollgruppe trainierten einmal in der Woche. Die Kontrollgruppe bildete eine Art Aufmerksamkeitskontrollgruppe, die ein ungerichtetes Programm absolvierte. Es wurde sich in dieser Studie bewusst für eine aktive Kontrollgruppe entschieden, da so versucht wurde, Effekte auf die Untersuchungsvariablen durch soziale Interaktion und Gruppenkohäsion auszuschließen (Herzog, Kramer, Wilson & Lindenberger, 2009; Alfermann & Strauß, 2001; Estabrooks & Carron, 1999). Ursprünglich sollte die Kontrollgruppe ein Stretchingprogramm absolvieren. Da jedoch die Rückmeldungen der Teilnehmer am Stundenende zu diesem Trainingsinhalt sehr negativ ausfielen und sehr viele Teilnehmer die Studie verlassen hätten, wurde das Programm, von der Studienleitung, ab der dritten Einheit geändert. Das den Vorstellungen der Teilnehmer angepasste Programm enthielt Übungen zu allen Bereichen der körperlichen Leistungsfähigkeit. Der Schwerpunkt der Übungsauswahl lag trotz Programmänderung auf der Beweglichkeit und Mobilisation. Diese wurden ergänzt durch Gleichgewichtsübungen und kleine Spiele. Kräftigungsübungen und Übungen zur Förderung der Ausdauer wurden nur sehr wenig angewandt und umfassten einen maximalen Zeitrahmen von 15 Minuten. Nach der Begrüßung (fünf Minuten) begann jede Stunde mit einer ca. zehnminütigen Erwärmung in Form von Lauf ABC oder verschiedenen Laufformen. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Teilnehmer nicht joggten sonder zügig/ sportlich liefen. Anschließend wurde der erste Teil des Beweglichkeitstrainings durchgeführt. Dieses umfasste ein Mobilisationstraining. Nach der ca. zehnminütigen Mobilisation wurden ein bis maximal drei Kräftigungsübungen durchgeführt. Dabei wurden die Wiederholungszahlen sehr gering gehalten und nie mehr als zehn Wiederholungen absolviert. Außerdem wurden die Kräftigungsübungen mit Gleichgewichtsübungen kombiniert, so dass sich der Fokus der Übung von der Kräftigung zum Gleichgewicht verschob. Dieser Stundenteil umfasste ca. zehn Minuten. Anschließend erfolgte ein Ganzkörperstretching von ca. 15 Minuten. Zum Abschluss der Stunde wurde entweder ein kleines Spiel gespielt oder ein Entspannungsverfahren angewendet. Die Verabschiedung der Teilnehmer bildete den Schluss der Stunde.

Über den gesamten Trainingszeitraum wurden nur wenige Geräte eingesetzt. Kamen Geräte zum Einsatz, so handelte es sich um sehr leichte Geräte und keine Geräte zur Förderung der Kraft oder Ausdauerleistung. Beispielhaft können Luftballons, Ringe und Softbälle sowie Reifen und das Schwungtuch genannt werden. Generell bestand die Absicht in dieser Gruppe keine Leistungssteigerungen in der Kraft- und Ausdauerleistung zu erzielen. Im Gegensatz zu den Versuchsgruppen lag die Trainingsintensität der Kontrollgruppe bei maximal 50% und war damit gering (ACSM, 2006). Auch hier wurde die Intensität mittels der Trainingsherzfrequenz und der subjektiven Einschätzung kontrolliert.

6.5 Versuchsplan

Nach dem Absolvieren der Tests und Abgabe des Fragebogens, wurden die Teilnehmer randomisiert auf die einzelnen Gruppen verteilt. Die Randomisierung erfolgte mittels des Research Randomizers (Urbaniak & Plous, 2009). Dieses im Internet kostenfrei zur Verfügung stehende Programm (www.randomizer.org, download: 11.09.2009) ermöglicht mittels der „Math.random“ Methode der Javaskript Programmiersprache das Erstellen von zufälligen Zahlenfolgen. Durch die Eingabe der Probanden- und Gruppenanzahl errechnet der Research Randomizer die Zugehörigkeit jedes einzelnen Probanden zu der entsprechenden Gruppe nach dem Zufallsprinzip. Entsprechend dieser Ergebnisliste wurden die Probanden auf die zwei Versuchsgruppen und die Kontrollgruppe verteilt. Jeder Proband trainierte in der Gruppe, die ihm zugewiesen wurde. Es erfolgten keine Wechsel oder Tauschaktionen auf Wunsch der Teilnehmer. Dabei erhielten die Probanden der ersten Versuchsgruppe ein gezieltes, reines Krafttraining, die Teilnehmer der zweiten Versuchsgruppe ein gezieltes, kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining und die Teilnehmer in der Kontrollgruppe absolvierten ein ungerichtetes Programm.

Tabelle 5: Versuchsplan

Versuchsgruppe	Intervention
Versuchsgruppe 1(VG1)	Krafttraining
Versuchsgruppe 2 (VG2)	kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining
Kontrollgruppe (KG)	ungerichtetes Programm

6.6 Stichprobe

6.6.1 Ausgangsstichprobe

Auf die beschriebenen Ausschreibungen meldeten sich insgesamt 180 Interessierte (1. Durchgang: 84, 2. Durchgang: 96). Nach ausführlicher Information und Aufklärung der Teilnehmer konnten von 88 Teilnehmern komplette Datensätze zum Messzeitpunkt 1 (MZP1) erhoben werden. Mittels der explorativen Datenanalyse wurden 3 Probanden bezüglich ihres Alters als Ausreißer deklariert und entsprechend aus der Stichprobe ausgeschlossen. Damit gingen die Daten von 85 Probanden in die folgenden Analysen ein.

Das Durchschnittsalter der untersuchten Stichprobe beträgt 67.13 Jahre (*SD*=3.94, Range: 60-78). Dabei waren 67 der untersuchten Probanden zwischen 60 und 69 Jahren alt (78,8%). Lediglich 18 Probanden waren 70 Jahre oder älter.

Mit 43 (50,6%) weiblichen Teilnehmerinnen und 42 (49,4%) männlichen Teilnehmern ist die Geschlechterverteilung sehr ausgeglichen. Dies ist für Studien im Gesundheitssportbereich eher untypisch. Meistens lassen sich doppelt so viele Frauen wie Männer in den Sportprogrammen finden (Wagner, 2000; Brehm, Janke, Sygusch & Wagner, 2006). In diesem Falle liegt eine außergewöhnliche aber dennoch sehr wünschenswerte Geschlechterverteilung vor. Die Mehrheit der untersuchten Stichprobe ist verheiratet und gehört dem höheren Bildungsstand an. Außerdem zeigen die soziodemographischen Daten, dass die untersuchte Stichprobe sowohl körperlich (moderat: 25,9%, sportlich: 43,5%) als auch kognitiv aktiv war. Die soziodemographischen Daten der untersuchten Stichprobe sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 6: Soziodemographische Stichprobenbeschreibung

Merkmal	**Gesamtstich-probe *N* = 85**	**VG 1 *n* = 21**	**VG 2 *n* = 33**	**KG *n* = 31**
Alter (*M*, *SD*)	67.13 (3.94)	68.14 (3.65)	65.61 (3.07)	68.06 (4.52)
Geschlecht (%)				
Weiblich	43 (50.6)	10 (47.6)	16 (48.5)	17 (54.8)
Männlich	42 (49.4)	11 (52.5)	17 (51.5)	14 (45.2)
Familienstand (%)				
Verheiratet	61 (71.8)	11 (52.4)	24 (72.7)	26 (83.9)
Geschieden/ getrennt	12 (14.1)	3 (14.3)	6 (18.2)	3 (9.7)
Verwitwet	10 (11.8)	6 (28.6)	3 (9.1)	1 (3.2)
ledig	2 (2.4)	1 (4.8)	/	1 (3.2)
Bildungsabschluss (%)				
Volks-/ Hauptschule	17 (20.0)	4 (19.0)	4 (12.1)	9 (29.0)
Realschule/ mittlere Reife	25 (29.4)	5 (23.8)	11 (33.3)	9 (29.0)
Abitur ohne Studium	10 (11.8)	3 (14.3)	5 (15.2)	2 (6.5)
Abitur mit Studium	26 (30.6)	7 (33.3)	11 (33.3)	8 (25.8)
Andere	2 (2.4)	/	/	2 (6.5)
Keine Angaben	5 (5.9)	2 (9.5)	2 (6.1)	1 (3.2)
Erwerbstätigkeit (%)				
Ja, halbtags	4 (4.7)	1 (4.8)	2 (6.1)	1 (3.2)
Nein, Hausfrau	2 (2.4)	1 (4.8)	1 (3.0)	/
Nein, arbeitslos	3 (3.5)	/	3 (9.1)	/
Nein, Altersteilzeit	4 (4.7)	1 (4.8)	1 (3.0)	2 (6.5)
Nein, Altersrente	71 (83.5)	18 (85.7)	26 (78.8)	27 (87.1)
Keine Angaben	1 (1.2)	/	/	1 (3.2)

Körperliche Aktivität (%)				
Inaktiv	17.6	19.0	6.1	29.0
Moderat	25.9	23.8	27.3	25.8
sportlich	43.5	57.1	51.5	25.8
Keine Angaben	12.9	/	15.2	19.4
Kognitive Aktivität (%)				
1. Kreuzwort-rätsel				
Täglich	45.9	61.9	45.5	35.5
Einmal/Woche	5.9	33.3	6.1	9.7
Selten bis nie	41.2	4.8	41.2	46.9
Keine Angaben	7.1	/	5.9	9.4
2. Gedächtnis-training				
Täglich	25.9	28.6	18.2	32.3
Einmal/Woche	5.9	4.8	6.1	6.5
Selten bis nie	64.4	61.9	72.7	51.6
Keine Angaben	5.9	4.8	3.0	9.7
3. Zeitung/ Bücher lesen				
Täglich	91.8	90.5	90.9	93.5
Einmal/Woche	1.1	4.8	6.1	3.2
Selten bis nie	3.4	4.8	3.0	3.2
Keine Angaben	3.4	/	/	/

6.6.2 Verteilung der Stichprobe auf die Versuchsgruppen

Wie bereits beschrieben, wurden die Probanden randomisiert auf die einzelnen Gruppen verteilt. Zu Messzeitpunkt 1 konnten 85 Probanden untersucht werden. Diese verteilten sich wie folgt auf die drei Gruppen (Tabelle 7):

Tabelle 7: Verteilung der Stichprobe auf die Versuchsgruppen

Versuchsgruppe	Anzahl der Teilnehmer
Versuchsgruppe 1	21
Versuchsgruppe 2	33
Kontrollgruppe	31

Alle Versuchsgruppen waren gemischtgeschlechtlich und die Gruppenstärke belief sich auf ca. 16 Teilnehmer. Eine Ausnahme bildete die Versuchsgruppe 1 mit 21 Teilnehmern. Die Versuchsgruppe 2 und die Kontrollgruppe wurden durch den zweiten Durchgang aufgestockt.

6.6.3 Anwesenheit

Um die Anwesenheit der Teilnehmer zu prüfen wurden die beiden Versuchsgruppen (VG 1 und VG 2) zunächst zu einer Gruppe zusammengefasst. Beide Versuchsgruppen hatten insgesamt 36 Trainingseinheiten zu absolvieren, die Kontrollgruppe zwölf Einheiten. Somit hatten 54 der 85 Probanden 36 Einheiten zu absolvieren und 31 Probanden zwölf. Von den 54 Probanden nahmen sechs Teilnehmer (11.2%) an nur ein bis vier Einheiten teil und brachen die Intervention anschließend ab, sechs Teilnehmer besuchten 20 - 25 Einheiten (11.3), beendeten jedoch trotzdem die Intervention und lediglich 42 Probanden (77.5%) absolvierten mehr als 27 Einheiten, was einer Anwesenheit von 75% entspricht. Von den 31 Teilnehmern der Kontrollgruppe absolvierten 20 (64.6%) mehr als neun Einheiten und erfüllen somit die 75% Anwesenheit. Auch hier waren acht Teilnehmer (25.8%) nur ein bis vier Einheiten anwesend und brachen anschließend ab. Die restlichen drei Teilnehmer (9.6%) beendeten ihre Studienteilnahme wie gewünscht, waren allerdings nur sechs bis acht Einheiten anwesend. Im Mittel waren die Probanden der Versuchsgruppen 28.30 Einheiten (*SD* = 9.93, 78,61%)

anwesend und die der Kontrollgruppe 8.06 (*SD* = 4.12, 66.66%) Einheiten. Wird die Anwesenheit der Teilnehmer in den einzelnen Gruppen betrachtet (Abbildung 11), so lässt sich feststellen, dass die Probanden der VG 1 mit 85.11% (*M* = 30.81, *SD* = 9.65) am regelmäßigsten anwesend waren. Die Probanden der VG 2 waren zu 74.17% (*M* = 26.70, *SD* = 9.91) anwesend und die Teilnehmer der Kontrollgruppe zu 66.66% (*M* = 8.06, *SD* = 4.12).

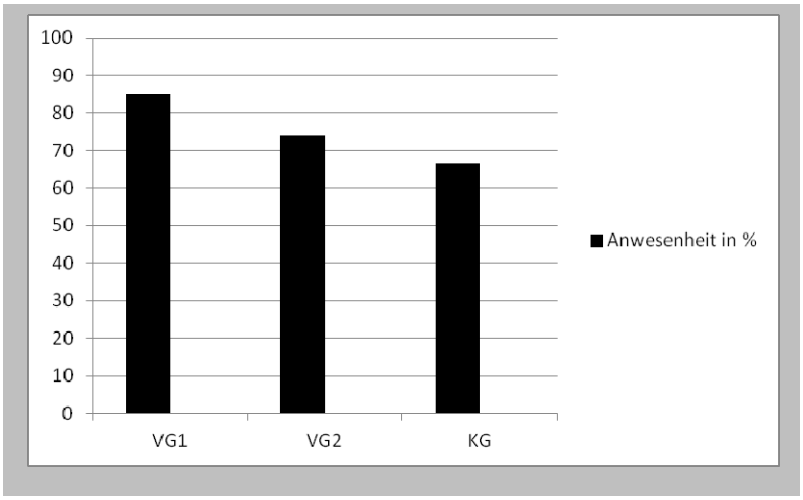


Abbildung 11: Anwesenheit der Probanden in den einzelnen Gruppen

6.6.4 Entwicklung der Stichprobe über die Messzeitpunkte

Von den 180 Interessenten zogen 92 ihre Teilnahme zurück. Des Weiteren wurden drei als Ausreißer deklariert und von weiteren Analysen ausgeschlossen. Es sind zu MZP 1 85 Probanden erfasst und randomisiert worden. Zum MZP 2, direkt im Anschluss an die Interventionen, konnten erneut 67 Probanden (78.8%) untersucht werden. Auf Grund von Krankheit oder auch ohne Angabe von Gründen sind 18 Probanden im Verlauf der Intervention ausgeschieden. Dies entspricht einer Dropoutrate von 21.2%. Um die Wirksamkeit der Bewegungsprogramme zu überprüfen wurde eine Anwesenheitspflicht von 75% angesetzt. Diese wurde in Anlehnung an den bestehenden Forschungsstand übernommen (Voelcker-Rehage et al., 2011). Damit mussten auf Grund zu geringer Teilnahme nochmals fünf Probanden aus der Studie ausgeschlossen werden. Es gingen somit in die folgenden Analysen *N* = 62 Probanden (VG 1 *n* = 19, VG 2 *n* = 23, KG *n* = 20) ein. Den Follow - up Test absolvierten noch 41 Probanden (48.2%, VG 1 *n* = 13, VG 2 *n* = 14, KG *n* = 14).

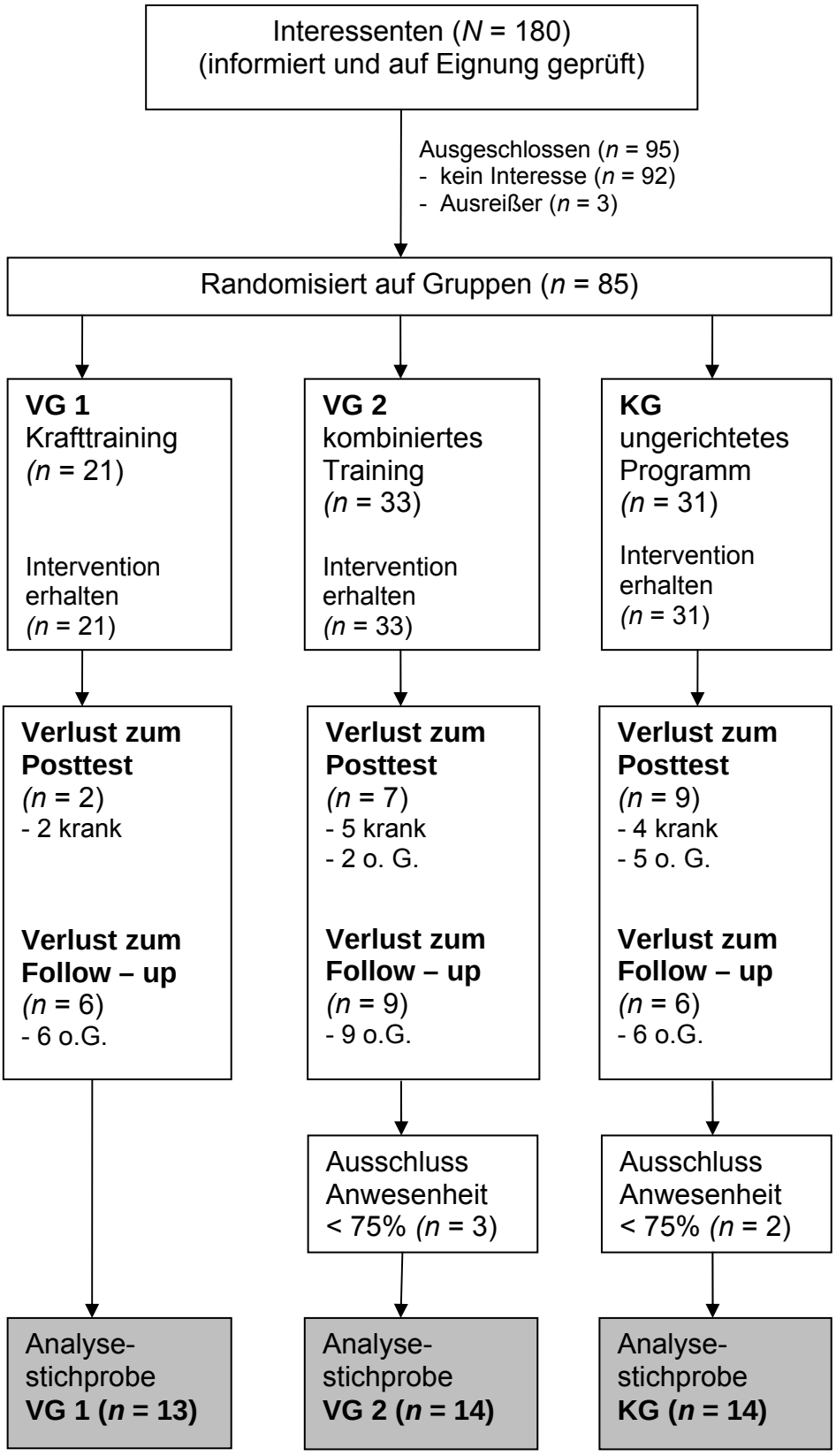


Abbildung 12: Entwicklung der Stichprobe über die Messzeitpunkte

Anmerkung: o.G. = ohne Angabe von Gründen

6.7 Auswahl und Beschreibung der Messinstrumente

Im folgenden Abschnitt werden die verwendeten Messinstrumente vorgestellt. In einer zusammenfassenden Übersicht (Tabelle 8) wird die Operationalisierung der Konstrukte, ihre Funktion und eine Kurzbeschreibung der Instrumente dargestellt. Dabei werden zunächst die soziodemographischen Merkmale sowie die Instrumente zur Erhebung der körperlichen und kognitiven Aktivität, anschließend die Instrumente der psychischen Gesundheit, gefolgt von denen für die kognitiven Funktionen und abschließend die motorischen Tests vorgestellt. Bis auf die Fragen zur körperlichen und kognitiven Aktivität wurden alle Instrumente zu allen drei Messzeitpunkten eingesetzt.

Alle Testverfahren waren für Personen ab 60 Jahren geeignet und in ihrer Durchführungszeit sehr kurz. Insgesamt wurden zwei Fragebögen für die Untersuchung der psychischen Gesundheit eingesetzt. Zusammen mit den soziodemographischen Merkmalen und der Erhebung der körperlichen und kognitiven Aktivität umfasste der Fragebogen eine Bearbeitungszeit von ca. zehn Minuten. Die fünf kognitiven Tests wurden in Einzeltests absolviert. Jede Testung dauerte ca. 30 Minuten. Von den vier motorischen Tests dauerten die Krafttests ca. 15 Minuten pro Person und der Ausdauertest ca. 20 Minuten. Insgesamt sollte eine Gesamterhebungszeit von 3 Stunden nicht überschritten werden.

Tabelle 8: Übersicht über die eingesetzten Messinstrumente

Variable	Funktion	Beschreibung	Quelle
Soziodemographische Merkmale, körperliche und kognitive Aktivität			
Alter, Geschlecht, Familienstand, Bildung, Erwerbstätigkeit, Größe, Gewicht	Stichproben-beschreibung	Halboffene und offene Fragen 7 Items	Eigene Itemzusammen-stellung
Körperliche Aktivität	Stichproben-beschreibung	Subjektiv erlebtes aktuelles Aktivitäts-verhalten zutreffendes von 8 Items, ankreuzen Kategorie kein Sport: 2 Items, Kategorie moderate Intensität: 2 Items, Kategorie sportlich aktiv: 4 Items	Physical Activity Rating Questionnaire PA-R (Jackson et. al. 1990, Schlicht & Brand, 2007)
Kognitive Aktivität	Stichproben-beschreibung	3 Items Skala: 1 (jeden Tag) bis 5 (nie)	Eigene Itemzusammen-stellung
Psychische Gesundheit			
Angst	Abhängige Variable	20 Items, Traitangst-Skala, Erfassung von Angst als Eigenschaft, Testwert ist Summenwert der Items, 4-stufige Skala: 1 (fast nie) bis 4 (fast immer)	State-Trait-Angstinventar STAI (Laux, Glanzmann, Schaffner & Spielberger, 1981)
Depressivität	Abhängige Variable	15 Items, Ausmaß depressiver Verstimmung, Skala: 0 (selten) bis 3 (meiste Zeit) Testwert ist Mittelwert über alle Items,Werte-bereich: 0 bis 3	Allgemeine Depressions-skala ADS-K (Hautzinger & Bailer, 1993)

Kognitive Funktionen			
Kurzzeit-gedächtnis	Abhängige Variable	Wortliste mit 10 Wörtern in 3 Durchgängen erlernen und wiedergeben, nach Pause erfolgt verzögerter Abruf, Testwert in %, wird aus verzögertem Abruf und ersten Durchgang berechnet	Consortium to Establish a Registry for Alzheimer`s Disease CERAD Puls, Neuropsycho-logische Testbatterie (Morris, Mohs, Rogers, Fillenbaum & Heyman, 1988; Memory Clinic Basel, 2009)
Arbeits-gedächtnis	Abhängige Variable	Abfolgerichtige Wiedergabe mündlich vorgegebener Zahlenreihen zunehmender Länge vorwärts und rückwärts, Testwert ist die Anzahl der wiederholten Zahlen	Nürnberger-Alters-Inventar NAI (Oswald & Fleischmann, 1995)
Wortflüssigkeit	Abhängige Variable	Aufzählen so vieler Wörter, einer Kategorie, wie innerhalb einer Minute möglich, Testwert ist die Anzahl der genannten Wörter	Consortium to Establish a Registry for Alzheimer`s Disease CERAD Puls, Neuropsycho-logische Testbatterie (Morris, Mohs, Rogers, Fillenbaum & Heyman, 1988; Memory Clinic Basel, 2009)

Informations-verarbeitungs-geschwindigkeit	Abhängige Variable	So schnell wie möglich die Zahlen und Buchstaben in der richtigen Reihenfolge verbinden, Testwert ist gemessene Zeit	Consortium to Establish a Registry for Alzheimer`s Disease CERAD Puls, Neuropsycho-logische Testbatterie (Morris, Mohs, Rogers, Fillenbaum & Heyman, 1988; Memory Clinic Basel, 2009)
Exekutive Funktionen	Abhängige Variable	Rasches Benennen anderslautender Farbwörter, Testwert: Interferenzwert	Nürnberger-Alters-Inventar NAI (Oswald & Fleischmann, 1995)
Körperliche Leistungsfähigkeit			
Armkraft	Abhängige Variable	Hantel mit gestrecktem Arm zur Schulter und zurückführen, Testwert: Anzahl in 1 Minute	Senior Fitness Test SFT (Rikli & Jones, 2001)
Beinkraft	Abhängige Variable	Aus dem Sitz in den Stand kommen, Testwert: Anzahl in 1 Minute	Senior Fitness Test SFT (Rikli & Jones, 2001)
Bauchkraft	Abhängige Variable	Oberkörper aus dem Liegen aufrichten/ Sit-ups, Testwert: Anzahl der Wiederholungen in 40 Sekunden	Karlsruher gesundheits-orientierter Fitnesstest KGFT (Tittlbach, Kolb, Woll & Bös, 2005)
2 km Walkingtest	Abhängige Variable	So schnell wie möglich 2 km walken, Testwert: benötigte Zeit	2 km Walkingtest (Bös, 2003)

6.7.1 Körperliche und kognitive Aktivität

Körperliche Aktivität:

Um die Stichprobe beschreiben und einordnen zu können wurde die aktuelle, subjektiv eingeschätzte, körperliche Aktivität erfasst. Die körperliche Aktivität wurde mittels des Physical Activity Rating Questionnaire PA-R (Jackson, Blair, Mahar, Wier, Ross & Stuteville, 1990) erhoben. Die deutsche Version findet sich bei Schlicht und Brand (2007). Der Fragebogen enthält acht Items, die in drei Kategorien eingeteilt werden. Die ersten beiden Items gehören zur Kategorie *„inaktiv“*, das dritte und vierte Item zur Kategorie *„moderat“* und die letzten vier Items zur Kategorie *„sportlich aktiv“*. Die Teilnehmer waren aufgefordert, nur ein Item, dieses, was am ehesten ihrem Aktivitätsverhalten beschreibt, anzukreuzen. Der PA-R Wert ist eine Komponente in dem Non-Exercise Measurement Modell von Jackson et.al. (1990) zur Berechnung der VO_2max. Die VO_2max wurde für die Teilnehmer dieser Studie nicht berechnet. Der Fragebogen wurde gewählt, da er sehr einfach und schnell die körperliche Aktivität kategorisiert, eine klare Aussage erzielt wird und er von Schlicht und Brand (2007) als einmaliges Screeninginstrument vor einer Interventions-maßnahme empfohlen wird.

Kognitive Aktivität:

Da die kognitiven Funktionen mittels der Interventionen verbessert werden sollten, war für die Studienleitung wichtig zu wissen, wie kognitiv aktiv die Stichprobe zu Beginn der Studie war. Dies war notwendig, um die kognitive Ausgangsleistung beurteilen zu können bzw. über die kognitiven Aktivitäten der Teilnehmer informiert zu sein. Um diese Informationen zu erhalten, wurden von der Studienleitung drei Items selbstentwickelt. Diese drei Items konnten auf einer fünfstufigen Skala (1 = jeden Tag, 2 = mehrmals pro Woche, 3 = 1x pro Woche, 4 = weniger als 1x pro Woche, 5 = nie) beantwortet werden und lauteten wie folgt:

1. Lösen Sie Kreuzworträtsel?
2. Machen Sie Gedächtnistraining/Gedächtnisübungen/ Denksportaufgaben?
3. Lesen Sie? (Bücher, Zeitungen, Rezepte)

6.7.2 Psychische Gesundheit

Angst:

Zur Ermittlung der Angst wurde das State-Trait-Angstinventar STAI (Laux et al., 1981) eingesetzt. Das STAI besteht aus zwei Skalen, mit jeweils 20 Items. Zum einen gibt es die Skala zur Zustandsangst (State) und zum anderen die Skala zur Angst als Eigenschaft (Trait). In dieser Studie wurde die Skala zur Traitangst eingesetzt. In dieser soll die Person beschreiben, wie sie sich im Allgemeinen fühlt. Dabei werden 13 Items in Richtung Angst und sieben in Richtung Angstfreiheit formuliert. Die Beantwortung erfolgt auf einer vierstufigen Skala (1 = fast nie, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = fast immer). Mit der Trait-Angstskala können individuelle Unterschiede in der Ausprägung der Ängstlichkeit festgestellt werden. Der Summenwert aller 20 Items bildet den Testwert. Die Reliabilität ist mit α = .90 als sehr hoch einzuschätzen.

Depressivität:

Die Depressivität wurde mittels der Kurzform der Allgemeinen Depressionsskala ADS-K erfasst (Hautzinger & Bailer, 1993). Diese Skala erfasst die depressiven Verstimmungen der Untersuchungspersonen für den Zeitraum der letzten Woche. Sie umfasst in der Kurzform 15 Items. Diese Items erfassen auf einer vierstufigen Skala (0 = selten, 1 = manchmal, 2 = öfters, 3 = die meiste Zeit) körperliche Beschwerden, die motorische Hemmung, negative Denkmuster sowie das Vorhandensein und die Dauer der Beeinträchtigung durch depressive Affekte. Der Testwert bildet sich aus dem Mittelwert der 15 Items. Die Reliabilität ist mit α = .90 sehr hoch.

6.7.3 Kognitive Funktionen

Zu den untersuchten kognitiven Funktionen gehören das Kurz- und Arbeitsgedächtnis, die Wortflüssigkeit, die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und die exekutiven Funktionen. Die kognitiven Funktionen wurden mittels Untertests der Consortium to Establish a Registry for Alzheimer`s Disease CERAD Plus Testbatterie (Morris et al., 1988, Memory Clinic Basel, 2009) und des Nürnberger-Alters-Inventar NAI (Oswald & Fleischmann, 1995) erfasst. Die CERAD Plus Testbatterie besteht aus 11 Einzeltests und wird überwiegend einmalig als diagnostisches Mittel im

klinischen Setting eingesetzt. Somit verfügt das Verfahren über Normen jedoch nicht über Parallelformen für Mehrfachmessungen. Auch werden von den Autoren keine Angaben zur Reliabilität gemacht. Es wurde sich dennoch für die Untertests der CERAD Plus Testbatterie entschieden, da die Tests die gewünschten Kognitionen erfassen, sehr ökonomisch sind, in anderen Studien Anwendung fanden (Liu-Ambrose & Donaldson, 2009) und im Rahmen dieser Studie gut anzuwenden waren.

Das NAI (Oswald & Fleischmann, 1995) ist ein standardisiertes gerontopsychologisches Testinventar, welches die individuelle psychische Alterung erfasst. Das Inventar ist so konzipiert, dass die vorhandenen Einzeltests je nach Fragestellung ausgewählt und eingesetzt werden können. Schwerpunkt des Inventars ist die Messung von Kognitionen. Für verlaufsdiagnostische Fragestellungen liegen fünf Parallelformen vor. Das NAI verfügt über Normen und Reliabilitätswerte. Die angewendeten Tests wurden in Anlehnung an den Forschungsstand und aus ökonomischen Gründen gewählt. Da eine computergestützte Diagnostik im Rahmen dieser Studie nicht möglich war, mussten Paper- Pencil- Verfahren eingesetzt werden. Außerdem sollte die Testzeit in der Summe der verwendeten Tests 30 Minuten nicht überschreiten und die Tests für die Zielgruppe 60+ geeignet sein. Die Testungen erfolgten als Einzeltests. Wie auch die motorischen Tests wurden sie von geschulten Testleitern durchgeführt.

Kurzzeitgedächtnis:

Um das Kurzzeitgedächtnis zu testen wurde der Test „Wortliste lernen“ und „Wortliste abrufen“ aus der CERAD Plus Testbatterie (Morris et al., 1988, Memory Clinic Basel, 2009) eingesetzt. Im Test „Wortliste lernen“ hatten die Probanden die Aufgabe 10 alltägliche Begriffe auswendig zu lernen.

Um ein klares Verständnis zu gewährleisten, sollten die Probanden, entsprechend der Testanleitung, die Wörter aus dem Testheft einzeln und laut vorlesen. Unmittelbar nach dem Vorlesen hatten die Testpersonen die Aufgabe, so viele Wörter wie möglich zu erinnern. Die Reihenfolge spielte dabei keine Rolle. Insgesamt wurden drei Durchgänge absolviert. In jedem Durchgang wurden die Testwörter in unterschiedlicher Reihenfolge präsentiert. Nach Durchführung aller drei Durchgänge wurde die Summe über alle erinnerten Wörter gebildet. Nach einer kurzen Pause, in der andere Tests absolviert

wurden, sollten die Teilnehmer im Test „Wortliste Abrufen“ die gelernten Wörter erinnern und wiedergeben. Den Testwert bildete die Anzahl der erinnerten Wörter im verzögerten Abruf. Der Gesamttestwert für das Kurzzeitgedächtnis wird in Prozent angegeben und errechnet sich wie folgt:

$$\text{Kurzzeitgedächtnis Gesamt} = \frac{\text{Anzahl Wortliste Abrufen}}{\text{Anzahl Wortliste Lernen 3. Durchgang}} * 100$$

Arbeitsgedächtnis:

Mittels des Zahlennachsprechens, ein Untertests des NAI (Oswald & Fleischmann, 1995), wurde das Arbeitsgedächtnis getestet. Dieser Test verlangt die korrekte Wiedergabe mündlich vorgegebener Zahlenreihen. In einem ersten Durchgang werden die Zahlen vorwärts vorgelesen und sollen vorwärts wiederholt werden, in einem zweiten Durchgang werden die Zahlen vorwärts vorgelesen und sollen rückwärts wiedergegeben werden. Mit dem ersten Durchgang wird die kurzfristige Gedächtnisspanne erfasst. Durch das rückwärtige Nachsprechen der Zahlen werden komplexe Operationen der Informationsorganisation notwendig. Diese werden dem Arbeitsgedächtnis zugeordnet. Die Vorgaben enthalten Zahlen von eins bis neun und sind einer Zufallszahlentabelle entnommen. Innerhalb einer Zahlenfolge treten keine Zahlenwiederholungen auf. Die längste vorwärts zu wiederholende Zahlenfolge umfasst neun Zahlen, die längste rückwärts zu wiederholende umfasst acht Zahlen. Der Testwert ist die Summe aus der längsten vorwärts und rückwärts wiedergegebenen Zahlenreihe. Die Testreliabilität beläuft sich für die Zielgruppe der 55 bis 95 Jährigen auf $\alpha = .67$ und beschreibt somit eine mittlere Zuverlässigkeit.

Wortflüssigkeit:

Die Wortflüssigkeit wurde mittels des Tests „Verbale Flüssigkeit“ aus der CERAD Plus Testbatterie (Morris et al., 1988, Memory Clinic Basel, 2009) erfasst. In diesem Test wird der Teilnehmer aufgefordert, so viele Wörter zu nennen wie ihm innerhalb einer Minute einfallen. Zur Eingrenzung der Wörter wird ihm eine Kategorie wie zum Beispiel „Tiere“ oder „Kleidung“ vorgegeben. Der Testwert ist der Summenwert der genannten Wörter.

Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit:

Als ein weiterer Test wurde der Zahlenverbindungstest Form B aus der CERAD Plus Testbatterie (Morris et al., 1988, Memory Clinic Basel, 2009) durchgeführt. Dieser Test erfasst die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Die Aufgabe war es, die Zahlen (in aufsteigender Reihenfolge) und Buchstaben (nach dem Alphabet) in der richtigen Reihenfolge so schnell wie möglich und möglichst fehlerfrei zu verbinden. Den Testwert bildete die gemessene Zeit.

Exekutive Funktionen:

Die exekutiven Funktionen wurden mittels der altersgerechten Version des Farb-Wort-Tests (FWT) aus dem NAI (Oswald & Fleischmann, 1995) erfasst. Der FWT geht auf den Stroop - Test zurück und erhebt die selektive Aufmerksamkeitsleistung und Interferenzneigung der Testpersonen. Diese beiden Konstrukte werden allgemein auch als exekutive Funktionen beschrieben. Der Test umfasst drei Testtafeln, die nacheinander vorgelegt werden und Wort, Farbfelder und farbig gedruckte Farbworte enthalten. Die Testpersonen sollen die ersten beiden Testkarten mit den vorgegebenen Wörtern bzw. Farbfeldern so schnell wie möglich vorlesen. Bei der dritten Karte, der sogenannten Interferenzaufgabe, sind die Farben in anderslautenden Farbworten zu benennen. Der Testwert ist der Interferenzscore. Dieser berechnet sich aus der Differenz von Karte drei minus Karte zwei. Er gibt also den Mehrbedarf an Zeit unter der Interferenzbedingung wieder.

Im NAI wurde die Urfassung des FWT mit 100 Stimuli je Tafel und fünf Farben, der Zielgruppe angepasst und altersgerecht umgestaltet. Der FWT wurde gekürzt auf 36 Stimuli je Tafel und auf vier Farben reduziert. Außerdem wurden die Stimuli vergrößert. Alle Testtafeln sind in der Anzahl und Abfolge der Stimuli ausbalanciert. Die Reliabilität des FWT liegt bei $\alpha = .70$ und ist als zufriedenstellend zu beurteilen.

6.7.4 Körperliche Leistungsfähigkeit

Im Bereich der körperlichen Leistungsfähigkeit wurden die Komponenten Kraft und Ausdauer erfasst. Dazu wurden zunächst die vier Krafttests (Arm-, Bein-, Oberkörper und Bauchkraft) als Stationen aufgebaut und von den Teilnehmer durchlaufen. Anschließend wurde der 2 km Walkingtest absolviert. Den Tests ging ein kurzes Aufwärmprogramm voraus.

Kraft:

Die Kraftausdauer der Studienteilnehmer sollte möglichst ökonomisch und schnell erfasst werden. Außerdem standen für die Tests keinerlei Geräte, wie zum Beispiel Handdynamometer oder Back Check, zur Verfügung. Somit wurden zur Messung der Kraft zwei Untertests aus dem Senior Fitness Test SFT (Rikli & Jones, 2001) und der Test zur Erfassung der Bauchmuskeln aus dem Karlsruher gesundheitsorientierten Fitnesstest KGFT (Tittlbach, Kolb, Woll & Bös, 2005) eingesetzt. Außerdem wurden Halbliegestütze in Anlehnung an Kirchner et al. (1998) durchgeführt um die Oberkörper-, Schulter- und Brustkraft zu erfassen.

Der SFT ist eine einfach anwendbare und sehr ökonomische Testbatterie zur Erfassung der physischen Leistung älterer Menschen zwischen 60 und 94 Jahren. Aus dem SFT wurde für die Kraft der oberen Extremitäten (Armkraft) der Arm-Curl Test herausgegriffen und für die Kraft der unteren Extremitäten (Beinkraft) der Chair-Stand Test. Der Arm-Curl Test misst, wie oft der Teilnehmer innerhalb von 30 Sekunden, eine Hantel mit gestrecktem Arm zur Schulter und zurück führen kann. Da es sich um einen amerikanischen Test handelt und die Hantelgewichte in Pfund angegeben wurden (Frauen 5 lbs = 2.27 kg, Männern 8 lbs = 3,63 kg) konnten die vorgegebenen Gewichte nicht direkt übernommen werden. Hier wurden die Hanteln dem deutschen Markt angepasst und für die Frauen 2kg Hanteln und für die Männer 4kg Hanteln genutzt. Zur Erfassung der Beinkraft wurde im Chair-Stand Test gemessen, wie oft der Teilnehmer innerhalb von 30 Sekunden, ohne Einsatz der Arme, von einem Stuhl aufstehen konnte. Die Testreliabilität liegt zwischen .71 und .84 und ist als zufriedenstellend zu bewerten.

Aus dem KGFT (Tittlbach et al., 2005) wurde der Sit-up Test zur Erfassung der Bauchkraft angewendet. Der KGFT ist ein gesundheits-

orientierter Fitnesstest, der die Kraft, Ausdauer und Beweglichkeit mit elf Testitems erhebt. Mit dem Sit- up Test wurde die Bauchmuskulatur und die Hüftbeugemuskulatur gemessen. Dazu wurden die Testpersonen aufgefordert, sich in Rückenlage auf eine Matte zu legen, die Hände im Nacken zu verschränken und die Beine im 90° Winkel anzustellen. Die Füße wurden durch den Testhelfer fixiert. Die Testpersonen sollten sich nun aufrichten bis die Ellenbogen die Knie berührten. Den Testwert bildete die Anzahl der Wiederholungen in 40 Sekunden. Mit $\alpha = .95$ ist der Sit-up Test sehr reliabel.

Abschließend soll erwähnt werden, dass die Oberkörper-, Schulter und Brustkraft mittels der Halbliegestütze, entnommen aus Kirchner et al. (1998), gemessen wurde. Allerdings kann dieser Test nicht mit in die Auswertung aufgenommen werden. Der Mehrheit der Testpersonen war es aus mangelnder Kraft und unzureichendem Körpergefühl nicht möglich, die Halbliegestütze wie gefordert durchzuführen. Es waren somit zu viele unsaubere Durchführungen zu verzeichnen.

Ausdauer:

Zur Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit wurde der 2 km Walking Test von Bös (2003) eingesetzt. Dieser Test wurde gewählt, da zum einen ein ergometrisches Verfahren nicht zur Verfügung stand und zum anderen, aus ökonomischen Gründen, ein Gruppentest eingesetzt werden sollte. Des Weiteren erweist sich Walking für die Zielgruppe der älteren Erwachsenen als sehr geeignet. Die Aufgabe der Testpersonen war es eine 5 x 400m Strecke so schnell wie möglich in der Walking Technik zu absolvieren. Gemessen wurde die benötigte Zeit. Die Walking Technik wurde vorher erklärt und demonstriert. Wichtig war, dass die Testpersonen nicht anfingen zu laufen. Entgegen den Testbeschreibungen starteten die Testpersonen nicht in Abständen von 30 Sekunden sondern alle gleichzeitig. Bei einer durchschnittlichen Testzeit von ca. 20 bis 30 Minuten war es auf Grund der vielen Studienteilnehmer zeitlich nicht anders möglich. Die Testreliabilität liegt zwischen .84 und .98 und kann als sehr gut beurteilt werden.

6.8 Randomisierungscheck

Wie bereits beschrieben wurden die Studienteilnehmer randomisiert auf die drei Gruppen verteilt. Die Randomisierung sollte eine Vergleichbarkeit der Gruppen in soziodemographischen Merkmalen und untersuchungsrelevanten Variablen schaffen. Mittels des Randomisierungschecks wurden die drei Gruppen auf eventuelle Unterschiede in soziodemographischen Variablen wie Alter und Geschlecht, bezüglich ihrer kognitiven und körperlichen Leistungsfähigkeit sowie in psychologischen Parametern wie Angst und Depressivität zu Beginn der Studie überprüft.

Die Überprüfung von Geschlechtsunterschieden erfolgte mittels des Chi-Quadrat Tests nach Pearson. Es zeigt sich kein signifikanter Unterschied in den Geschlechtern zwischen den drei Versuchsgruppen (χ^2 = 1.32; p = .52). Mögliche Altersunterschiede wurden mit Hilfe einer einfaktoriellen Varianzanalyse geprüft. Um eventuelle Altersunterschiede in den drei Gruppen zu ermitteln wurde der Scheffé Test als post hoc Test angewendet. Das Ergebnis zeigt, dass es zu signifikanten Altersunterschieden kommt (F(2,59) = 4.99; p = .01). Mittels des Scheffé Tests findet sich der signifikante Altersunterschied zwischen der kombinierten Kraft- und Ausdauergruppe und der Kontrollgruppe (p = .02). Es zeigt sich, dass die VG 2 signifikant jünger ist als die KG. Bezüglich soziodemographischer Variablen kann also festgehalten werden, dass es keine Geschlechterunterschiede in den Gruppen gibt, sich jedoch die kombinierte Kraft- und Ausdauergruppe in ihrem Alter signifikant von der Kontrollgruppe unterscheidet. Dieser Altersunterschied, zwischen den beiden Gruppen, muss in der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Mittels einfaktorieller Varianzanalysen wurden die Gruppen auf Leistungsunterschiede zu Beginn der Studie in den getesteten kognitiven Variablen und motorischen Fähigkeiten überprüft. Auch hier wurde der Scheffé Test post hoc angewendet. Für die getesteten kognitiven Variablen erbrachte die Varianzanalyse kein signifikantes Ergebnis, so dass bezüglich dieser untersuchungsrelevanten Variablen kein Leistungsunterschied in den Gruppen zu Beginn der Studie besteht (Anhang A, Tabelle A 3). Für die Variablen der Kraftfähigkeit konnten ebenfalls keine Leistungsunterschiede gefunden werden (Anhang A, Tabelle A 3). Für die Ausdauerleistungsfähigkeit zeigt sich jedoch ein signifikanter Unterschied (F(2,55) = 4.78; p = .01). Mittels Scheffé Test

wurde das Ergebnis gruppenbezogen spezifiziert. Es zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen der VG 1 (Krafttrainingsgruppe) und der Kontrollgruppe ($p = .01$).

Ebenfalls mittels einfaktorieller Varianzanalysen wurden die Gruppen auf Unterschiede in ihren psychologischen Variablen zu Beginn der Studie getestet. Auch hier kam der Scheffé Test post hoc zur Anwendung. Die Analysen zeigen, dass sich die Gruppen in ihren Angstwerten zu Beginn der Studie nicht unterscheiden. Auch bezüglich der Depressivitätswerte sind keine Gruppenunterschiede festzustellen. Tabelle A 3 im Anhang A beinhaltet die in die Analysen einbezogenen Variablen.

6.9 Dropout Analyse

Wie aus dem Schaubild zur Stichprobenbeschreibung (Abbildung 12) deutlich wird, haben 18 Probanden die Intervention im Verlauf der zwölf Wochen abgebrochen und sind aus der Studie ausgeschieden. Somit konnten zu MZP 2 nochmals 67 Probanden getestet werden. Dies entspricht einem Interventionsdropout von 21,2%. Dabei sind zwei Probanden aus der VG 1, sieben Probanden aus der VG 2 und neun Probanden aus der KG ausgeschieden. Die Dropoutquote von 21,2% ist als sehr gering einzustufen. Laut Sygusch, Wagner, Janke und Brehm (2005) finden sich in vielen Studien Dropouts von 50 - 60%.

Mittels der Dropoutanalyse wurde überprüft, ob diese 18 Probanden sich in ihren soziodemographischen Variablen und/oder in ihrer kognitiven und körperlichen Leistung sowie in den psychologischen Parametern Angst und Depressivität von den dabeigebliebenen Probanden unterschieden (Anhang A).

Bezüglich der soziodemographischen Variablen Alter und Geschlecht konnten keine Unterschiede gefunden werden. Die einfaktorielle Varianzanalyse ergab keine Altersunterschiede zwischen den Dropouts und den dabeibleibenden Studienteilnehmer ($F(1,83) = 0.06$; $p = .81$). Bezüglich des Geschlechts kann festgestellt werden, dass acht weibliche und zehn männliche Probanden ausgeschieden sind. Mittels des Chi-Quadrat Tests nach Pearson wurde die Geschlechterverteilung geprüft. Hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede ($\chi^2 = 0.35$; $p = .56$).

Die Ergebnisse der einfaktoriellen, univarianten Varianzanalyse zeigen, dass sich die Dropouts in den Variablen Arbeitsgedächtnis ($F(1,83) = 1.92$; $p = .17$) und Exekutive Funktionen ($F(1,83) = 2.99$; $p = .09$) nicht von den kontinuierlichen Studienteilnehmern unterscheiden. Bezüglich der Kurzzeitgedächtnisleistung ($F(1,83) = 4.37$; $p = .04$), der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit ($F(1,83) = 12.79$; $p = .01$) und der Wortflüssigkeit ($F(1,81) = 5.23$; $p = .03$) lassen sich jedoch signifikante Leistungsunterschiede finden. Hier zeigt die Analyse, dass die Dropouts in diesen drei kognitiven Bereichen signifikant schlechter waren als die Dabeibleiber (Anhang A, Tabelle A 4). Auch in den motorischen Fähigkeiten, welche ebenfalls mit einer einfaktoriellen, univariaten Varianzanalysen überprüft wurden, Armkraft ($F(1,82) = 4.37$; $p = .04$) und Ausdauerleistung ($F(1,76) = 8.25$; $p = .01$) weisen die Dropouts signifikant schlechtere Leistungen auf. Keine Leistungsunterschiede finden sich in der Bauchkraft ($F(1,76) = 1.88$; $p = .17$) sowie in der Beinkraft ($F(1,82) = 3.01$; $p = .09$) (Anhang A, Tabelle A 4). Des Weiteren wurden die Werte der psychologischen Variablen der Dropouts mit denen der restlichen Stichprobe verglichen. Hier zeigen sich für die Ängstlichkeit ($F(1,77) = 1.65$; $p = .20$) sowie für die Depressionswerte ($F(1,68) = 0.02$; $p = .89$) keine signifikanten Unterschiede (Anhang A, Tabelle A 4).

Abschließend wurden die Gruppen auf Unterschiede in ihrer Dropoutrate überprüft. Hier wird festgestellt, dass aus der VG 1 zwei Probanden ausschieden, aus der VG 2 sieben und aus der KG neun Probanden. Der Chi-Quadrat Test nach Pearson zeigt kein signifikantes Ergebnis für die Dropouts in den Gruppen ($\chi^2 = 2.85$; $p = .24$). Somit sind alle Gruppen in gleicher Weise von dem Stichprobenschwund betroffen. Diese Leistungsunterschiede der Dropouts zu Beginn der Intervention müssen beachtet werden. Auch wenn als Abbruchgründe Krankheiten und Termine genannt worden sind, so ist ein Abbruch auf Grund der schlechteren kognitiven und motorischen Leistung nicht auszuschließen. Die Tabelle 4 im Anhang A fasst alle Werte zur Dropout Analyse zusammen.

7 Ergebnisse und Diskussion

Die Auswertung der Daten erfolgte entsprechend der Gliederung der Arbeit und der aufgestellten Hypothesen. Mittels inferenzstatistischer Verfahren soll die Wirksamkeit der durchgeführten Bewegungsprogramme auf die psychische Gesundheit mit den Indikatoren Angst und Depressivität (Analyse 1), den kognitiven Funktionen, Kurz- und Arbeitsgedächtnis, Wortflüssigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und exekutive Funktionen (Analyse 2) sowie die körperliche Leistungsfähigkeit in den Bereichen Kraft und Ausdauer (Analyse 3) überprüft werden. Zur Beantwortung der Fragestellung wurden zweifaktorielle, univariate Varianzanalysen mit Messwiederholung mittels SPSS 19 durchgeführt. Da die beiden einbezogenen Faktoren jeweils dreifach gestuft sind, wurden im Falle eines signifikanten Haupteffektes *ZEIT* und eines signifikanten Interaktionseffektes *GRUPPE*ZEIT* Kontraste berechnet. Im Falle eines signifikanten Haupteffektes *GRUPPE* wurden die Unterschiede post hoc mit dem Scheffé Test ermittelt. Zunächst wurde als eine unabhängige Variable die Interventionsgruppe herangezogen. Da zwei verschiedene Programme und eine Kontrollgruppe angewendet wurden, ist der Faktor dreifach gestuft (*Krafttraining* - VG 1, *kombiniertes Kraft- und Ausdauer-training* – VG 2 und *Kontrollgruppe* – KG). Als zweiter unabhängiger Faktor wurde ein Messwiederholungsfaktor, ebenfalls dreifach gestuft eingesetzt. Die drei Stufen sind der Prätest (Prä), der Posttest (Post) und das Follow – up (Fup). Für die Durchführung von Varianzanalysen müssen die Varianz-homogenität und die Normalverteilung der Daten als Voraussetzungen erfüllt sein. Zur Überprüfung der Normalverteilung wurden der Kolmogorov-Smirnov Test und der Shapiro - Wilk Test durchgeführt. Hier zeigten sich einige wenige Abweichungen (Anhang B). Da die Varianzanalyse sehr robust gegenüber geringen Abweichungen ist, wird sie trotz diesen leichten Abweichungen in der Verteilung der Daten durchgeführt (Bortz, 1999, S. 276). Die Prüfung auf Varianzhomogenität erfolgte mit dem Levene Test. Die Ergebnisse zeigen, dass Varianzhomogenität vorliegt (Anhang B). Die Voraussetzungen für das Durch-führen von Varianzanalysen sind somit erfüllt. Für alle Analysen wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit bei alpha = 5% festgesetzt. Die Effektstärken werden mittels der Varianzaufklärung Eta^2 dargestellt und in klein (≥0.01), mittel (≥0.10) und groß (≥0.25) klassifiziert (Bortz & Döring, 2006).

7.1 Analyse 1: Einfluss auf die psychische Gesundheit

In der Analyse 1 werden die Wirkungen der verschiedenen Bewegungsprogramme auf die Depressivität und Angst als Indikatoren der psychischen Gesundheit betrachtet. Von den 41 Probanden, die alle drei Messzeitpunkte absolviert haben, gaben nur 31 alle Fragebögen zurück. Somit erfolgt die Auswertung der Analyse zur psychischen Gesundheit mit N = 31 (VG 1 n = 11, VG 2 n = 10, KG n = 10). In Hypothese 1 wird angenommen, dass das Krafttraining der VG 1 und das kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining der VG 2 zu einer reduzierten Depressivität und Ängstlichkeit führt. Weiterhin wird in Hypothese 1.1. angenommen, dass das kombinierte Kraft- und Ausdauertraining (VG 2) am effektivsten ist. In Hypothese 1.2. wird angenommen, dass das Krafttraining der VG 1 effektiver ist als das ungerichtete Programm der Kontrollgruppe (KG). Nicht zuletzt wird angenommen, dass sich die psychische Gesundheit direkt im Anschluss an die Interventionen verbessert (Hypothese 1.3.) und dass sich durch eine Motivation zum selbstständigen Trainieren ein mittelfristiger Interventionseffekt einstellt (Hypothese 1.4.).

7.1.1 Ergebnisse

Im Folgenden werden nun die Ergebnisse der Analyse 1 dargestellt. Die Ergebnisdarstellung beginnt mit der deskriptiven Statistik.

Das Diagramm mit den Mittelwerten der Variable Angst (Abbildung 13) zeigt, dass alle drei Gruppen über die drei Messzeitpunkte ihre Angst reduzieren konnten. Dabei haben sich die VG 2 und die KG ähnlich entwickelt. Die VG 1 weist über den gesamten Zeitraum etwas niedrigere Werte auf. Aus dem Randomisierungscheck geht hervor, dass die sichtbaren Unterschiede zum Prätest nicht signifikant sind (p = .80).

Aus dem Diagramm zur Depressivität (Abbildung 13) geht hervor, dass zunächst alle drei Gruppen zum Prätest mit ähnlichen Werten gestartet sind. Auch hier zeigt der Randomisierungscheck keine bedeutenden Unterschiede im Ausgangsniveau der Gruppen (p = .85). Weiterhin wird ersichtlich, dass alle drei Gruppen zum Posttest ihre Werte reduzieren konnten, diese aber, mit Ausnahme der VG 2, zum Follow – up wieder anstiegen.

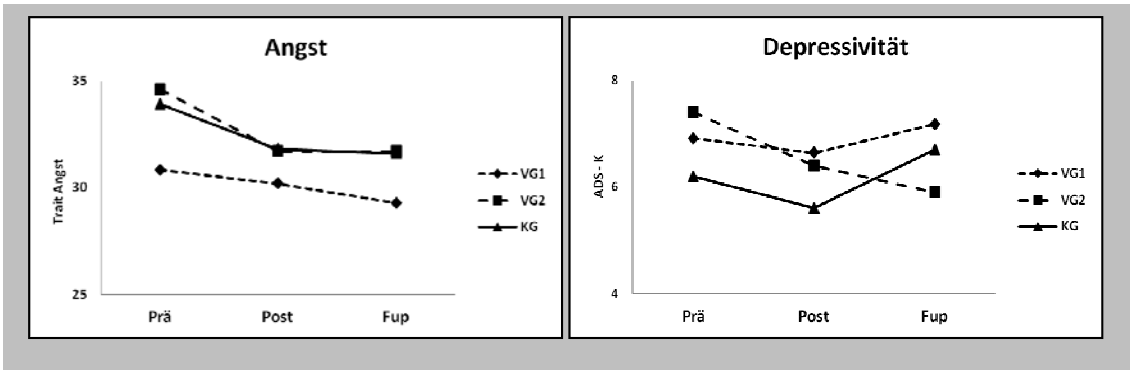


Abbildung 13: Entwicklung der psychischen Gesundheit über die Messzeitpunkte

Die Tabelle C 1 mit den Mittelwerten und den Standardabweichungen der Variablen Angst und Depressivität findet sich im Anhang C. Mittels Varianz- und Zusatzanalysen wurden die Mittelwerte auf signifikante Unterschiede überprüft. Die Ergebnisse werden im Folgenden einzeln für die Variablen Angst und Depressivität vorgestellt.

Angst

Die Ergebnisse der Varianzanalyse zeigen für die Angst keinen signifikanten Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT* (Tabelle 9). Die gezielten Trainingsprogramme, Krafttraining und kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining, waren nicht effektiver als das ungerichtete Programm der Kontrollgruppe. Allerdings zeigen die Ergebnisse für die Angst einen signifikanten Haupteffekt *ZEIT* (Tabelle 9), der mit η^2 = 0.22 als mittlerer Effekt klassifiziert werden kann. Die Analyse zeigt, dass sich die Ängstlichkeit in der Gesamtstichprobe vom Prätest zum Posttest signifikant reduziert hat. Demnach wiesen alle Studienteilnehmer direkt nach Interventionsende eine geringere Ängstlichkeit auf. Weiterhin zeigen sich signifikante Mittelwertsunterschiede für die Gesamtstichprobe vom Prätest zum Follow - up. Dieses Ergebnis zeigt, dass alle Teilnehmer zum dritten Messzeitpunkt geringere Angstwerte aufwiesen als zum ersten Messzeitpunkt. Damit konnten alle Studienteilnehmer ihre Angst über die Studienzeit reduzieren.

Depressivität

Auch für die Variable Depressivität zeigt die Varianzanalyse keinen signifikanten Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT* (Tabelle 9). Somit konnten für die Depressivität keine bedeutenden Unterschiede in den Wirkungen der verschiedenen Interventionsprogramme gefunden werden. Weiterhin zeigen die Ergebnisse keine signifikanten Haupteffekte *ZEIT* oder *GRUPPE* (Tabelle 9). Damit konnten keinerlei signifikante Veränderungen in den Depressivitäts-werten der Studienteilnehmer verzeichnet werden.

Tabelle 9: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Variablen der psychischen Gesundheit

	F	***df***	df_{Fehler}	***p***	η^2
Angst					
Haupteffekt *ZEIT*	3.72	2	27	.04*	0.22
Prä - Post	6.59	1	28	.02*	0.19
Prä - Fup	5.13	1	28	.03*	0.16
Post - Fup	0.18	1	28	.67	0.01
Haupteffekt *GRUPPE*	0.43	2	28	.66	0.03
Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT*	0.41	4	56	.80	0.03
Depressivität					
Haupteffekt *ZEIT*	0.38	2	27	.69	0.03
Haupteffekt *GRUPPE*	0.07	2	28	.93	0.01
Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT*	0.35	4	56	.84	0.03

*Anmerkung: * p = <.05*

Für die Variable Angst konnten positive Wirkungen des gezielten, reinen Krafttrainings und gezielten kombinierten Trainings verzeichnet werden. Für die Angst kann die Hypothese 1 angenommen werden. Allerdings muss sie für die Depressivität abgelehnt werden. Hier zeigten sich keine reduzierten Werte im Verlauf der Studie. In den Variablen Angst und Depressivität ließen sich keine signifikanten Unterschiede in der Wirkung der Programme der Versuchs-gruppen im Vergleich zu der Kontrollgruppe finden. Auch waren die Angst und

Depressivität der Teilnehmer der Versuchsgruppen zum zweiten und dritten Messzeitpunkt nicht signifikant geringer als die Werte der Kontrollgruppenteilnehmer. Die Hypothesen 1.1. bis 1.4. müssen abgelehnt werden.

7.1.2 Diskussion

In der Analyse 1 wurde der Einfluss eines gezielten Krafttrainings und eines gezielten, kombinierten Kraft- und Ausdauertrainings auf die abhängigen Variablen der psychischen Gesundheit, Angst und Depressivität, im Vergleich zu einem ungerichteten Kontrollprogramm überprüft. Es wurde angenommen, dass die beiden gezielten Programme zu einer Verbesserung der psychischen Gesundheit führen und effektiver sind als das ungerichtete Programm der Kontrollgruppe. Des Weiteren wurden von dem kombinierten Training die größten Effekte erwartet. Entgegen den Erwartungen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Interventionsformen. Somit konnten die Hypothesen 1.1. bis 1.4. nicht bestätigt werden. Die beiden gezielten Programme waren in ihrer Wirkung nicht effektiver als das ungerichtete Programm der Kontrollgruppe.

Damit stellt sich die Frage, warum dies der Fall ist. Schließlich wurden diese Annahmen auf Grund des bestehenden Forschungsstandes postuliert. So können Arent et al. (2000) und Wipfli et al. (2008) in ihren Metaanalysen herausstellen, dass neben den positiven Effekten von Krafttraining, von kombinierten Programmen die größten Effekte zu erwarten sind. Diese Aussagen können mit den Ergebnissen dieser Studie nicht bestätigt werden. Dies ist womöglich auf die Inhalte der kombinierten Programme zurückzuführen. So muss angemerkt werden, dass die kombinierten Programme in den Metaanalysen (Arent et al., 2000; Netz et al., 2005; Wipfli et al., 2008) vielfältige Inhalte, wie Ausdauer, Kraft, Beweglichkeit, Training mit Kleingeräten und Entspannung, beinhalteten und vielleicht eher gemischte Programme darstellten. Damit ist das, in dieser Studie durchgeführte, kombinierte Kraft- und Ausdauertraining nicht direkt mit diesen Programmen vergleichbar. Womöglich sind gemischte Programme effektiver als reine kombinierte Programme. Vielleicht müssen alle Bereiche der körperlichen Leistungsfähigkeit gefördert werden und zusätzlich Entspannungsübungen eingebunden werden, um die psychische Gesundheit im Alter zu fördern.

Weiterhin kann die gewählte Stichprobengröße ein Grund sein. Zunächst muss erwähnt werden, dass generell nur kleine bis mittlere Effekte von körperlicher Aktivität auf die psychische Gesundheit erwartet werden können (Arent et al., 2001; Alfermann & Stoll, 2010). Für die Konzeption und Durchführung der Studie wurden mittlere Effekte angenommen. Obwohl die Stichprobe, entsprechend den Berechnungen zur optimalen Stichprobengröße, zu Beginn die benötigte Größe aufwies, ist anzunehmen, dass die hier untersuchte Stichprobe doch zu klein war. So sind Teilnehmer im Verlauf der Studie ausgeschieden, haben das Studienprotokoll nicht, wie gewünscht, erfüllt oder den Fragebogen nicht, wie gefordert, ausgefüllt. Insgesamt konnten dadurch von lediglich 31 Teilnehmern die Daten ausgewertet werden. Diese Stichprobenzahl ist im Nachhinein zu gering, um die gewünschten Interaktionseffekte nachweisen zu können. Weiterhin ist die untersuchte Stichprobe kritisch zu betrachten. In dieser Arbeit wurden gesunde ältere Erwachsene untersucht. Die Stichprobenbeschreibung zeigt, dass die hier untersuchten Personen zu Beginn der Studie moderat bis sportlich aktiv waren. Somit handelte es sich um eine gesunde und körperlich sehr aktive Stichprobe, bei der es sehr schwer war, deutliche Verbesserungen zu erzielen.

Bestätigt werden können die Ergebnisse von Cassilhas et al. (2007) und Williams und Lord (1997), die in ihren Interventionsstudien positive Effekte von Krafttraining und kombiniertem Kraft- und Ausdauertraining auf die Angst finden. Für die Variable Angst zeigte sich, ein signifikanter Haupteffekt *ZEIT,* der mit $\eta^2 = 0.22$ moderat ist. Hier kann die Hypothese 1 angenommen werden. Weiterführende Tests belegen, dass sich signifikant reduzierte Werte vom Prätest zum Posttest und vom Prätest zum Follow – up finden lassen. Das heißt, dass die Angst der Studienteilnehmer über den gesamten Studienverlauf geringer war als zu Beginn der Studie. Vor dem Follow - up erhielten die Teilnehmer keinerlei Interventionen oder Betreuung von Seiten der Studienleitung. Allerdings weisen die Aussagen zur körperlichen Aktivität zum dritten Messzeitpunkt darauf hin, dass 82,4% der Studienteilnehmer moderat bis sportlich aktiv waren. Das sind 13% mehr als zu Beginn der Studie. Eventuell war es den Teilnehmern durch die erhöhte körperliche Aktivität möglich ihre reduzierten Angstwerte zu halten. Dies würde die Interpretation des Haupteffektes *ZEIT* dahin gehend stützen, dass körperliche Aktivität, unabhängig vom Programm, zu einer Reduktion der Angst führt. Es könnte also geschlussfolgert

werden, dass körperliche Aktivität im Allgemeinen die Angst, als Indikator der psychischen Gesundheit, im Alter reduziert und diese Effekte von den Inhalten der körperlichen Aktivität unabhängig sind. Allerdings muss diese Schlussfolgerung mit Vorsicht betrachtet werden, da durch das hier gewählte Studiendesign die Reduktion der Angst nicht eindeutig auf die körperliche Aktivität zurückgeführt werden kann. Um diese Aussage treffen zu können, hätte eine inaktive Kontrollgruppe, die im Studienverlauf auch keinerlei veränderte Werte zeigt, als Vergleich dienen müssen. Eine zusätzliche inaktive Kontrollgruppe hätte die Studie aufgewertet. Das Fehlen dieser Gruppe im Studiendesign ist kritisch anzumerken.

Durch die fehlende inaktive Kontrollgruppe kann das Ergebnis nicht eindeutig auf die körperliche Aktivität in den Programmen zurück geführt werden. Dennoch wirft es die Frage auf, ob die Belastungsparameter richtig gewählt wurden. So haben sich in dieser Studie alle Teilnehmer in ihren Angstwerten verbessern können, unabhängig von der Trainingshäufigkeit und Intensität. Die Belastungsparameter wurden in Anlehnung an den Forschungsstand (Arent et al., 2000; Wipfli et al., 2008: Colcombe & Kramer, 2003) und die Empfehlungen des ACSM (2006, 2007a, 2007b) gewählt. Demnach ist es ungewöhnlich, dass ein Training, welches mehrmals die Woche mit moderater Intensität durchgeführt wurde, die gleichen Ergebnisse erzielt wie ein einmaliges Training mit geringer Intensität. Diese Frage der Dosis- Wirkungsbeziehung sollte in weiterführenden Studien aufgegriffen werden.

Da sich auch die Kontrollgruppe in ihren Werten verbessert hat und sich kein signifikanter Interaktionseffekt finden lässt, ist davon auszugehen, dass andere Faktoren, als die Interventionen und damit körperliche Aktivität, für die Reduktion der Angst verantwortlich sind. So kann angenommen werden, dass die Studienteilnehmer zum zweiten und dritten Messzeitpunkt mit der Studien- und Testsituation vertraut waren und somit weniger Angst und Unsicherheit vorhanden war. Lehr (2000) führt an, dass bei wiederholten Messungen eine Vertrautheit entsteht und diese durchaus für die Veränderungen in den Werten verantwortlich sein kann.

Auch kann soziale Interaktion und Gruppenkohäsion die reduzierten Werte verursacht haben. So haben sich alle Studienteilnehmer in ihren Gruppen wohlgefüllt und genossen die wöchentlichen Treffen. Auch wenn dies nicht mittels Fragebögen bestätigt werden kann, so bestätigten dies die

mündlichen Rückmeldungen. Womöglich ist dort eine gewisse Vertrautheit und Sicherheit entstanden, die die Angst reduziert hat. Auch Fox (1999) und Taylor (2000) führen die soziale Interaktion als einen Wirkmechanismus an. So verbessert sie das Selbstwertgefühl und die Lebensqualität, was wiederum zur Verbesserung der psychischen Gesundheit führt.

Weiterhin zeigen die Ergebnisse der Analyse 3 zur körperlichen Leistungsfähigkeit, das alle Studienteilnehmer ihre Kraftleistung verbessern konnten. Womöglich hat der Anstieg der körperlichen Leistungsfähigkeit die Vitalität und das Wohlbefinden gesteigert. Hier könnten physiologische Wirkmechanismen greifen (Fox, 1999). Durch eine gesteigerte Vitalität und ein gesteigertes Wohlbefinden kann die psychische Gesundheit gefördert werden (Werle et al., 2006, Martin & Kliegel, 2010).

Für die Depressivität kam es, unabhängig vom Interventionsprogramm, zu keinerlei Verbesserungen im Studienverlauf, so dass die Hypothese 1 für diese Variable abgelehnt werden muss. Auch wenn Tsutsumi et al. (1997), Cassilhas et al. (2007) und Williams und Lord (1997) Veränderungen in der Angst finden, so finden sie ebenfalls keinerlei Veränderungen in der Depressivität. Womöglich ist Angst als Indikator der psychischen Gesundheit sensitiver für körperliche Interventionen als die Depressivität. Wird allerdings die untersuchte Stichprobe bezüglich ihrer Depressivität zu Beginn der Studie betrachtet und diese Werte mit den vorhandenen Normen abgeglichen, so lässt sich feststellen, dass die Stichprobe keinerlei depressive Symptome aufwies und im Vergleich zur Normstichprobe gesünder war. Möglicherweise können diese guten Ausgangswerte für die ausgebliebenen Effekte verantwortlich sein. So ist es sehr schwierig, die psychische Gesundheit zu beeinflussen, wenn dort keine Einschränkungen oder Auffälligkeiten bestehen. Sjösten und Kivela (2006) belegen, dass die antidepressiven Effekte körperlicher Aktivität bei depressiven Verstimmungen geringer sind, als bei klinisch relevanten depressiven Erkrankungen. Somit ist anzunehmen, dass bei gesunden Ausgangswerten nicht noch bessere Werte erzielt werden können. Vielleicht sollten in zukünftigen Studien mit gesunden Erwachsenen des späten Alters Indikatoren wie Stimmung, Selbstkonzept und Wohlbefinden untersucht werden. Hier können durch körperliche Aktivität vielleicht eher Verbesserungen verzeichnet werden. Die Depressivität zu untersuchen und durch körperliche

Aktivität beeinflussen zu wollen, wenn sich keine Auffälligkeiten zeigen, ist dagegen nicht von großem Nutzen.

Bezüglich des ausgebliebenen Interaktionseffektes für die Depressivität lassen sich in der Literatur Aussagen finden, die hinsichtlich der antidepressiven Wirkung von körperlicher Aktivität sagen, dass die Interventionsform nicht ausschlaggebend ist und jegliche Art des Sports eine antidepressive Wirkung bei leichten bis mittleren Depressionen entfaltet (Alfermann & Stoll, 2010). Nun wurden in dieser Studie gesunde Personen, mit unauffälligen Depressionswerten, untersucht und auch keine Reduktion der Depressionswerte erreicht, aber vielleicht muss dieses Argument für weitere Studien in die engere Betrachtung gezogen werden.

Auch wenn die, für diese Arbeit als Grundlage angenommenen, Metaanalysen von Arent et al. (2000) und Wipfli et al. (2008) für kombinierte Programme die größten Effekte auf die psychische Gesundheit verzeichnen konnten, so schreibt Leith schon 1994, dass ein Vergleich verschiedener Interventionsformen (Ausdauer, Kraft, kombinierte Kraft- und Ausdauerprogramme) unterschiedliche Ergebnisse zeigen. So lassen sich in wenigen Studien gar keine depressionsreduzierenden Effekte nach den verschiedenen Interventionen finden und in vielen anderen keine Unterschiede in der Wirkung der verschiedenen Programme. Diese Aussage kann durch die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigt werden. Allerdings beruft er sich hier auf Studien mit Studenten und Erwachsenen sowie klinisch Depressiven. Netz et al. (2005) können die Aussage von Leith (1994) jedoch auch für die Zielgruppe der älteren Erwachsenen bestätigen. Auch Ströhle (2009) bestätigt, dass viele Studien mit unterschiedlichen Interventionsformen keine bedeutenden Unterschiede in der Wirkung der einzelnen Programme finden. Werden diese Aussagen angenommen, so kann gesagt werden, dass körperliche Aktivität an sich, unabhängig von ihren Inhalten, zu einer Verbesserung der psychischen Gesundheit führt. Unter Berücksichtigung der Diskussion im obigen Abschnitt bestätigen die Ergebnisse dieser Arbeit diese Aussage zumindest für die Variable Angst.

Um diese Annahme zu untersuchen und das Studiendesign aufzuwerten, sollten in weiterführenden Studien mehrere Kontrollgruppen eingesetzt werden. Ein Vergleich von Krafttraining und kombiniertem Kraft- und Ausdauertraining mit einer aktiven, sportlichen Kontrollgruppe und einer inaktiven Kontrollgruppe könnte diese Frage beantworten. Außerdem ließe sich so feststellen, dass

womöglich positive Effekte von körperlicher Aktivität auf die psychische Gesundheit nur im Vergleich zu inaktiven Kontrollgruppen zu finden sind. So ist es möglich, dass die Effekte zu gering sind, um in diesem Design abgebildet zu werden. Arent et al., (2000), Wipfli et al. (2008) und Long und van Stavel (1995) finden in ihren Metaanalysen mittlere Effekte für den Vergleich mit inaktiven Kontrollgruppen, jedoch nur kleine Effekte wenn andere Interventionsformen in den Kontrollgruppen zur Anwendung kommen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die hier durchgeführten Interventionen zu angstreduzierenden Effekten, jedoch nicht zu antidepressiven Effekten geführt haben. Die Angstreduktion ist jedoch höchstwahrscheinlich nicht auf die körperliche Aktivität zurückzuführen, sondern eher auf die Vertrautheit mit den Gruppenmitgliedern und den Testsituationen. Weiterhin ließen sich keine Unterschiede zwischen den Programmen finden. Der Forschungsstand beschreibt zum einen Unterschiede in den unterschiedlichen Wirkungen der Programme (Arent et al., 2000; Wipfli et al., 2008) und zum anderen finden sich Aussagen, dass zwischen den Wirkungen der Programme keine Unterschiede zu finden sind (Alfermann & Stoll, 2010; Netz et al, 2005; Ströhle, 2009). In der vorliegenden Arbeit wurden die Aussagen zu den unterschiedlichen Wirkungen der Programme angenommen und überprüft. Die Ergebnisse zeigen keinerlei Unterschiede und stützen damit eher die Aussagen von Netz et al. (2005) und Ströhle (2009), dass es keine Unterschiede in der Wirkung der Programme gibt. Weiterführende Studien sollten an dieser Widersprüchlichkeit ansetzen und die Frage nach den Programminhalten und nach dem besten Trainingsprogramm aufgreifen. Auch wenn sich im Forschungsstand Studien finden lassen, die mittels körperlicher Aktivität die Angst und Depressivität positiv beeinflussen, so stellt sich die Frage, ob gesunde ältere Erwachsene wirklich von körperlichen Interventionen, unterschiedlichen Inhalts, in den Variablen Angst und Depressivität profitieren und ob es überhaupt Sinn macht, bei gesunden Erwachsenen Angst und Depressivität als Indikatoren der psychischen Gesundheit zu untersuchen. Vielleicht sind Indikatoren wie Wohlbefinden und Stimmung durch körperliche Aktivität eher zu beeinflussen und bei gesunden Stichproben auch von größerer Bedeutung.

7.2 Analyse 2: Einfluss auf die kognitiven Funktionen

Analyse 2 überprüft die Wirkungen der verschiedenen Bewegungsprogramme auf die kognitiven Funktionen. Die abhängigen Variablen sind das Kurz- und Arbeitsgedächtnis, die Wortflüssigkeit, die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und die exekutiven Funktionen. In die Analyse 2 konnten alle 41 verbliebenen Probanden (VG 1 *n* = 13, VG 2 *n* = 14, KG *n* = 14) einbezogen werden. In Hypothese 2 wird angenommen, dass die gezielten Interventionen zu einer Verbesserung in den kognitiven Funktionen führen. Im Speziellen wird erwartet, dass das kombinierte Training (VG 2) effektiver ist als das Krafttraining (VG 1) (Hypothese 2.1.) und dass das reine Krafttraining (VG 1) effektiver ist als das ungerichtete Kontrollprogramm (Hypothese 2.2). Hypothese 2.3. postuliert, dass sich die beiden Versuchsgruppen zum zweiten Messzeitpunkt signifikant von der Kontrollgruppe unterscheiden (kurzfristiger Interventionseffekt). Hypothese 2.4. nimmt einen mittelfristigen Interventionseffekt an und geht davon aus, dass die Versuchsgruppen zum dritten Messzeitpunkt bessere kognitive Leistungen aufweisen als die Kontrollgruppe. In Hypothese 2.5. wird angenommen, dass alle kognitiven Funktionen gleichermaßen von den Bewegungsprogrammen profitieren. In einer abschließenden Analyse werden die Programme auf eventuelle Geschlechterunterschiede geprüft. Hypothese 2.6. postuliert, dass Frauen stärker von den Interventionen profitieren als Männer.

7.2.1 Ergebnisse

Das Diagramm zur Entwicklung des Kurzzeitgedächtnisses (Abbildung 14) zeigt, dass sich alle drei Gruppen ähnlich gut über die drei Messzeitpunkte entwickelt haben. Der Randomisierungscheck belegt, dass die Unterschiede zum Prätest nicht signifikant sind (p = .06). Im Verlauf der Studie ist es für alle drei Gruppen möglich, nahezu die 100% zu erreichen. Die Versuchsgruppen als auch die Kontrollgruppe konnten sich vom Posttest zum Follow – up nochmals steigern.

Anders sieht die Entwicklung für das Arbeitsgedächtnis aus (Abbildung 14). Hier konnte sich keine der drei Gruppen in ihrer Leistung wesentlich verbessern. Zu allen drei Messzeitpunkten sind die Ergebnisse ähnlich.

Für die Wortflüssigkeit finden sich ebenfalls keine Unterschiede zum Prätest ($p = .77$). Zum Posttest können alle drei Gruppen ihre Leistung steigern, die sich dann auch nicht mehr wesentlich zum Follow – up verändert (Abbildung 14).

Das Diagramm zur Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Abbildung 14) zeigt, dass alle drei Gruppen zunächst mit nahezu den gleichen Ausgangswerten in die Studie starten ($p = .91$). Zum Posttest können alle drei Gruppen eine deutliche Leistungssteigerung erzielen und ihre Testzeit reduzieren. Zum Follow – up gelingt dies nur noch der VG 1 und der KG. Die VG 2 wurde deutlich langsamer und liegt knapp über dem Wert zum Posttest.

Als letzte kognitive Variable wurden die exekutiven Funktionen untersucht. Das Diagramm zeigt die Entwicklung der Interferenzzeit (Abbildung 14). Es wird deutlich, dass sich alle drei Gruppen zum Posttest und Follow – up in ihrer Testzeit verbessern konnten. Auch hier sind die Unterschiede zum Prätest nicht signifikant ($p = .43$).

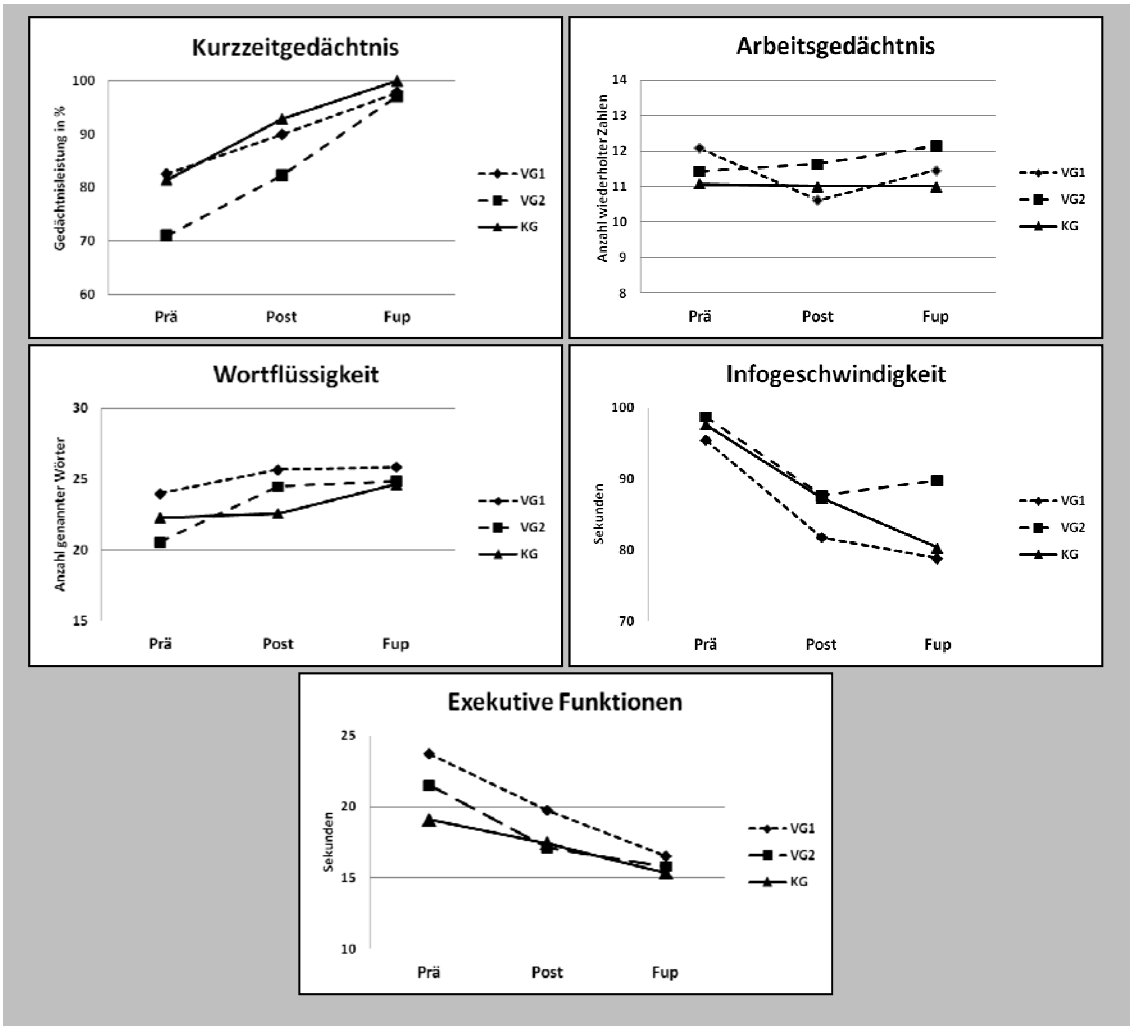


Abbildung 14: Entwicklung der kognitiven Funktionen über die drei Messzeitpunkte

Die Mittelwerte und Standardabweichungen sind der Tabelle C 2 im Anhang C zu entnehmen. Im weiteren Vorgehen wurden die Mittelwerte auf statistisch bedeutende Unterschiede überprüft. Die Ergebnisdarstellung erfolgt wieder für jede Variable einzeln.

Kurzzeitgedächtnis

Die Ergebnisse der Varianzanalyse zeigen für das Kurzzeitgedächtnis keinen signifikanten Interaktionseffekt GRUPPE*ZEIT (Tabelle 10). Somit haben die beiden gezielten Programme Krafttraining (VG 1) und kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining (VG 2) keine signifikant bessere Wirkung erzielt, als das ungerichtete Programm der Kontrollgruppe. Weiterhin zeigen die Ergebnisse für das Kurzzeitgedächtnis einen signifikanten Haupteffekt *ZEIT* und einen signifikanten Haupteffekt *GRUPPE* (Tabelle 10). Mit η^2 = 0.46 ist der Haupteffekt *ZEIT* als großer Effekt zu klassifizieren. Die Kontrastanalysen belegen für das Kurzzeitgedächtnis signifikante Mittelwertsunterschiede für die Gesamtstichprobe vom Prätest zum Posttest, vom Posttest zum Follow – up und vom Prätest zum Follow – up. Das heißt, alle Teilnehmer konnten sich in ihrer Gedächtnisleistung über den gesamten Verlauf der Studie entscheidend verbessern. Der signifikante Haupteffekt *GRUPPE* ist mit η^2 = 0.16 moderat. Mittels des Scheffé Tests wurde festgestellt, dass die VG 2 signifikant schlechter ist als die Kontrollgruppe.

Arbeitsgedächtnis

Die Ergebnisse für die Variable Arbeitsgedächtnis weisen keinen signifikanten Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT* (Tabelle 10) auf. Somit haben die gezielten Trainingsprogramme keine bedeutende Verbesserung der Arbeitsgedächtnisleistung erzielt. Weiterhin zeigt sich kein signifikanter Haupteffekt *ZEIT* (Tabelle 10). Dieses Ergebnis belegt, dass kein Studienteilnehmer, unabhängig von der Gruppe, seine Leistung über den Verlauf der Studie verbessern konnte.

Wortflüssigkeit

Die Ergebnisse der Varianzanalyse zeigen für die Wortflüssigkeit keinen signifikanten Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT* (Tabelle 10). Auch hier konnten die gezielten Programme, Krafttraining und kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining, nicht die erwarteten Effekte erzielen. Des Weiteren weisen die Ergebnisse einen signifikanten Haupteffekt *ZEIT* (Tabelle 10) auf. Dieser ist mit η^2 = 0.41 als groß einzuschätzen. Die Ergebnisse der weiterführenden Analyse zeigen, Verbesserungen von allen Teilnehmern vom Prätest zum Posttest und

von Prätest zum Follow - up. Somit war die Wortflüssigkeit aller Teilnehmer sowohl mittel- als auch langfristig besser als zu Beginn der Studie.

Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit

Auch für die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit zeigen die Ergebnisse der Varianzanalyse keinen signifikanten Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT* (Tabelle 10). Somit konnten auch hier die gezielten Interventionen keine deutlicheren Verbesserungen im Vergleich zu dem Programm der Kontrollgruppe erzielen. Es zeigt sich weiterhin ein signifikanter, mittlerer Haupteffekt *ZEIT* ($\eta^2 = 0.20$, Tabelle 10). Die Ergebnisse zeigen Verbesserungen von allen Studienteilnehmern vom ersten zum zweiten und von ersten zum dritten Messzeitpunkt. Somit wiesen alle Studienteilnehmer, mittel- als auch langfristig, bessere Werte in der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit auf als zu Beginn der Studie.

Exekutive Funktionen

Für die exekutiven Funktionen zeigen die Ergebnisse der Varianzanalyse ebenfalls keinen signifikanten Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT* (Tabelle 10). Die gezielten Programme der VG 1 und VG 2 haben keine deutlich besseren Ergebnisse erzielt als das ungerichtete Programm der Kontrollgruppe. Ein weiteres Ergebnis der Varianzanalyse ist der signifikante Haupteffekt *ZEIT* (Tabelle 10). Dieser ist mit $\eta^2 = 0.47$ als groß zu klassifizieren. Die Ergebnisse belegen signifikante Unterschiede für die Gesamtstichprobe vom Prätest zum Posttest, vom Posttest zum Follow – up und vom Prätest zum Follow – up. Somit konnten alle Studienteilnehmer ihre exekutiven Funktionen über den gesamten Studienverlauf bedeutend verbessern.

Tabelle 10: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Variablen der kognitiven Funktionen

	F	***df***	df_{Fehler}	***p***	η^2
Kurzzeitgedächtnis					
Haupteffekt *ZEIT*	15.77	2	37	<.001*	0.46
Prä - Post	9.40	1	38	<.001*	0.20
Prä - Fup	30.62	1	28	<.001*	0.45
Post - Fup	15.27	1	38	<.001*	0.29
Haupteffekt *GRUPPE*	3.61	2	38	.04*	0.16
VG 1 vs. VG 2	/	/	/	.15	/
VG 1 vs. KG	/	/	/	.88	/
VG 2 vs. KG	/	/	/	.05*	/
Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT*	0.53	4	76	.72	0.03
Arbeitsgedächtnis					
Haupteffekt *ZEIT*	1.08	2	37	.35	0.06
Haupteffekt *GRUPPE*	0.63	2	38	.54	0.03
Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT*	1.48	4	76	.22	0.07
Wortflüssigkeit					
Haupteffekt *Zeit*	12.88	2	37	<.001*	0.41
Prä - Post	8.26	1	38	.01*	0.18
Prä - Fup	21.20	1	38	<.001*	0.36
Post - Fup	1.01	1	38	.32	0.03
Haupteffekt *GRUPPE*	1.08	2	38	.35	0.05
Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT*	1.69	4	76	.16	0.08

Infogeschwindigkeit					
Haupteffekt *ZEIT*	4.75	2	37	.02*	0.20
Prä - Post	7.93	1	38	.01*	0.17
Prä - Fup	8.62	1	38	.01*	0.19
Post - Fup	0.52	1	38	.48	0.01
Haupteffekt *GRUPPE*	0.13	2	38	.88	0.01
Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT*	0.31	4	76	.87	0.02
Exekutive Funktionen					
Haupteffekt *ZEIT*	16.12	2	37	<.001*	0.47
Prä - Post	8.49	1	38	.01*	0.18
Prä - Fup	32.63	1	38	<.001*	0.46
Post - Fup	5.42	1	38	.03*	0.13
Haupteffekt *GRUPPE*	0.53	2	38	.59	0.03
Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT*	0.65	4	76	.63	0.03

*Anmerkung: * p = <.05*

Die Ergebnisse belegen, dass ein gezieltes, reines Krafttraining und ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining, mit Ausnahme des Arbeitsgedächtnisses, die kognitiven Funktionen fördern. Die Hypothese 2 kann damit, abgesehen vom Arbeitsgedächtnis, angenommen werden. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, für keine der untersuchten kognitiven Variablen einen signifikanten Unterschied in der Wirkung der Programme. Damit haben die gezielten Programme, im Vergleich zum ungerichteten Programm der Kontrollgruppe, keine deutlichere Verbesserung des Kurz- und Arbeitsgedächtnisses, der Wortflüssigkeit, der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und der exekutiven Funktionen erzielt. Die Hypothesen 2.1. bis 2.4. müssen abgelehnt werden. Da sich die Arbeitsgedächtnisleistung in keinster Weise verändert hat, muss auch Hypothese 2.5. abgelehnt werden. Die gezielten Programme, Krafttraining und kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining, haben nicht alle kognitiven Funktionen gleichermaßen gefördert.

Analyse zu Geschlechterunterschieden in den kognitive Funktionen

Die Metaanalyse von Colcombe und Kramer (2003) zeigt, dass Gruppen mit einem Frauenanteil über 50% stärker von den Interventionen profitieren als Gruppen mit einem erhöhten Männeranteil. Ausgehend von diesem Ergebnis scheinen Frauen sensibler für Effekte nach Bewegungsinterventionen zu sein als Männer.

In der folgenden Analyse wurde geprüft, ob sich die Frauen dieser Stichprobe in ihren kognitiven Funktionen deutlich besser entwickelt haben als die Männer. In der Tabelle C 3 (Anhang C) werden die Mittelwerte und die Standardabweichungen für die einzelnen kognitiven Variablen dargestellt.

Die Diagramme in Abbildung 15 visualisieren die Entwicklung von Frauen und Männern. Es wird ersichtlich, dass sich beide Geschlechter zu Beginn der Studie in den Variablen Kurz- und Arbeitsgedächtnis, Wortflüssigkeit und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit in ihrem Ausgangsniveau nicht unterschieden haben und auch für die exekutiven Funktionen zeigt der Randomisierungscheck keine Unterschiede in der Ausgangsleistung (Kurzzeitgedächtnis: $p = .06$; Arbeitsgedächtnis: $p = .36$; Wortflüssigkeit: $p = .30$; Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit: $p = .42$; exekutive Funktionen: $p = .06$). Die Diagramme visualisieren weiterhin, dass sich die Frauen und Männern in ihrer kognitiven Leistung in allen Variablen nahezu gleich entwickelt haben.

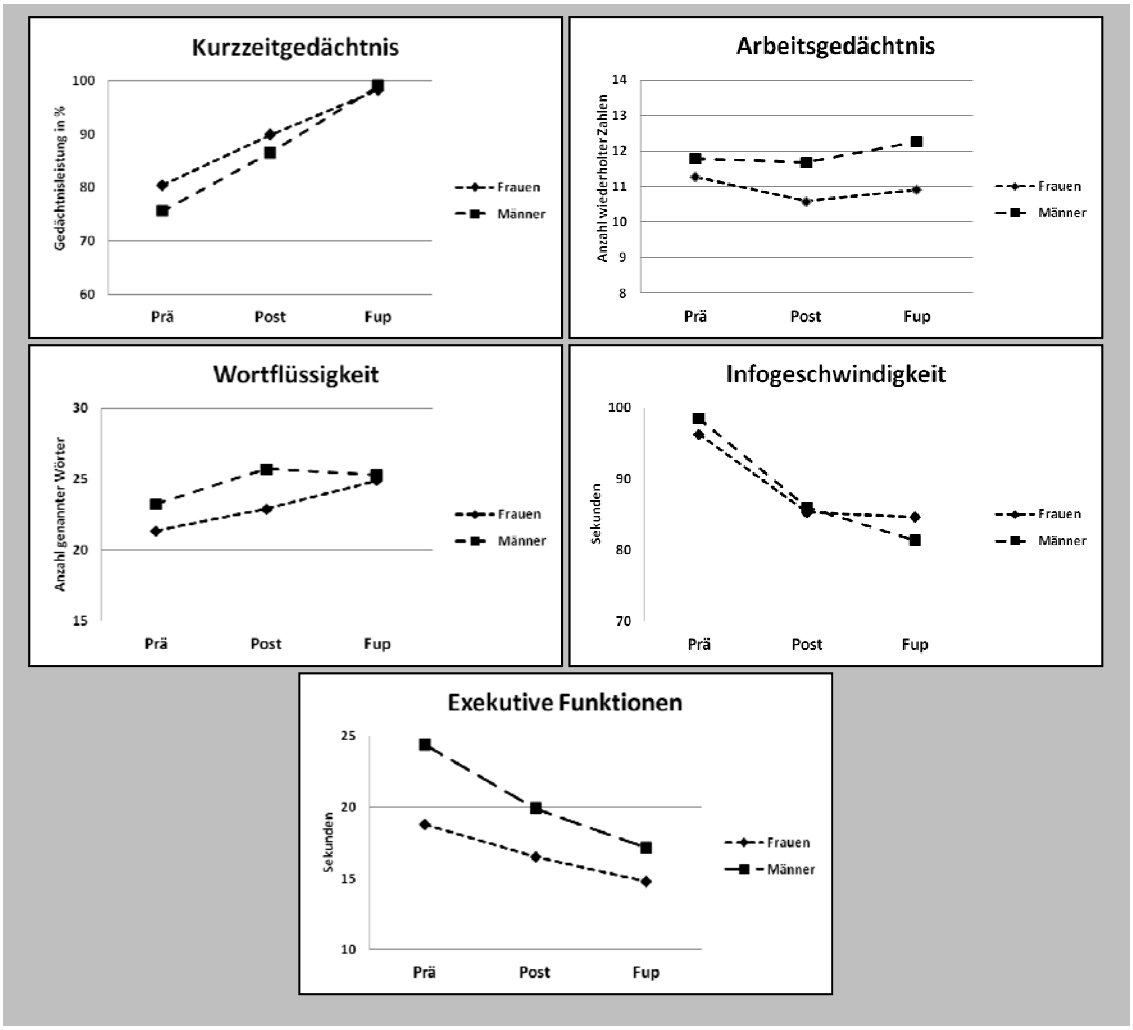


Abbildung 15: Entwicklung der kognitiven Funktionen für Frauen und Männer über die drei Messzeitpunkte

In einer weiterführenden Analyse wurde mittels zweifaktoriellen, univariaten Varianzanalysen mit Messwiederholung die Entwicklung der Geschlechter über die Messzeitpunkte überprüft. Dabei wurde als eine unabhängige Variable das Geschlecht (zweifach gestuft) und als eine weitere der Faktor Zeit dreifach gestuft (Prä, Post, Fup) herangezogen. Die kognitiven Variablen waren die gleichen wie in der Hauptanalyse. Tabelle 11 zeigt die Ergebnisse für die Interaktionseffekte *GESCHLECHT*ZEIT*.

Tabelle 11: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Variablen der kognitiven Funktionen von Frauen und Männern

	F	***df***	df_{Fehler}	***p***	η^2
Kurzzeitgedächtnis					
Interaktionseffekt *GESCHLECHT*ZEIT*	0.39	2	38	.68	0.02
Arbeitsgedächtnis					
Interaktionseffekt *GESCHLECHT*ZEIT*	0.86	2	38	.43	0.04
Wortflüssigkeit					
Interaktionseffekt *GESCHLECHT*ZEIT*	1.13	2	38	.33	0.06
Infogeschwindigkeit					
Interaktionseffekt *GESCHLECHT*ZEIT*	0.20	2	38	.82	0.01
Exekutive Funktionen					
Interaktionseffekt *GESCHLECHT*ZEIT*	1.40	2	38	.26	0.07

Die Ergebnisse zeigen keine signifikanten Interaktionseffekte für die untersuchten Variablen. Somit lassen sich keine bedeutenden Geschlechterunterschiede feststellen. Anders als in Hypothese 2.6. angenommen, haben sich die Frauen der Studie nicht stärker in ihrer kognitiven Leistung verbessert als die Männer. Die Hypothese 2.6. muss damit abgelehnt werden.

7.2.2 Diskussion

Die Erkenntnisse des aktuellen Forschungsstandes aufgreifend, wurden in der vorliegenden Arbeit ein Krafttraining und ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining im Vergleich zu einem ungerichteten Programm auf ihre Wirksamkeit auf die kognitiven Funktionen von Senioren überprüft. Als Variablen der kognitiven Funktionen wurden das Kurz- und Arbeitsgedächtnis, die Wortflüssigkeit, die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und die exekutiven Funktionen untersucht. Eine Kontrollgruppe, die ein ungerichtetes Programm absolvierte, diente als Vergleich. Es wurde angenommen, dass die gezielten Programme Krafttraining und kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining zu einer Leistungsverbesserung der kognitiven Funktionen führen und sie effektiver sind als das ungerichtete Programm der Kontrollgruppe. Weiterhin wurde postuliert, dass das kombinierte Kraft- und Ausdauertraining effektiver ist als das reine, gezielte Krafttraining. Neben kurzfristigen Effekten, direkt im Anschluss an die Interventionen wurden auch mittelfristige Effekte zum Follow – up erwartet. Hier wird davon ausgegangen, dass die Studienteilnehmer im Verlauf der Interventionen zum selbständigen Üben, im Anschluss an die Programme, motiviert wurden.

Der Forschungsstand zeigt, dass die kognitiven Funktionen im Alter mittels körperlicher Aktivität gefördert werden können. So belegen Colcombe und Kramer (2003) in ihrer Metaanalyse die Wirksamkeit von Ausdauer- und kombinierten Kraft- und Ausdauerprogrammen. Sie konnten dabei mittlere Effekte verzeichnen. Neben den Erkenntnissen zur positiven Wirkung von Ausdauerprogrammen und kombinierten Kraft- und Ausdauerprogrammen auf die kognitiven Funktionen, ist der Forschungsstand bezüglich der Wirkung von Krafttrainingsinterventionen derzeit widersprüchlich. Liu-Ambrose et al. (2010) und Cassilhas et al. (2007) können nach einem Krafttraining Leistungssteigerungen in den exekutiven Funktionen, im Gedächtnis und in der Wortflüssigkeit verzeichnen. Tsutsumi et al. (1997) und Kimura et al. (2010) finden dagegen keine Effekte nach Krafttraining auf die kognitiven Funktionen.

Die Ergebnisse der Analyse 2 zeigen, dass sich die Studienteilnehmer in ihren kognitiven Funktionen, mit Ausnahme des Arbeitsgedächtnisses, durch ein Krafttraining und ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining verbessern konnten. Damit kann Hypothese 2, mit Ausnahme des Arbeitsgedächtnisses,

angenommen werden und die Ergebnisse von Colcombe und Kramer (2003) sowie Liu-Ambrose et al. (2010) und Cassilhas et al. (2007) bestätigt werden.

Die Ergebnisse zeigen für die Variablen Kurzzeitgedächtnis, Wortflüssigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und exekutiven Funktionen einen signifikanten Haupteffekt *ZEIT*. Diese Haupteffekte *ZEIT* verzeichnen für die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit mit $\eta^2 = 0.20$ einen mittleren Effekt und für die anderen drei kognitiven Funktionen große Effekte (Kurzzeitgedächtnis: $\eta^2 = 0.46$, Wortflüssigkeit: $\eta^2 = 0.41$, exekutive Funktionen: $\eta^2 = 0.47$). Dabei zeigen sich für das Kurzzeitgedächtnis und die exekutiven Funktionen Verbesserungen vom Prätest zu Posttest, vom Prätest zum Follow - up und vom Posttest zum Follow - up. Für die anderen zwei Variablen (Wortflüssigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit) finden sich Verbesserungen vom Prätest zum Posttest und vom Prätest zum Follow - up. Die Leistungszuwächse zum Follow – up sind womöglich auf die erhöhte körperliche Aktivität der Studienteilnehmer zum dritten Messzeitpunkt zurückzuführen. So sind zum dritten Messzeitpunkt 82,4% der Studienteilnehmer moderat bis sportlich aktiv. Das sind 13% mehr als zu Beginn der Studie. Anhand dieser Ergebnisse ließe sich auch hier wieder das Argument formulieren, dass körperliche Aktivität im Allgemeinen und unabhängig von den Inhalten zu einer Verbesserung der kognitiven Funktionen führt. Allerdings muss auch hier, wie schon in der Diskussion zur psychischen Gesundheit ausgeführt, angemerkt werden, dass durch das Fehlen einer inaktiven Kontrollgruppe diese Effekte nicht eindeutig auf die körperliche Aktivität zurückgeführt werden können. Erneut verbessert sich auch die Kontrollgruppe und es lassen sich keine Interaktionseffekte finden. Somit kann auch für die kognitiven Funktionen vermutet werden, dass die Verbesserungen durch andere Faktoren, als körperliche Aktivität, verursacht wurden.

In Studien zu kognitiven Trainings konnte heraus gefunden werden, dass es durch reine Übung zu Leistungsverbesserungen in den kognitiven Tests kommen kann (Glück & Heckhausen, 2001). Somit kann es sich in diesem Falle auch um Testwiederholungseffekte handeln. Bei der mehrmaligen Testung von kognitiven Funktionen wird oft mit Testwiederholungseffekten und Lerneffekten gerechnet. So ist es möglich, dass die Studienteilnehmer zum zweiten und dritten Messzeitpunkt auf Erinnerungen vom vorigen Test zurückgriffen oder Merkstrategien entwickelten. Auch kannten sie zu den wiederholten Tests die

Testanforderungen, den Testleiter und den Ablauf. Diese vertraute Situation zum zweiten und dritten Messzeitpunkt kann auch der Grund für die Effekte sein (Lehr, 2000). Glück und Heckhausen (2001) sagen, dass die Überprüfung von alterssensitiven Fähigkeiten, welche auch zum Teil als belastend und einschränkend empfunden werden, zum ersten Messzeitpunkt zu einer gewissen Ängstlichkeit führen kann. Die Analyse 1 zeigt, dass die Ängstlichkeit im Verlauf der Studie abnahm. Möglicherweise führte die Reduktion der Angst zu einer besseren Konzentration oder geringeren Anspannung und ist so ein Grund für die Verbesserung der Kognitionen in der Gesamtstichprobe.

Die Messinstrumente wurden aus ökonomischen Gründen, in Anlehnung an den Forschungsstand (Liu-Abrose et al., 2010; Lachman et al., 2006) und entsprechend bestehender Paper- Pencil Tests für diese Zielgruppe gewählt. Auch wenn es sich um geprüfte und standardisierte Messinstrumente handelte, die auch speziell für die Zielgruppe der älteren und alten Erwachsenen konzipiert worden sind, entsteht der Verdacht, dass die gewählten Tests für die hier untersuchte Stichprobe zu einfach waren. So wird die CERAD Testbatterie überwiegend im klinischen Setting angewendet und der NAI ist für Menschen bis zum höheren Alter konzipiert. Da es sich in dieser Studie um gesunde, körperlich und kognitiv aktive Personen handelte, scheinen die Tests in dieser Form im Nachhinein ungeeignet. Vermutlich wäre es besser gewesen, für die Erhebung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit nicht nur die Form B (Kapitel 6.5) anzuwenden, sondern wie Liu-Ambrose und ihr Team (2010) die Form A und B. Hier kann aus den Testzeiten die Differenz berechnet werden. Dieser Wert ist womöglich sensitiver auf Veränderungen als ein Einzelwert der Form A oder B. Auch wurde der Farb-Wort-Test im NAI der Zielgruppe des späten und hohen Erwachsenenalters angepasst und die Testitems von ursprünglich 100 auf 36 reduziert. Für die hier untersuchte Zielgruppe wäre es sicher möglich gewesen, auch die Originalversion zu absolvieren. Vielleicht wäre dann, über die längere Bearbeitungszeit, die Leistung der exekutiven Funktionen besser deutlich geworden. Generell besteht derzeit das Problem, dass für die kognitiven Funktionen in den einzelnen Studien eine Vielzahl an Tests eingesetzt werden. Angevaren et al. (2008) empfehlen zukünftig eine einheitliche Testbatterie konsequent anzuwenden, um damit vergleichbare Ergebnisse zu schaffen und eindeutige Erkenntnisse zu der Wirkung von körperlicher Aktivität auf die kognitiven Funktionen gewinnen zu können.

In dieser Studie wurde eine aktive Kontrollgruppe eingesetzt, um den Einfluss von sozialer Interaktion und Gruppenkohäsion auszuschließen (Alfermann & Strauß, 2001). Aus dem Forschungsstand ist bekannt, dass das alleinige Training in der Gruppe und die soziale Interaktion durchaus für Leistungsverbesserungen in den kognitiven Funktionen verantwortlich sein können (Herzog et al., 2009). Da sich jetzt keine stärkeren Verbesserungen in den Versuchsgruppen zeigen und eine inaktive Kontrollgruppe fehlt, können die Verbesserungen in den kognitiven Funktionen nicht auf die körperliche Aktivität zurückgeführt werden. Möglicherweise kann die soziale Interaktion für die Ergebnisse verantwortlich sein. Womöglich kommt der sozialen Interaktion bezüglich ihres Einflusses auf die kognitiven Funktionen eine größere Bedeutung zu als bisher angenommen. Dies sollte in weiterführenden Studien genauer betrachtet werden.

Auch wenn die ausgebliebenen Effekte eher durch die vorher ausgeführten Argumente zu begründen sind, so soll trotzdem eine Vermutung geäußert werden. Die Ergebnisse zur körperlichen Leistungsfähigkeit (Analyse 3) zeigen, dass sich alle Teilnehmer in ihrer Kraftleistung steigern konnten. Womöglich sind die kognitiven Verbesserungen auf den Kraftzuwachs zurückzuführen. So konnten alle Teilnehmer an Kraft gewinnen und auch in den Variablen Kurzzeitgedächtnis, Wortflüssigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und exekutiven Funktionen ihre Leistung verbessern. Der Forschungsstand beschreibt einen möglichen Wirkmechanismus, indem durch Krafttraining ein Anstieg des BDNF`s und IGF-1 Faktors erfolgt, der zu einer verbesserten Hirnleistung führt, die wiederum zu einer besseren kognitiven Leistung führt (Voelcker-Rehage et al., 2011; Kimura et al., 2010; Mc Auley et al., 2004). Diese Annahme kann nur vermutet werden. Es ist wahrscheinlicher, dass die gewählten Messinstrumente für die Ergebnisse verantwortlich sind und es sich um reine Testwiederholungeffekte handelt. Oder auch die soziale Interaktion die Leistungsverbesserungen verursacht hat.

Neben den Verbesserungen der kognitiven Funktionen durch Krafttraining und kombinierten Kraft- und Ausdauertraining zeigt der Forschungsstand, dass ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining am effektivsten ist (Colcombe & Kramer, 2003). Diese Ergebnisse werden von Smith et al. (2010) unterstützt. Auch sie bestätigen, dass kombinierte Kraft- und Ausdauerprogramme effektiver sind. Die Ergebnisse dieser Studie können diese

Aussagen jedoch nicht unterstützen. So zeigen sie für keine der kognitiven Variablen signifikante Interaktionseffekte. Die Teilnehmer der beiden Versuchsgruppen (Krafttraining und kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining) haben sich nicht signifikant besser entwickelt als die Teilnehmer der Kontrollgruppe. Die Hypothesen 2.1. bis 2.4. können also nicht bestätigt werden. Aus den theoretischen Ausführungen zum Altern und den kognitiven Funktionen geht hervor, dass umwelt- und verhaltensbezogene Faktoren, wie Bildung und sozioökonomischer Status, einen großen Einfluss auf die kognitive Leistung im Alter haben (Lehr, 2000, Fernàndez-Ballesteros, 2008). So ist bekannt, dass Menschen mit einer hohen Bildung und einem hohen sozio-ökonomischen Status einen geringeren kognitiven Abbau im Alter aufweisen. Wird die in dieser Arbeit untersuchte Stichprobe betrachtet, so lässt sich feststellen, dass die Teilnehmer über ein im Durchschnitt hohes Bildungsniveau und einen guten sozioökonomischen Status (Altersrente) verfügten (Tabelle 6). Weiterhin ergab die Stichprobenbeschreibung, dass die Teilnehmer stark kognitiv aktiv waren (Zeitung lesen, Kreuzworträtsel). Auch der Vergleich der Stichprobe mit den Normen der kognitiven Tests zeigte, dass die Teilnehmer über eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche kognitive Leistung schon zu Beginn der Studie verfügten. Somit kann davon ausgegangen werden, dass es sich um eine gesunde Stichprobe mit einer guten kognitiven Leistung handelte. Weiterhin zeigt die Stichprobenbeschreibung (Tabelle 6), dass die Studienteilnehmer schon zu Beginn moderat bis stark körperlich aktiv waren. Die im Forschungsstand beschriebenen Effekte lassen sich auf Studien mit inaktiven Teilnehmern zurückführen. So kann die hohe körperliche und kognitive Aktivität der Stichprobe zusammen mit dem hohen Bildungsstand und dem sozioökonomischen Status auch für die Ergebnisse verantwortlich sein.

Wie schon in Analyse 1 wurden auch hier mittlere Effekte angenommen und die Konzeption und Stichprobengröße darauf ausgelegt. Allerdings finden sich neben den Aussagen zu mittleren Effekten (Colcombe & Kramer, 2003) auch Befunde, dass für die Zielgruppe des späteren und späten Erwachsenen-alters nur kleine Effekte für die kognitiven Funktionen erzielt werden können (Etnier et al., 1997, 2006). Sollte dies der Fall sein, so war es mit dieser Stichprobengröße und dem gewählten Studiendesign nicht möglich diese abzubilden. So konnten in die Analyse 41 Teilnehmer einbezogen werden, was laut den Berechnungen zur optimalen Stichprobengröße reicht, um mittlere

Effekte nachzuweisen. Dennoch ist die hier untersuchte Stichprobe eher klein. Für den Nachweis von kleinen Effekten hätte eine größere Stichprobe untersucht werden müssen. Des Weiteren muss angemerkt werden, dass kleine Effekte im Vergleich zu aktiven Kontrollgruppen schwieriger abzubilden sind als im Vergleich zu inaktiven Kontrollgruppen (Colcombe & Kramer, 2003).

Weiterhin können die gewählten Belastungsparameter eine mögliche Ursache für das Ausbleiben der Interaktionseffekte sein. Diese wurden in Anlehnung an den Forschungsstand (Colcombe & Kramer, 2003; Tsutsumi et al., 1997; Dustman et al., 1984, Emery & Gatz, 1990) und die Empfehlungen des ACSM (2006, 2007a, 2007b) gewählt. Hier stellt sich die Frage, warum ein dreimal wöchentliches Training mit einer moderaten Intensität nicht zu deutlich besseren Ergebnissen führt als ein einmaliges Programm mit geringer Intensität. In dieser Arbeit kann nur vermutet werden, dass die untersuchte Stichprobe dafür verantwortlich ist. So wurden die Programme für inaktive gesunde ältere Erwachsene, die schon länger nicht mehr körperlich aktiv waren konzipiert. Es wurde eine moderate Intensität angesetzt und die Belastungssteigerungen auf das Training mit inaktiven Erwachsenen zugeschnitten. Die untersuchten Studienteilnehmer waren jedoch moderat bis sportlich aktiv und körperlich sehr fit. Somit kann vermutet werden, dass die Intensität nicht ausreichend war, um stärkere Leistungszuwächse in den Versuchsgruppen zu erzielen. Mit dieser Stichprobe hätte womöglich ein Training mit hoher Intensität durchgeführt werden müssen. Cancela Carral und Ayàn Pèrez (2007) haben mit über 65jährigen, gesunden, fitten Frauen ein intensives Training durchgeführt und belegt, dass diese Zielgruppe durchaus in der Lage war, intensive Programme zu absolvieren. Sie erzielten neben Verbesserungen der Fitness und Lebensqualität auch Leistungsverbesserungen in den kognitiven Funktionen. Auch Lachman et al. (2006) sagen, je höher die Trainingsintensität, desto höher die Verbesserungen der kognitiven Leistung. Womöglich hätten sich durch ein intensives gezieltes Training in den Versuchsgruppen im Vergleich zu einem gering intensiven Kontrollprogramm Unterschiede finden lassen. In weiterführenden Studien sollte demnach überlegt werden, ob bei einer solch gesunden und aktiven Stichprobe die Programme mit hoher Intensität durchgeführt werden.

Neben der Belastungsintensität müssen auch die Programminhalte diskutiert werden. In Anlehnung an die Metaanalysen von Colcombe und

Kramer (2003) und Smith et al. (2010) und weil es derzeit nur sehr wenige Interventionsstudien mit kombinierten Programmen gibt, wurde sich in dieser Studie für ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining entschieden. Allerdings wurde in diesem Programm ein Krafttraining an Großgeräten mit einem Ausdauertraining kombiniert. Diese Inhalte wurden gewählt, da es derzeit keine Studie gibt, in der ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining an Großgeräten überprüft wird. In den hier angeführten Metaanalysen werden unter kombinierten Programmen jedoch alle Interventionen zusammengefasst, die nicht nur reine Ausdauerprogramme enthalten. Somit werden hier Dehnungsübungen, Übungen mit Kleingeräten, Entspannungsübungen und vieles mehr inkludiert und als kombinierte Programme deklariert. Damit handelt es sich in den Metaanalysen eher um gemischte Programme als um kombinierte Programme. Somit ist das in dieser Studie überprüfte kombinierte Kraft- und Ausdauerprogramm in seiner Wirkung nicht mit diesen zu vergleichen.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Kognitionen nicht alle in gleichem Maße verändert haben. So konnten sich, entgegen den Annahmen in Hypothese 2.5., alle kognitiven Variablen bis auf das Arbeitsgedächtnis, durch die Programme verbessern. Entgegen den Befunden von Lachman et al. (2006) konnte sich das Arbeitsgedächtnis nicht durch das Krafttraining verbessern. Laut Colcombe und Kramer (2003) sollte ein kombiniertes Training besonders zur Förderung der exekutiven Funktionen beitragen. Dies kann leider nicht bestätigt werden. Smith et al. (2010) erwarten die größten Effekte für die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Auch dies konnte in der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden. Hier führten die Interventionsprogramme zu keiner spezifischen Wirkung auf die kognitiven Funktionen der Zielgruppe des späten Erwachsenenalters und die Hypothese 2.5. muss abgelehnt werden.

Nicht zuletzt ist zu erwähnen, dass die Analyse zu den Geschlechterunterschieden zeigt, dass sich die Frauen dieser Stichprobe in ihrer kognitiven Leistung nicht besser entwickelt haben als die Männer. Die Aussage von Colcombe und Kramer (2003), dass Frauen mehr von körperlichen Interventionen profitieren als Männer, trifft auf die hier untersuchte Stichprobe nicht zu. Somit muss Hypothese 2.6. ebenfalls abgelehnt werden. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die Geschlechter in dieser Studie

gleichmäßig verteilt waren und somit nicht, wie in den Analysen bei Colcombe und Kramer (2003) ein Frauenüberschuss in den einzelnen Gruppen bestand.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich, mit Ausnahme des Arbeitsgedächtnis, Leistungsverbesserungen in den kognitiven Funktionen verzeichnen lassen. Allerdings können diese Verbesserungen nicht den gezielten Interventionen zugeschrieben werden. Es ist daher anzunehmen, dass die Leistungssteigerungen durch Lern- und Testwiederholungseffekte verursacht wurden. Auch sollte der Frage des Einflusses von sozialer Interaktion auf die Entwicklung der kognitiven Funktionen in weiterführenden Studien verstärkt nachgegangen werden. Da in dieser Studie eine inaktive Kontrollgruppe fehlt und die gezielten Programme nicht zu stärkeren Verbesserungen geführt haben, ist es möglich, dass die soziale Interaktion für die Ergebnisse verantwortlich ist. Möglicherweise hätten sich signifikante Unterschiede zwischen den drei Gruppen im Vergleich zu einer inaktiven Kontrollgruppe finden lassen. In dieser Studie ließen sich Verbesserungen finden, deren Ursache jedoch nicht geklärt werden kann. In weiterführenden Studien sollten Interventionsprogramme gegen aktive und inaktive Kontrollgruppen getestet werden. So können externe Einflüsse und Gruppenprozesse ausgeschlossen werden. Dabei sollten die aktiven Kontrollgruppen nicht nur, wie derzeit schon vorhanden, Stretchingprogramme oder soziale Aktivitäten beinhalten, sondern verschiedene Trainingsinhalte überprüfen. Auch sollte in weiterführenden Studien geprüft werden, ob reines Kraft- und Ausdauertraining die größten Effekte erzielt oder ob es eher das gemischte Training ist, was die Leistungssteigerungen verursacht. Auch ist darüber nachzudenken, inwiefern koordinatives Training Leistungsverbesserungen erzielt. So können Voelcker-Rehage et al. (2011) positive Effekte auf die kognitiven Funktionen nach einem koordinativen Training nachweisen. Möglicherweise führte das Training der Kontrollgruppe zur Verbesserung der koordinativen Fähigkeiten der Teilnehmer und die Verbesserungen in den kognitiven Funktionen sind darauf zurückzuführen.

Großer Forschungsbedarf liegt im Bereich der Diagnostik. Da computergestützte Tests und Magnetresonanztomografie sehr teuer und zeitintensiv sind, sollten Paper- Pencil Tests entwickelt werden, die sich auch für die Zielgruppe der „fitten“ älteren Erwachsenen eignen. Zum einen sind viele vorhandene Testbatterien für klinische Settings konzipiert und zum anderen für

die Zielgruppe von 60 bis 90 Jahren oder ähnlichen Altersbereichen. Diese Altersspannen sind sehr weit gefasst. Hier liegen enorme Leistungsunterschiede zwischen 60- und 90-Jährigen vor, die in diesen Tests keine Berücksichtigung finden. So sind 60-Jährige in der Lage durchaus schwierigere Tests zu absolvieren als 90-Jährige. Hier sollten Tests entwickelt werden, die diese Unterschiede berücksichtigen oder in denen die Altersbereiche besser angepasst werden.

7.3 Analyse 3: Einfluss auf die körperliche Leistungsfähigkeit

In der Analyse 3 werden die Wirkungen der verschiedenen Bewegungsprogramme auf die körperliche Leistungsfähigkeit überprüft. Die abhängigen Variablen sind die Arm-, Bein- und Bauchkraft und die Ausdauerleistung. Die motorischen Tests konnten nicht von allen Teilnehmern zu allen drei Messzeitpunkten absolviert werden. Die Gründe dafür waren sehr vielschichtig und reichten von Krankheit, Verletzung bis hin zu anderen Terminen. Somit gehen in die Analyse 3 die Daten von 33 Teilnehmern ein (VG 1 n = 12, VG 2 n = 10, KG n = 11). Auch in Analyse 3 wird angenommen, dass ein gezieltes Krafttraining (VG 1) und ein gezieltes, kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining (VG 2) die körperliche Leistungsfähigkeit fördert (Hypothese 3). Es wird erwartet, dass das Krafttraining (VG 1) besonders die Arm-, Bein- und Bauchkraft fördert (Hypothese 3.1.) und das kombinierte Training (VG 2) die Kraftkomponenten und die Ausdauerleistung steigert (Hypothese 3.2.). In Hypothese 3.3. wird postuliert, dass die gezielten Programme effektiver sind als das ungerichtete Programm. Abschließend wird erwartet, dass die Leistungen der Versuchsgruppen zum zweiten (Hypothese 3.4.) und zum dritten (Hypothese 3.5.) Messzeitpunkt besser sind als die der Kontrollgruppe.

7.3.1 Ergebnisse

Zunächst zeigen die Diagramme (Abbildung 16), dass alle drei Gruppen in den Kraftvariablen zu Beginn der Studie über ein nahezu gleiches Ausgangsniveau verfügten (Armkraft: p = .22; Beinkraft: p = .09; Bauchkraft: p = .19). Das Diagramm zu den Mittelwerten der Armkraft visualisiert, dass sich alle drei Gruppen in ihrer Kraftleistung zum Posttest steigern konnten. Diesen Kraftzuwachs können sie bis zum dritten Messzeitpunkt halten, jedoch nicht weiter

verbessern. In der Beinkraft entwickeln sich alle drei Gruppen nahezu identisch. So können sie ihre Leistung zum Posttest steigern und zum Follow – up mindestens eine ähnlich gute Leistung erzielen. Die Werte zur Bauchkraft zeigen, dass sich zum Posttest zunächst alle drei Gruppen in ihrer Leistung steigern konnten. Zum Follow- up verliert die Kontrollgruppe wieder an Kraft, wohingegen die beiden Versuchsgruppen ihre Leistung nochmals steigern können.

Im Diagramm zur Ausdauerleistung (Abbildung 16) wird deutlich, dass alle Studienteilnehmer zum zweiten und dritten Messzeitpunkt die Walkingstrecke von 2 km schneller absolvieren konnten als zu Beginn der Studie. Allerdings muss hier der signifikante Unterschied in der Ausgangsleistung der VG 1 zur KG beachtet werden (p = .01). Hier war die VG 1 schon zu Beginn der Studie deutlich schneller als die KG. Die Tabelle C 4 mit den Mittelwerten und Standardabweichungen findet sich im Anhang C.

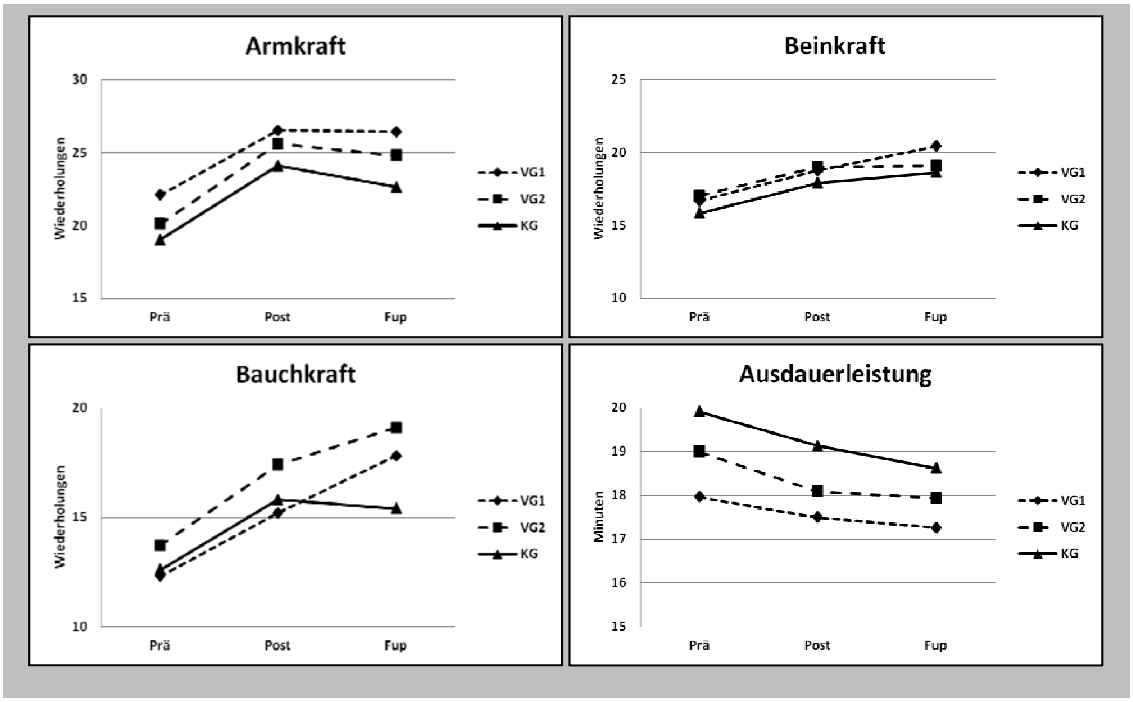


Abbildung 16: Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit über die drei Messzeitpunkte

Im Folgenden werden die Mittelwerte ebenfalls mittels Varianz- und Zusatzanalysen auf signifikante Unterschiede überprüft. Die Ergebnisse werden einzeln für die Kraft (Arm-, Bein- und Bauchkraft) und die Ausdauerleistung dargestellt.

Kraft

Die Analysen der Komponente Kraft umfassten jeweils eine Varianzanalyse für die Armkraft, Beinkraft und Bauchkraft. Für alle drei Kraftvariablen zeigen sich keine signifikanten Interaktionseffekte *GRUPPE*ZEIT* (Tabelle 12). Das gezielte Krafttraining und kombinierte Kraft- und Ausdauertraining führte zu keiner expliziten Leistungsverbesserung der Teilnehmer in den Versuchsgruppen im Vergleich zu denen der Kontrollgruppe. Die Hauptanalysen zeigen weiterhin für alle drei Variablen einen signifikanten Haupteffekt *ZEIT* (Tabelle 12). Diese Haupteffekte sind für die Armkraft (η^2 = 0.62), Beinkraft (η^2 = 0.55) und Bauchkraft (η^2 = 0.32) als groß zu bewerten. Die weiterführenden Kontrastanalysen belegen für alle drei Variablen kurzfristige (Prä – Post) als auch mittelfristige (Prä – Fup) Effekte. Das heißt entgegen den Erwartungen haben sich nicht nur die Teilnehmer der Versuchsgruppen in ihrer Kraftleistung vom ersten zum zweiten und vom ersten zum dritten Messzeitpunkt verbessert, sondern auch die Teilnehmer der Kontrollgruppe. Damit wiesen alle Teilnehmer zum Ende der Studie eine bessere Kraftleistung auf als zu Beginn der Interventionen. Die Ergebnisse der Analysen finden sich in Tabelle 12.

Ausdauer

Aus den deskriptiven Werten wird deutlich, dass für die Ausdauerleistung von nur 17 Personen die Daten über alle drei Messzeitpunkte vorliegen. Diese verteilen sich wie folgt auf die drei Gruppen: VG 1 n = 10, VG 2 n = 3 und KG n = 4. Mit dieser geringen Probandenzahl ist eine varianzanalytische Auswertung, auf Grund der geringen Zellengröße, nicht möglich. Leider kann dadurch keine Aussage zur Entwicklung der Ausdauerleistung getroffen werden.

Tabelle 12: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Variablen der körperlichen Leistungsfähigkeit

	F	***df***	df_{Fehler}	***p***	η^2
Armkraft					
Haupteffekt *ZEIT*	23.65	2	29	<.001*	0.62
Prä - Post	41.88	1	30	<.001*	0.58
Prä - Fup	31.85	1	30	<.001*	0.52
Post - Fup	1.10	1	30	.30	0.04
Haupteffekt *GRUPPE*	1.54	2	30	.23	0.09
Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT*	0.21	4	60	.93	0.01
Beinkraft					
Haupteffekt *ZEIT*	17.56	2	29	<.001*	0.55
Prä - Post	26.76	1	30	<.001*	0.47
Prä - Fup	29.48	1	30	<.001*	0.50
Post - Fup	3.31	1	30	.08	0.09
Haupteffekt *GRUPPE*	0.32	2	30	.73	0.02
Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT*	0.53	4	60	.72	0.03
Bauchkraft					
Haupteffekt *ZEIT*	6.12	2	26	.01*	0.32
Prä - Post	7.49	1	27	.01*	0.22
Prä - Fup	12.67	1	27	.01*	0.32
Post - Fup	2.10	1	27	.16	0.07
Haupteffekt *GRUPPE*	0.22	2	27	.81	0.02
Interaktionseffekt *GRUPPE*ZEIT*	0.53	4	54	.72	0.04

*Anmerkung: * p = <.05*

Die Analysen zur körperlichen Leistungsfähigkeit zeigen für die Variablen der Kraft eine Leistungsverbesserung von allen Studienteilnehmern. Generell haben somit die gezielten Programme Krafttraining und kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining zu einer Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit im Bereich der Kraft geführt. Die Hypothese 3 kann für die Kraft bestätigt werden.

Für die Ausdauerleistung kann auf Grund eines hohen Stichprobenausfalls keine Analyse durchgeführt und somit auch keine Aussage getroffen werden. Weiterhin finden sich keine bedeutenden Leistungsverbesserungen der Versuchsgruppen im Vergleich zu der Kontrollgruppe. Die Hypothesen 3.1. bis 3.5. sind damit abzulehnen.

7.3.2 Diskussion

In der Analyse 3 wurden die gezielten Interventionsprogramme Krafttraining und kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining bezüglich ihrer Wirksamkeit auf die körperliche Leistungsfähigkeit, im Vergleich zu einer Kontrollgruppe, die ein ungerichtetes Programm erhielt, untersucht. Die abhängigen Variablen bildeten die Kraft, mit den Variablen Arm-, Bein- und Bauchkraft und die Ausdauerleistungsfähigkeit. Es wurde erwartet, dass das Krafttraining die Kraft in allen drei Variablen fördert. Weiterhin wurde angenommen, dass das kombinierte Training die Kraft- und Ausdauerleistung fördert. Abschließend wurde postuliert, dass die beiden gezielten Interventionsprogramme effektiver sind, als das ungerichtete Programm der Kontrollgruppe.

Zunächst muss erwähnt werden, dass auf Grund einer hohen Ausfallquote, für die Ausdauerleistungsfähigkeit keine Ergebnisse vorliegen und somit keine Aussagen zur Leistungsentwicklung der Teilnehmer gemacht werden können. Die Gründe für den großen Stichprobenausfall beim Walkingtest können nur vermutet werden. Bei der wiederholten Durchführung der motorischen Tests entstand der Eindruck, dass die Studienteilnehmer den Walkingtest meiden wollten und überwiegend gesundheitliche Gründe anführten. Nach absolvieren der Krafttests wurden plötzlich gesundheitliche Einschränkungen (schlecht Luft bekommen, Kreislaufbeschwerden) angeführt oder Termine vorgeschoben, so dass einige Teilnehmer den Walkingtest nicht absolvierten. Da die Gesundheit der Teilnehmer oberste Priorität hatte und von der Studienleitung nicht eingeschätzt werden konnte, inwiefern wirklich gesundheitliche Einschränkungen bestanden, wurden die Teilnehmer in diesen Fällen vom Walkingtest befreit. Des Weiteren hatten zwei Teilnehmerinnen ihre Sportschuhe vergessen und konnten somit den Walkingtest nicht absolvieren. Warum der Test von den Teilnehmern so ungern durchgeführt wurde, kann nur vermutet werden. Eventuell war er ihnen zu anstrengend oder zu lang

andauernd oder auch beides. Eigentlich handelt es sich um einen im gesundheitsorientierten Sport sehr häufig eingesetzten und bewährten Test (Bös, 2003).

Für die Kraft zeigen die Ergebnisse für alle drei Kraftvariablen einen signifikanten Haupteffekt *ZEIT*. Dieser ist für die Armkraft mit $\eta^2 = 0.62$, für die Beinkraft mit $\eta^2 = 0.55$ und für die Bauchkraft mit $\eta^2 = 0.32$ als großer Effekt zu klassifizieren. Der Forschungsstand belegt, dass durch regelmäßiges Krafttraining Kraftzuwächse verzeichnet werden können (Boeckh- Behrens & Buskies, 2005; Sorace, 2007; Steib et al., 2010, Hunter et al., 2004; Latham et al., 2004). Dies kann auch die vorliegende Studie bestätigen. Ähnlich wie bei Latham et al. (2004) können die Teilnehmer der Krafttrainingsintervention nach einem Gerätetraining Leistungssteigerungen verzeichnen. Auch haben sich die Teilnehmer des kombinierten Kraft- und Ausdauertrainings in ihrer Kraftleistung verbessern können. Dieses Ergebnis deckt sich mit einigen im Kapitel drei vorgestellten Studien (Izquierdo et al., 2004; King et al., 2000; Cress et al., 1999). Allerdings konnten in dieser Arbeit auch die Teilnehmer des ungerichteten, gemischten Programms ihre Kraftleistung steigern. So kann ein gemischtes und ungerichtetes Programm vielleicht die Kraftleistung ebenso gut fördern. Womöglich können mit sehr wenigen und in geringer Intensität durchgeführten Kräftigungsübungen, wie in dem ungerichteten Programm durchgeführt, Leistungssteigerungen erzielt werden.

Die weiterführenden Kontrastanalysen weisen für alle drei Kraftvariablen eine Leistungsverbesserung der Teilnehmer vom Prätest zum Posttest und vom Prätest zum Follow – up auf. Damit zeigen die Ergebnisse, dass sich alle Studienteilnehmer sowohl kurz- als auch mittelfristig in ihrer Kraftleistung verbessern konnten. Die Leistungsverbesserungen zum Follow – up können nicht durch die Interventionen verursacht sein, da in den letzten drei Monaten vor dem Follow – up keinerlei Interventionen durchgeführt wurden. Aus den Angaben zum Aktivitätsverhalten zum dritten Messzeitpunkt geht hervor, dass 82.4% der Studienteilnehmer auch nach Beendigung der Interventionsprogramme moderat bis sportlich aktiv waren. Dies sind 13% mehr als zu Beginn der Studie. Damit ist anzunehmen, dass die Leistungsverbesserungen auf das eigenständige Üben zurückzuführen sind.

Wie schon in den vorhergehenden Diskussionen angemerkt, muss auch hier beachtet werden, dass die Leistungsverbesserungen, durch die fehlende

inaktive Kontrollgruppe und die ausgebliebenen Interaktionseffekte nicht eindeutig auf die Interventionen zurückgeführt werden können. Auch hier sind die Ergebnisse wahrscheinlich auf Testwiederholungseffekte oder die untersuchte Stichprobe zurückzuführen.

So lassen sich die großen Effekte vermutlich auf die noch relativ junge Stichprobe zurückführen. Bekanntlich nimmt die Trainierbarkeit mit zunehmendem Alter ab und die Trainingseffekte werden kleiner (Schubert & Bös, 1996). Da die untersuchte Stichprobe im Durchschnitt 67 Jahre alt war, handelte es sich um eine eher junge Stichprobe.

Die Verbesserungen in allen drei Gruppen unterstützen die Annahme, dass die Messinstrumente für die Effekte verantwortlich sind. Zum Walkingtest muss nichts mehr erläutert werden. Die Krafttests wurden dem Senior Fitnesstest (SFT) und dem Karlsruher gesundheitsorientierten Fitnesstest (KGFT) entnommen. Für den Bauchkrafttest aus dem KGFT lagen keine Erfahrungen vor. Die Tests aus dem SFT wurden in einer Pilotstudie getestet und dort erfolgreich für diese Zielgruppe eingesetzt (Illig & Pfeffer, 2010). Daher wurden die Tests auch in dieser Arbeit verwendet. Weiterhin waren sie sehr ökonomisch. Die Ergebnisse sprechen nicht für die ausgewählten Tests. Wahrscheinlich handelt es sich bei den hier vorliegenden Ergebnissen um reine Testwiederholungseffekte. Auch wenn die Testübungen nicht in den Trainingsübungen vorkamen, so sprechen Jones et al. (1994) auch im Bereich der motorischen Tests von Übungseffekten. So waren die Teilnehmer mit den Tests zum zweiten und dritten Messzeitpunkt vertraut und eventuell weniger ängstlich. Analyse 1 zeigt, dass die Teilnehmer im Verlauf der Studie ihre Angst reduzieren konnten. Tsutsumi et al. (1997) und auch Lehr (2000) führen an, dass eine Vertrautheit mit den Tests zu einer besseren Leistung führt. Außerdem werden auch motorische Feldtests von motivationalen Faktoren beeinflusst (ACSM, 2006). So ist es nicht auszuschließen, dass die Studienteilnehmer zum zweiten und dritten Messzeitpunkt stärker motiviert waren und dadurch die besseren Leistungen erzielten. Auch wenn für die gewählte Zielgruppe Maximalkrafttests, auf Grund des erhöhten gesundheitlichen Risikos, nicht zu empfehlen sind, so finden sich Studien, in denen das one repetition maximum (1RM) als Krafttest bei dieser Zielgruppe eingesetzt wurde (Brandon et al., 2004; Vincent et al., 2002; Kalapotharakos et al., 2004; Pyka et al., 1994). Womöglich ist das 1 RM ein besserer Indikator für die Kraft als die

verwendeten Feldtests. Es ist vorstellbar, dass bei einer so aktiven und gesunden Stichprobe wie in dieser Studie die Anwendung des 1 RM zu keinen gesundheitlichen Problemen geführt hätte.

Des Weiteren zeigen die Ergebnisse für die Kraft, mit den Variablen Arm-, Bein- und Bauchkraft, nicht die erwarteten Interaktionseffekte *GRUPPE*ZEIT*. Damit konnten sich die beiden Versuchsgruppen nicht entscheidend besser in ihrer Kraftleistung entwickeln als die Kontrollgruppe. Die aufgestellten Hypothesen 3.1. bis 3.5. müssen abgelehnt werden.

Das Fehlen einer inaktiven Kontrollgruppe wurde schon kritisch angemerkt. Es ist möglich, dass die Effekte im Vergleich zu einer aktiven Kontrollgruppe nicht abgebildet werden können. Im Forschungsstand finden sich viele Studien, die ihre Krafttrainingsprogramme gegen inaktive Kontrollgruppen getestet haben (Pyka et al. (1994); Utton & Sreekmaran Nair, 1996; Jones et al., 1994). Womöglich hätten sich Unterschiede im Vergleich zu einer inaktiven Kontrollgruppe finden lassen. In einer vorausgehenden Pilotstudie, mit einer inaktiven Kontrollgruppe, ließen sich signifikante Veränderungen in der Kraft zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe finden (Illig & Pfeffer, 2010). Somit ist fraglich, inwiefern Effekte im Vergleich zu aktiven Kontrollgruppen abgebildet werden können.

Neben der Frage um die richtige Art der Kontrollgruppe muss die Stichprobengröße diskutiert werden. So konnten durch Krankheit, Verletzungen, Termine und Testabbrüche nur 33 vollständige Datensätzen in die Analysen einbezogen werden. Die zu Beginn durchgeführten Berechnungen zur optimalen Stichprobengröße belegen, dass mit dieser sehr kleinen Stichprobe keine Interaktionseffekte nachweisbar sind.

Abgesehen von der kleinen Stichprobe bleibt dennoch die Frage, warum sich die beiden Versuchsgruppen, welche dreimal in der Woche, mit moderater Intensität trainierten und gezieltes Krafttraining absolviert haben, nicht deutlich besser in ihrer Kraftleistung entwickelt haben, als die Kontrollgruppe. Diese trainierte nur einmal in der Woche mit geringer Intensität und auch ungerichtet, dass heißt, ohne speziell die Muskelkraft zu trainieren. Schon allein durch den erhöhten Trainingsumfang von drei Einheiten und die erhöhte Intensität hätten sich die Versuchsgruppen deutlicher verbessern müssen. Für dieses Ergebnis ist es schwer Erklärungen zu finden.

Auch wenn die Belastungsparameter in Anlehnung an die Empfehlungen des ACSM (2006, 2007a, 2007b) und den Forschungsstand (Latham et al., 2004) gewählt wurden, so sollen sie dennoch kurz diskutiert werden. Das ACSM (2006, 2007a, 2007b) empfiehlt für die Zielgruppe der über 60-Jährigen eine moderate Trainingsintensität. Geithner und McKenney (2010) dagegen belegen, dass in den meisten Studien mit einer hohen Intensität trainiert wurde und dies effektiver ist, als eine geringere Intensität. Kalapotharakos et al. (2004) verglichen ein Krafttraining mit moderater Intensität mit einem Training mit hoher Intensität. Die Ergebnisse zeigen für beide Intensitäten Leistungssteigerungen, jedoch für die hohe Intensität stärkere Effekte. Tsutsumi et al. (1997) können dies nicht bestätigen. Auch sie führten ein Training mit moderater und hoher Intensität durch. Die Ergebnisse zeigen Leistungssteigerungen für beide Intensitäten, jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Intensitäten. Somit muss die moderate Intensität nicht unbedingt die Ursache für die ausgebliebenen Effekte sein. Allerdings zeigt die Stichprobenbeschreibung, dass es sich bei den Studienteilnehmern nicht, wie gefordert, um inaktive Senioren handelte, sondern um moderat bis sportlich aktive Personen. Ein Vergleich mit bestehenden Normen ist nur für die Arm- und Beinkraft möglich und hier auch nur bedingt. Da der SFT ein amerikanischer Test ist, sind die Normen mit amerikanischen Gewichten und Amerikanern erhoben worden. Somit ist die folgende Interpretation nur bedingt zu verwenden. Wird die hier untersuchte Stichprobe mit den vorliegenden Normen verglichen, so zeigt sich, dass die Teilnehmer sich im oberen Bereich der Norm befanden und über eine gute körperliche Leistung zu Beginn der Studie verfügten. Damit war die Trainingsintensität für diese Stichprobe wahrscheinlich zu gering. Bei einer solch aktiven Stichprobe hätte durchaus mit hoher Intensität trainiert werden können.

Weiterhin muss die Belastungssteuerung mittels der Karvonen - Formel und der BORG Skala hinterfragt werden. Möglicherweise konnte die Intensität so nicht wie gewünscht gesteuert werden. Die Belastungssteuerung mittels der Karvonen - Formel wurde für das Ausdauertraining entwickelt und findet im Krafttraining in der Regel keine Anwendung. Da die Trainingsherzfrequenzen für die Teilnehmer des kombinierten Trainings mittels dieser Formel berechnet wurden, um das Ausdauertraining zu steuern, wurde dies auch für die Teilnehmer des Krafttrainings gemacht. Auch wenn es sich um keine gängige

Methode im Krafttraining handelte, so dienten die errechneten Herzfrequenzbereiche als Orientierung. Parallel dazu wurde die Belastungssteuerung zusätzlich mittels der BORG Skala durchgeführt. Dies ist im gesundheitsorientierten Krafttraining eine gängige Methode (Boeckh-Behrens & Buskies, 2005). Allerdings besteht hier die Gefahr der sozialen Erwünschtheit. Hier ist nicht abzuschätzen, ob die subjektiven Einschätzungen der Teilnehmer ihrer wirklichen Belastung entsprachen oder ob sie die BORG Werte so angaben, wie es von ihnen erwartet wurde.

Des Weiteren können auch die eingesetzten Geräte der Firma Gym 80 die Ursache für die ausgebliebenen Effekte sein. So wird der Widerstand der Geräte dort mittels Hydraulik gesteuert und kann in den Stufen 1 bis 6 eingestellt werden. Hier erreichten viele der Teilnehmer in den Versuchsgruppen nach ca. 9 Wochen die Stufe 6. Möglicherweise hätten sie sich noch weiter entwickeln können, waren aber durch die Geräte in den ihnen zur Verfügung stehenden Widerständen beschränkt. In weiterführenden Studien sollte genau überlegt werden, ob diese Form der Geräte eingesetzt wird oder doch eher normale Großgeräte mit Gewichtsscheiben. Diese ermöglichen in der Regel eine, dem Leistungszustand, angepasste Belastungseinstellung und sind in ihrer Dosierung nicht nach oben beschränkt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich alle Studienteilnehmer in ihrer Kraftleistung verbessern konnten. Die Frage, warum ein dreimaliges, moderates Training nicht deutlich effektiver war, als ein einmaliges, gering intensives Training kann nicht beantwortet werden. Es ist anzunehmen, dass die Messinstrumente die Entwicklungen nicht richtig abbilden und es sich um Testwiederholungseffekte handelt. In weiteren Studien sollten körperliche Interventionen im Vergleich zu aktiven Kontrollgruppen durchgeführt werden, um zu ermitteln wie groß die Leistungsunterschiede und die Effekte wirklich sind. Weiterhin sollten Messinstrumente für die Zielgruppe der 60-Jährigen und älter entwickelt werden, die kein gesundheitliches Risiko darstellen und dennoch die Leistungsfähigkeit auch bei wiederholten Messungen klar abbilden.

7.4 Bereichsübergreifende Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden ein gezieltes Krafttraining und kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining auf ihre Effekte in den Bereichen der psychischen Gesundheit, den kognitiven Funktionen und der körperlichen Leistungsfähigkeit überprüft. Als Vergleich diente eine aktive Kontrollgruppe, die ein ungerichtetes Programm absolvierte. Aus dem Forschungsstand geht hervor, dass die Angst und Depressivität, als Indikatoren der psychischen Gesundheit, durch Krafttrainingsprogramme und vor allem durch kombinierte Kraft- und Ausdauerprogramme gefördert werden können (Arent et al., 2000; Wipfli et al., 2008; Cassilhas et al., 2007). Auch die kognitiven Funktionen mit den Variablen, Kurz- und Arbeitsgedächtnis, Wortflüssigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und exekutive Funktionen können durch kombinierte Kraft- und Ausdauerprogramme gefördert werden (Colcombe & Kramer, 2003; Smith et al., 2010). Zu den Effekten von Krafttrainingsinterventionen finden sich derzeit widersprüchliche Ergebnisse (Liu-Ambrose et al., 2010; Tsutsumi et al., 1997). Auch die körperliche Leistungsfähigkeit kann durch Krafttrainingsinterventionen und kombinierten Kraft- und Ausdauerinterventionen gefördert werden (Sirace, 2007; Hunter et al., 2004; Steib et al., 2010). Als abhängige Variablen der körperlichen Leistungsfähigkeit dienten die Kraft- und Ausdauerleistung. Die Ergebnisse zeigen für keine der untersuchten Variablen die erwarteten Interaktionseffekte *GRUPPE*ZEIT*. Somit konnten die gezielten Interventionsprogramme (Krafttraining, kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining) die Leistungen der Teilnehmer nicht entscheidend verbessern und der Forschungsstand nicht dahin gehend gestützt werden, dass das kombinierte Training am effektivsten ist. Dennoch zeigten sich, abgesehen von der Depressivität und dem Arbeitsgedächtnis, signifikante Haupteffekte *ZEIT*. Diese können zum einen auf die vermuteten Testwiederholungseffekte zurückzuführen sein oder zum anderen auf die positiven Wirkungen von körperlicher Aktivität im Allgemeinen. Letzteres kann allerdings auf Grund der fehlenden inaktiven Kontrollgruppe nicht eindeutig bestätigt werden. Die fehlende inaktive Kontrollgruppe im Design der Studie muss kritisch angemerkt werden. In zukünftigen Studien sollten neben aktiven Kontrollgruppen auch inaktive geplant werden. So können die Ergebnisse eindeutig auf die Interventionen zurückgeführt werden und auch der Einfluss sozialer Interaktion

genauer betrachtet werden. Einige Gründe für die ausgebliebenen Effekte wurden in den bereichsspezifischen Diskussionen für die einzelnen Variablen erläutert. Im Folgenden werden bereichsübergreifende Gründe angeführt.

In den drei einzelnen Diskussionen wurde deutlich, dass es sich um eine sehr aktive und gesunde Stichprobe handelte und nicht wie gefordert, um inaktive Senioren. Dies ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Rekrutierung der Probanden zurückzuführen. So wurden diese über Zeitungsannoncen und Flyer geworben. Diese Form der Rekrutierung impliziert, dass sich überwiegend aktive, engagierte und interessierte Personen melden. Die gewünschte inaktive Zielgruppe ist über Zeitungen eher schwer anzusprechen. Es wurde versucht, über die Vermittlung von Ärzten und Senioreneinrichtungen der Stadt Leipzig die gewünschte Zielgruppe zu bekommen. Hier wurde auch Unterstützung zugesagt. Allerdings konnten über diese Kontaktstellen nur sehr wenige Personen rekrutiert werden, so dass auf die Werbung in Zeitungen zurückgegriffen werden musste, um die Studie zu realisieren.

Zu der untersuchten Stichprobe muss weiterhin angemerkt werden, dass sich zu Beginn der Studie in den drei Gruppen signifikante Altersunterschiede finden ließen. Weiterführende Tests zeigten, dass die kombinierte Kraft- und Ausdauergruppe deutlich jünger war als die Kontrollgruppe. So ist diese im Schnitt 66 Jahre alt und die Kontrollgruppe 69 Jahre alt. Auf Grund ihres jüngeren Alters und der Tatsache, dass in jüngeren Jahren größere Effekte verzeichnet werden können, hätte sich die kombinierte Gruppe deutlich besser durch die Interventionen entwickeln müssen (Schubert & Bös, 1996). Abgesehen davon, dass diese Gruppe zusätzlich das angeblich effektivste Training absolvierte. Dieses Ergebnis blieb jedoch für alle drei untersuchten Bereiche aus. Auch wenn das Alter der Teilnehmer als Kovariate in die Analysen eingebracht wird, zeigen sich keine anderen Ergebnisse. Aus den theoretischen Ausführungen zu Beginn der Arbeit wird deutlich, dass im Alter eine hohe Variabilität besteht und dass das kalendarische Alter nichts über die Gesundheit und kognitive sowie körperliche Leistungsfähigkeit aussagt (Lehr, 200b; Martin & Kliegel, 2010). Diese Aussage kann auch die hier untersuchte Stichprobe bestätigen. So haben sich die Teilnehmer dieser Studie auch nur in ihrem kalendarischen Alter unterschieden. In ihrer kognitiven und körperlichen Leistungsfähigkeit und auch in der psychischen Gesundheit ließen sich keine Unterschiede finden. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die

bestehenden Altersunterschiede zu Beginn der Studie vernachlässigt werden können.

Des Weiteren soll das gängige Argument der regelmäßigen Anwesenheit aufgegriffen werden. Da in die Analysen nur die Teilnehmer eingingen, die zu 75% an den Programmen teilgenommen haben, ist eine unzureichende Anwesenheit und Trainingsteilnahme als Grund für die ausgebliebenen Effekte auszuschließen.

Die Dropout Analyse zeigt, dass die Teilnehmer ausgeschieden sind bzw. abgebrochen haben, die in den Variablen Kurzzeitgedächtnis, Wortflüssigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, Armkraft und Ausdauerleistung schlechter waren als die dabei gebliebenen Studienteilnehmer. Somit sind die Teilnehmer, die womöglich wirklich hätten von den Programmen profitieren können, frühzeitig ausgeschieden. Die verbliebenen Studienteilnehmer waren die, die schon zu Beginn keinerlei Defizite aufwiesen und somit mit einer guten Ausgangsleistung in die Programme starteten. Bei diesen Personen war es sehr schwer das gute Ausgangsniveau noch zu verbessern. Die ausgeschiedenen Studienteilnehmer wären die gewünschte Zielgruppe gewesen.

Abschließend soll erwähnt werden, dass in zukünftigen Studien die Programme so gestaltet werden sollten, dass eine bessere individuelle Gestaltung der Übungen und Intensitäten möglich ist. In der vorliegenden Studie wurden Gruppentrainings durchgeführt, in denen individuelle Anliegen, so gut es ging, berücksichtigt wurden, jedoch durch das Zirkeltraining nur bedingt Anpassungen in den Übungen und Intensitäten erfolgen konnten. Aus den theoretischen Ausführungen geht hervor, dass auf Grund der interindividuellen Variabilität zwei gleichaltrige Menschen in ihrer körperlichen Leistung stark variieren können (Lehr, 2000b). Auf diese individuellen Unterschiede sollte zukünftig mehr eingegangen werden. Eventuell kann ein freies Training mit individuellen Trainingsplänen deutlichere Leistungszuwächse verzeichnen.

8 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Studie wurde das Thema körperliche Aktivität im Alter aufgegriffen und näher betrachtet. Durch die steigende Lebenserwartung nimmt die Zahl der älteren und alten Menschen in unserer Gesellschaft stetig zu. Das Thema Alter und Altern gewinnt somit verstärkt an Bedeutung. Altern setzt sich aus multidirektionalen und multidimensionalen Veränderungen zusammen. Zu den multidimensionalen Veränderungen zählen biologisch- physiologische, psychologische und soziale Veränderungen. So kommt es mit zunehmendem Alter zu gesundheitlichen Beschwerden, psychischen Beeinträchtigungen und Leistungsverlusten in den kognitiven Funktionen und der körperlichen Leistungsfähigkeit. Der bisherige Kenntnisstand zeigt, dass die psychische Gesundheit mit den Indikatoren Angst und Depressivität im Alter beeinträchtigt sein kann. Außerdem lassen sich für die kognitiven Funktionen, wie die Gedächtnisleistung und die exekutiven Funktionen, sowie für die körperliche Leistungsfähigkeit, mit den Komponenten Kraft, Ausdauer, Koordination und Beweglichkeit, Veränderungen und Abbauprozesse verzeichnen. Dabei ist der Alternsprozess nicht nur von Abbauprozessen bestimmt, sondern durch eine Vielzahl an Einflussfaktoren und Entwicklungsmöglichkeiten geprägt. Altern ist ein dynamischer und bio-psycho-sozialer Prozess, der durch endogene und exogene Faktoren beeinflusst wird (WHO, 1998). Ein positiver Einflussfaktor ist die regelmäßige körperliche Aktivität. Durch gezielte, körperliche Interventionen können Fähigkeiten wiedergewonnen sowie die Gesundheit und das Wohlbefinden aufrechterhalten und gefördert werden.

In dieser Studie wurden in einem randomisierten, kontrollierten Design, gezielte körperliche Interventionen, ein Krafttraining und ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining, auf ihre Wirksamkeit in den Bereichen der psychischen Gesundheit, kognitiven Funktionen und körperlichen Leistungsfähigkeit untersucht. Als Vergleich diente eine Kontrollgruppe, die ein ungerichtetes Trainingsprogramm absolvierte. Es sollte die Frage beantwortet werden, wie effektiv ein Krafttraining und ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining zur Förderung der genannten Bereiche ist. Weiterhin sollte die Frage beantwortet werden, ob das kombinierte Training effektiver ist als das reine Krafttraining.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich alle Studienteilnehmer, mit Ausnahme der Depressivität und des Arbeitsgedächtnisses, in ihrer körperlichen und

kognitiven Leistung verbessern und auch ihre Angst reduzieren konnten. Weiterhin zeigen sich keine Unterschiede in der Wirkung der Interventionsprogramme. Die beiden gezielten Interventionsprogramme, Krafttraining und kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining, erwiesen sich nicht als entscheidend effektiver als ungerichtetes Training. Es ist davon auszugehen, dass die Verbesserungen auf Testwiederholungseffekte und soziale Interaktion zurückzuführen sind und nicht wie erwartet auf die körperliche Aktivität. Die aufgestellten Fragen können somit nicht beantwortet und die Erkenntnisse des Forschungsstandes weder bestätigt, noch wiederlegt werden. Die Gründe für das Ausbleiben der Effekte wurden umfassend diskutiert.

In weiterführenden Studien sollten die Messinstrumente gut gewählt werden. Wenn möglich sollten auch verstärkt bildgebende Verfahren eingesetzt werden, um die Wirkmechanismen zu untersuchen und die neurophysiologischen Veränderungen und Ursachen zu klären. Auch sollten spezielle, vielleicht schon präklinische, Zielgruppen untersucht werden. So sind größere Effekte bei Älteren mit depressiven Symptomen oder leichten kognitiven Beeinträchtigungen zu erwarten. Bezüglich der Trainingsinhalte weist die Studie von Voelcker-Rehage et al. (2011) darauf hin, dass auch koordinatives Training zur Verbesserung der kognitiven Funktionen im Alter beitragen kann. Möglicherweise sollte dieser Ansatz weiterverfolgt werden und gegen Kraft- und kombinierte Programme getestet werden.

Mit den gewonnenen Ergebnissen kann die aufgestellte Fragestellung nicht beantwortet werden. Allerdings hat die Studie dazu beigetragen, die körperliche Aktivität der Studienteilnehmer zu erhöhen und wie die Ergebnisse zeigen, auch langfristig zu erhalten. Auch wenn diese Tatsache nicht das Ziel der Studie war, so ist es doch als sehr gut zu bewerten. Schließlich ist es von enormer Bedeutung, dass die Menschen auch im höheren Alter körperlich aktiv sind, um ihre Gesundheit, Vitalität sowie ihre körperliche und kognitive Leistungsfähigkeit langfristig zu erhalten. In weiterführenden Studien sollte der Frage nach der effektivsten Trainingsform im Alter weiter nachgegangen werden. Auch sollten Variablen wie Wohlbefinden und Lebensqualität, als zwei der wichtigsten Komponenten im Alter, aufgegriffen und in Studien mit körperlichen Interventionen untersucht werden.

9 Literaturverzeichnis

Abu-Omar, K., Rütten, A. & Lehtinen, V. (2004). Mental health and physical activity in the european union. *Sozial- und Präventivmedizin*, 49, 301-309.

Ades, P. A., Ballor, D. L., Ashikaga, T., Utton, J.L. & Sreekumaran Nair, K. (1996). Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. *Annals of Internal Medicine*, 124, 6, 568-572.

ACSM (2006). ACSM`s Guidelines for exercise testing and prescription. (seventh edition). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

ACSM (2007a). Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 1423-1434.

ACSM (2007b). Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 1435-1445.

Alfermann, D. & Stoll, O. (2010). Kurz- und langfristige Effekte von Bewegung und Sport auf psychische Gesundheit. In: Stoll, O., Pfeffer, I. & Alfermann, D. *Lehrbuch Sportpsychologie (S. 297-327)*. Bern: Huber.

Alfermann, D. & Strauß, B. (2001). Soziale Prozesse im Sport. In H. Gabler, J. Nitsch & R. Singer (Hrsg.), *Einführung in die Sportpsychologie. Teil 2: Anwendungsfelder* (S. 73–108). Schorndorf: Hofmann.

Allmer, H. (2005). Physical activity and cognitive functioning in aging. *Journal of Public Health,* 13 (4). 185-188.

Angevaren, M., Aufdemkampe, G., Verhaar, H. J. J., Aleman, A. & Vanhees, L. (2008). Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *Issue 3*.

Arent, S.M., Landers, D.M. & Etnier, J.L. (2000). The effects of exercise on mood in older adults: a meta-analytic review. *Journal of Aging and Physical Activity*, 8, 407-430.

Arent, S.M., Rogers, T.J. & Landers, D.M. (2001). Mental health and physical activity. *Sportwissenschaft*, 31, 239-254.

Baltes, P.B. & Baltes, M.M. (1990). *Successful Aging: Perspectives from the behavioral sciences.* Cambridge: University Press.

Baltes, M., Kohli, M. & Sames, K. (Hrsg.), (1989). *Erfolgreiches Altern Bedingungen und Variationen.* Bern: Huber.

Barnes, D., Yaffe, K., Satariano, W. & Tager, I. (2003). A longitudinal study of cardiorespiratory fitness and cognitive function in healthy older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51 (4), 459-465.

Bengtson, V., Silverstein, M., Putney, N. & Gans, D. (2009). (Hrsg.) *Handbook of Theories of Aging.* New York: Springer.

Berg, A. & König, D. (2006). Körperliche Belastung und Adaptation. In Bös, K. & Brehm, W. (Hrsg.), *Handbuch Gesundheitssport* (2., neu bearb. Aufl.) (S. 69-81). Schorndorf: Hofmann.

Blumenthal, J.A., Emery, Ch.F., Madden, D.J., Schniebolk, S., Walsh-Riddle, M., George, L.K., McKee, D.C., Higginbotham, M.B., Cobb, F.R. & Coleman, R.E. (1991). Long-term effects of exercise on psychological functioning in older men and women. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 46, 352-361.

Boeckh-Behrens, W.-U. & Buskies, W. (2005). *Fitness-Krafttraining. Die besten Übungen und Methoden für Sport und Gesundheit.* Hamburg: Rowohlt.

Borella, E., Carretti, B. & De Beni, R. (2008). Working memory and inhibition across the adult lifespan. *Acta Psychologica, 128*, 33-44.

Borst, St., de Hoyos, D.V., Garzarella, L., Vincent, K., Pollock, B.H., Lowenthal, D.T. & Pollock, M.L. (2001). Effects of resistance training on insulin-like growth factor-1 and IGF binding proteins. Medicine and Science in Sports and Exercise, 33/4, 648-653.

Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. (5. überarbeitete Aufl.). Berlin: Springer.

Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler.* Heidelberg: Springer.

Bös, K. (2003). Der 2-km-Walking-Test. Alters- und geschlechtsspezifische Normwerte. *Gesundheitssport und Sporttherapie*, 19, 201-207.

Bosworth, H.B., Schaie, K.W. & Willis, S.L. (1999). Cognitive and sociodemographic risk factors for mortality in the seattle longitudinal study. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 54B, (5), 273-282.

Bouchard, C., Shepard, R.J., & Stephens, Th. (1993). *Physical Activity, Fitness and Health. Consensus Statement*. Champaign: Human Kinetics.

Boutcher, St. (2000). Cognitive performance, fitness and ageing. In Biddle, St., Fox, K. & Boutcher, St. (Edt.), *Physical Activity and Psychological Well-Being* (S.118-129). London & New York: Routledge.

Brandon, L.J., Boyette, L.W., Lloyd, A. & Gaasch, D.A. (2004). Resistive training and long-term function in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 11, 10-28.

Brehm, W., Janke, A., Sygusch, R. & Wagner, P. (2006). *Gesund durch Gesundheitssport. Zielgruppenorientierte Konzeption, Durchführung und Evaluation von Gesundheitssportprogrammen.* Weinheim/ München: Juventa.

Buchner, A. (2003). Funktionen und Modelle des Gedächtnistrainings. In Karnath, H.O. & Thier, P. (Hrsg.), *Neuropsychologie* (S. 453-465). Heidelberg: Springer.

Bühl, A. (2010). *PASW 18. Einführung in die moderne Datenanalyse* (12. aktualisierte Aufl.). München: Pearson Studium.

Bühl, A. & Zöfel, P. (2002). *SPSS 11. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows.* (8. Überarbeitete Aufl.). München: Pearson Studium.

Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (Hrsg.). (2010). *Eine neue Kultur des Alterns. Altersbilder in der Gesellschaft. Erkenntnisse und Empfehlungen des Sechsten Altenberichts.*

Bundesministerium für Gesundheit (Hrsg.). (2001). *Gesundheitsbericht für die Bundesrepublik Deutschland.* Berlin Robert Koch Institut.

Cancela Carral, J.M. & Ayàn Pèrez, C. (2007). Effects of high-intensity combined training on women over 65. *Gerontology*, 53, 340-346.

Cassilhas, R., Viana, V., Grassmann, V., Santos, R., Tufik, S. & Mello, M. (2007). The impact of resitance exercise on the cognitive function of the elderly. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, DOI:10.1249, 1401-1407.

Chodzko-Zajko, W.J. (1991). Physical fitness, cognitive performance and aging. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23 (7), 868-872.

Chodzko-Zajko, W.J., Proctor, D.N., Fiatrone Singh, M.A., Minson, Ch., Nigg, C.R., Salem, G.J. & Skinner, J.S. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1510-1529.

Churchill, J.D., Galvez, R., Colcombe, St., Swain, R.A., Kramer, A.F. & Greenough, W.T. (2002). Exercise, experience and the aging brain. *Neurobiology of Aging*, 23, 941-955.

Colcombe, St., Erickson, K.I., Scalf, P.E., Kim, J.S., Prakash, R., Mc Auley, E., Elavsky, St., Marquez, D.X., Hu, L. & Kramer, A.F. (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *Journal of Gerontology, Medical Sciences*, 61A, (11), 1166-1170.

Colcombe, St. & Kramer, A. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A Meta- Analytic Study. *Psychological Science*, 14 (2), 125-130.

Colcombe, St., Kramer, A., Erickson, K. Calf, P., Mc Auley, E., Cohen, N.J., Webb, A., Jerome, G.J., Marquez, D.X. & Elavsky, St. (2004). Cardiovaskular fitness, cortical plasticity and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 101 (9), 3316-3321.

Conzelmann, A. (1997). *Entwicklung konditioneller Fähigkeiten im Erwachsenenalter.* Schorndorf: Hofmann.

Cress, M.E., Buchner, D.M., Questad, K.A., Esselmann, P.C., deLatuer, B.J. & Schwartz, R.S. (1999). Exercise: effects on physical functional performance in independent older adults. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 54A, 5, M242-M248.

De Luca, C.R., Wood, St., Anderson, V., Buchanan, J.-A., Proffitt, T.M., Mahony, K. & Pantelis, Ch. (2003). Normative data von the Cantab. I: development of executive function over the lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25, 242-254.

Dustman, R.E., Ruhling, R.O., Russell, E.M., Shearer, D.E., Bonekat, H.W., Shigeoka, J.W., Wood, J.S. & Bradford, D.C. (1984). Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. *Neurobiology of Aging*, 5, 35-42.

Edwards, S. (2001). *Leitfaden zur Trainingskontrolle*. (12.Auflage). Aachen: Meyer & Meyer.

Eichberg, S. & Mechling, H. (2009). Motorische Entwicklung im höheren Erwachsenenalter. In: Baur, J., Bös, K., Conzelmann, A. & Singer, R. (Hrsg.). *Handbuch motorische Entwicklung* (S. 333-348). Schorndorf: Hofmann.

Eisfeld, K. (2004). *Motorische Kompetenz und motorische Ressourcen im Seniorenalter. Eine Analyse von sportlich aktiven über 60-Jährigen.* Dissertation, Universität Greifswald.

Emery, Ch. & Gatz, M. (1990). Psychological and cognitive effects of an exercise program for community-residing older adults. *The Gerontologist*, 30, 2, 184-188.

Engelkamp, J. & Zimmer, H.D. (2006). *Lehrbuch der kognitiven Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.

Erdfelder, E., Faul, F., & Buchner, A. (1996). GPOWER: A general power analysis program. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *28*, 1-11.

Estabrooks, P. & Carron A.V. (1999). Group cohesion in older adult exercisers: prediction and intervention effects. *Journal of Behavioral Medicine, 22* (6), 575–588.

Etnier, J. (2008). Interrelationships of exercise, mediator variables and cognition. In: Spirduso, W.W., Poon, L.W. & Chodzko-Zajko, W. (Edt.) (2008). *Exercise and its mediating effects on cognition*. (S. 13-30). Champaign: Human Kinetics.

Etnier, J.L., Nowell, P.M., Landers, D.M. & Sibley, B.A. (2006). A meta-regression to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Research Reviews*, 52, 119-130.

Etnier, J.L., Salazar, W., Landers, D.M., Petruzzello, St., Han, M. & Nowell, P. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 19, 249-277.

Fabre, C., Massè- Biron, J., Chamari, K., Varray, A., Mucci, P. & Prèfaut, Ch. (1999). Evaluation of quality of life in elderly healthy subjects after aerobic and/ or combined mental training. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 28, 9-22.

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. & Buchner, A. (2007). *G*Power 3.* Zugriff am 01.Dezember 2008 unter http://www.uni-kiel.de/ psychologie/ andres/ein06/gpower.pdf

Fernàndez-Ballesteros, R. (2008). *Active aging: the contribution of psychology*. Göttingen: Hogrefe.

Fox, K.R. (1999), The influence of physical activity on mental well-being. *Public Health Nutrition*, 2 (3a), 411-418.

Fratiglioni, L., Paillard-Borg, St. & Winblad, B. (2004). An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *THE LANCET Neurology*, 3, 343-353.

GEDA Gesundheit in Deutschland aktuell (2009). Telefonischer Gesundheitssurvey 2009/2010 Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie. Berlin: Robert-Koch-Instituts Gesundheitsberichterstattung des Bundes.

Geithner, Ch. & McKenney, D.R. (2010). Strategies for aging well. *Strength and Conditioning Journal*, 32 (5), 36- 52.

Glück, J. & Heckhausen, J. (2001). Kognitives Training im Alter: Potential und Grenzen der Plastizität. In Klauer, K. J. (Hrsg.), *Handbuch kognitives Training* (2. überarb. Aufl.) (S. 431-466). Göttingen: Hogrefe.

Gold, A. (1995). *Gedächtnisleistungen im höheren Erwachsenalter: der Einfluss von Vorwissen und Aufgabenkomplexität.* Bern: Huber.

Green, J.S. & Crouse, St.F. (1995). The effects of endurance training on functional capacity in the elderly: a meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27 (6), 920-926.

Gwiggner, N. (2004). Die exekutiven Funktionen im Jugendalter. Dissertation. Universität München Zugriff am 19.November 2011 unter *edoc.ub.uni-muenchen.de/2958/1/Gwiggner_Nadja.pdf*

Hall, C., Smith, A. & Keele, St. (2001). The impact of aerobic activity on cognitive function in older adults: A new synthesis based on the concept of executive control. *European Journal of Cognitive Psychology*, 13 (1/2), 279-300.

Häkkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., Mälkiä, E., Kraemer, W.J., Newton, R.U. & Alen, M. (1998). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *Journal of Applied Physiology*, 84, 1341-1349.

Hautzinger, M. & Bailer, M. (1993). *Allgemeine Depressionsskala. Manual*. Göttingen: Beltz Test GmbH.

Hayes, N. (1995). Kognitive Prozesse – eine Einführung. In Gerstenmaier, J. (Hrsg.), *Einführung in die Kognitionspsychologie* (S. 11-40). München: Reinhardt.

Herschkowitz, N. & Chapman Herschkowitz, E. (2009). *Das vernetzte Gehirn. Seine lebenslange Entwicklung*. Bern: Huber.

Herzog, Ch., Kramer, A.F., Wilson, R.S. & Lindenberger, U. (2009). Enrichment effects on adult cognitive development. Can the functional capacity of molder adults be preserved and enhanced?. *Psychological Science in the Public Interest*, 9 (1), 1-65.

Heyn, P., Abreu, B.C. & Ottenbacher, K.J. (2004). The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: a meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 1694-1704.

Hoffmann, E., Menning, S. & Schelhase, T. (2009). Demografische Perspektiven zum Altern und zum Alter. In Böhm, K, Tesch-Römer, C. & Ziese, Th. (Hrsg.), *Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Gesundheit und Krankheit im Alter*. (S. 7-20) Berlin: Robert-Koch-Institut.

Hollenberg, M., Yang, J., Haight, T.J. & Tager, I.B. (2006). Longitudinal changes in aerobic capacity: implications for concepts of aging. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 61A, 8, 851-858.

Hollmann, W., Strüder, H. & Tagarakis, Ch. (2005). Gehirn und körperliche Aktivität. *Sportwissenschaft,* 35 (1), 3-14.

Hunter, G.R., McCarthy, J.P. & Bamman, M.M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*, 34 (5), 329-348.

Hurley, B.F. & Hagberg, J.M. (1998). Optimizing health in older adults: aerobic or strength training?. *Exercise and Sport Science Reviews*, 26, 61-89.

Illig, C. (2008). *Entwicklung und Evaluation eines motorisch-kognitiven Gesundheitssportprogramms als mögliche Lösung für erfolgreiches Altern. Eine Pilotstudie*. Masterarbeit, Universität Leipzig.

Illig, C. & Pfeffer, I. (2010). Fördert ein multidimensionales Gesundheits-sportprogramm kognitive und motorische Fähigkeiten im höheren Erwachsenenalter?. *Sportwissenschaft*, 40, 110-119.

Izquierdo, M., Ibanez, J., Häkkinen, K., Kraemer, W.J., Larriòn, J.L. & Gorostiaga, E.M. (2004). Once weekly combined resistance and cardiovaskular training in healthy older men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 36, 3, 435-443.

Jackson, A.S., Blair, S.N., Mahar, M.T., Wier, L.T., Ross, R.M. & Stuteville, J.E. (1990). Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 863-870.

Jones, C.J., Rikli, R.E., Benedict, J. & Williams, P. (1994). Effects of resistance training program on leg strength and muscular endurance of older women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2, 182-195.

Kalapotharakos, V.I., Michalopoulou, M., Godolias, G., Tokmakidis, S.P., Malliou, P., V. & Gourgoulis, V. (2004). The effects of high- and moderate resistance training on muscle function in the elderly. *Journal of Aging and Physical Activity*, 11, 131-143.

Kramer, A.F., Erickson, K.I. & Colcombe, St. (2006). Exercise, cognition and the aging brain. *Journal of Applied Physiology*, 101, 1237-1242.

Kirchner, G., Rohm, A. & Wittemann, G. (Hrsg.), (1998). *Seniorensport* .Aachen: Meyer und Meyer.

Kolb, M. (1996). Gedächtnistraining mit Bewegungsspielen. *Praxis der Psychomotorik,* 21 (1), 19-25.

Knoll, M., Banzer, W. & Bös, K. (2006). Aktivität und physische Gesundheit. In Bös, K. & Brehm, W. (Hrsg.), *Handbuch Gesundheitssport* (2., neu bearb. Aufl.) (S. 82-102). Schorndorf: Hofmann.

Knopf, M. (1993). Gedächtnistraining im Alter – Müssen ältere Menschen besser lernen können oder ihr Können besser kennen lernen? In Klauer, K.J. (Hrsg.), *Kognitives Training* (S. 319-342). Göttingen: Hogrefe.

Kimura, K., Obuchi, S., Arai, T., Nagasawa, H., Shiba, Y., Watanabe, S. & Kojima, M. (2010). The influence of short-term strength training on health-related quality of life and executive cognitive function. *Journal of physiological anthropology*, 29/3, 95-101.

King, A.C., Barr Taylor, C. & Haskell, W.L. (1993). Effects of differing intensities and formats of 12 month of exercise training on psychological outcomes in older adults. *Health Psychology*, 12, 292-300.

King, A.C., Pruitt, L.A., Phillips, W., Oka, R., Rodenburg, A. & Haskell, W.L. (2000). Comparative effects of two physical activity programs on measured and perceived physical functioning and other health-related quality of life outcomes in older adults. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 55A, 2, M74-M83.

Kruse, A. (2007). Prävention und Gesundheitsförderung im Alter. In Hurrelmann, K., Klotz, Th. & Haisch, J. (Hrsg.). *Prävention und Gesundheitsförderung* (S.81-91). Bern: Huber.

Kubesch, S. (2007). *Das bewegte Gehirn Körperliche Aktivität und exekutive Funktionen.* Schorndorf: Hofmann.

Lachman, M.E., Neupert, S., D., Bertrand, R. & Jette, A.M. (2006). The effects of strength training on memory in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity, 14*, 59-73.

Lan, Ch., Lai, J.-S., Chen, S.-Y. & Wong, M.-K. (1998). 12-month Tai Chi training in the elderly: its effects on health fitness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30,3, 345-351.

Landers, D.M. & Petruzzello, St. (1994). Physical activity, fitness and anxiety. In Bouchard, C., Shepard, R.J. & Stephens, Th. (Edt.), *Physical activity, fitness and health: international proceedings and consensus statement* (pp. 868-882). Champaign, IL: Human Kinetics.

Latham, N.K., Bennett, D., Strettonj, C.M. & Anderson, C.S. (2004). Systematic review of progresive resistance strength training in older adults. *Journal of Gerontology*, 59A, (1), 48-61.

Laurin, D., Verreault, E., Lindsay, J., MacPherson, K. & Rockwood, K. (2001). Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Archives of Neurology, 58*, 498-504.

Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P. & Spielberger, C.D. (1981). *Das State-Trait-Angstinventar (STAI)*. Weinheim: Beltz.

Leith, L.M. (1994). *Foundations of exercise and mental health*. Morgantown: Fitness Information Technology.

Lehr, U. (2000). Psychologie des Alterns. (9. Auflage). Wiebelsheim: Quelle und Meyer.

Lehr, U. (2000b). Erkenntnisse gerontologischer Grundlagenforschung für Präventions- und Rehabilitationsmaßnahmen. In Nikolaus, T. (Hrsg.), *Klinische Geriatrie* (S. 73-79). Berlin: Springer.

Lindenberger, U. (2008). Was ist kognitives Altern? Begriffsbestimmung und Forschungstrends. In U. Staudinger & H. Häfinger (Hrsg.), *Was ist Alter(n)* (S. 69-82).

Liu-Ambrose, T. & Donaldson, M. (2009). Exercise and cognition in older adults: Is there a role for resistance training programs?. *British Journal of Sports Medicine,* 43, 25-27.

Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L., Graf, P., Beattie, L., Ashe, M. & Handy, T. (2010). „Resistance training and executive functions. A 12 month randomized controlled trail. *Archives of Internal Medicine*, Vol 170/2, 170-178.

Löllgen, H. (2004). Das Anstrengungsempfinden (RPE, Borg-Skala). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55, 11, 299-300.

Long, B.C. & van Stavel, R. (1995). Effects of exercise training on anxiety: a meta-analysis. *Journal of Applied Sport Psychology*, 7, 167-189.

Lustig, C., Shah, P., Seidler, R. & Reuter-Lorenz, P.A. (2009). Aging, training and the brain: a review and future directions. *Neuropsychology Review*, 19, 504-522.

Mahady, Th. (2007). *Training for independence*. ACSM`s Certified News, 17 (1), 2-4.

Martin, M. & Kliegel, M. (2010). *Psychologische Grundlagen der Gerontologie.* (3. Auflage). Stuttgart: Kohlhammer.

Mayr, U. (2003). Normales kognitives Altern. In Karnath, H.O. & Thier, P. (Hrsg.), *Neuropsychologie* (S. 715-726).Heidelberg: Springer.

Mc Auley, E., Kramer, A.F. & Colcombe, St. (2004). Cardiovaskular fitness and neurocognitive function in older adults: a brief review. *Brain, Behavior and Immunity*, 18, 214-220.

McDonald, D.G. & Hodgdon, J.A. (1991). *Psychological effects of aerobic fitness training: research and theory*. New York: Springer.

McNeil, J.K., LeBlanc, E. & Joyner, M. (1991). The effects of exercise on depressive symptoms in the moderately depressed elderly. *Psychology and Aging*, 6, 487-488.

Means, K.M., Rodell, D.E., & O`Sullivan, P.S. (2005). Balance, mobility and falls among community-dwelling elderly persons. Effects of a rehabilitation exercise program. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, 4, 238-250.

Memory Clinic Basel. CREAD Plus. Zugriff am 10.Juni 2009 unter http://www.memoryclinic.ch/content/view/37/47/

Meinel, K. & Schnabel, G. (2004). *Bewegungslehre – Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt.* (10. Auflage). München: Südwest.

Meusel, H. (1996). *Bewegung, Sport und Gesundheit im Alter*. Wiesbaden: Quelle & Meyer.

Moreira Antunes, H.K., Stella, S.G., Santos, R.F., Bueno, O.F. & de Mollo, M.T. (2005). Depression, anxiety and quality of life scores in seniors after an endurance exercise program. *Revista Brasileira Psiquiatria*, 27, 266-271.

Morgan, W. P. (1994). Physical activity, fitness and depression. In Bouchard, C., Shepard, R.J. & Stephens, Th. (Edt.), *Physical activity, fitness and health: international proceedings and consensus statement* (pp. 851-867). Champaign, IL: Human Kinetics.

Motel-Klingebiel, A., Wurm, S., Huxbold, O. & Tesch-Römer, C. (2010). Wandel von Lebensqualität und Ungleichheit in der zweiten Lebenshälfte. In Motel-Klingebiel, A., Wurm, S. & Tesch-Römer, C. (Hrsg.), *Alter im Wandel. Befunde des deutschen Alterssurveys (DEAS)* (S. 15-33). Stuttgart: Kohlhammer.

Morris, J.C., Mohs, R.C., Rogers, H., Fillenbaum, G. & Heyman, A. (1988). *Consortium to establish a registry for Alzheimer's disease (CERAD) clinical and neuropsychological assessment of Alzheimer's disease*. P*sychopharmacol Bullitin*.24(4):641-52.

Moul, J.L., Goldman, B. & Warren, B. (1995). Physical activity and cognitive performance in the older population. *Journal of Aging and Physical Activity*, 3, 135-145.

Nachtigall, Ch. & Wirtz, M. (2006). *Wahrscheinlichkeitsrechnung und Inferenzstatistik. Statistische Methoden für Psychologen*. Teil 2. (4. Überarbeitete Auflage). Weinheim: Juventa.

Netz, Y., Wu, M.J., Becker, B.J. & Tenenbaum, G. (2005). Physical activity and psychological well-being in advanced age: a meta-analysis of intervention studies. *Psychology and Aging*, 20,272-284.

Nicklas, B.J., Ryan, A.J., Treuth, M.M., Harman, S.M., Blackman, M.R., Hurley, B.F. und Rogers, M.A. (1995). Testosterone, growth hormone and IGF-1 responses to acute and chronic resistive exercise in men aged 55-70 years. *International Journal for Sports Medicine*, 16, 445-450.

Oswald, W. D. (Hrsg.). (1998). *Gedächtnistraining Ein Programm für Seniorengruppen* (2. überarbeitete Auflage). Göttingen: Hogrefe.

Oswald, W. D. (2005). *SimA-basic- Gedächtnistraining und Psychomotorik. Geistig und körperlich fit zwischen 50 und 100.* Göttingen: Hogrefe.

Oswald, W.D. & Fleischmann, U.M. (1995). *Nürnberger-Alters-Inventar (NAI).* (4. Auflage). Göttingen: Hogrefe.

Pahmeier, I. (1994). Drop-out und Bindung im Breiten- und Gesundheitssport. *Sportwissenschaft*, 24, 117-150.

Pallant, J. (2002). *SPSS survival manual. A step by step guide to data analysis using SPSS*. Ballmoor: Open University Press.

Panton, L.B., Graves, J.E., Pollock, M.L., Hagberg, J.M. & Chen, W. (1990). Effect of aerobic and resistance training on fractionated reaction time and speed of movement. *Journal of Gerontology*, 45, 1, M26-31.

Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D. & Smith, P. K.(2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and aging, 17*, 299-320.

Perrig-Chiello, P., Perrig, W.J., Ehrsam, R., Staehelin, H.B. & Krings, F. (1998). The effects of resistance training on well-being and memory in elderly volunteers. *Age and Ageing*, 27, 469-475.

Petruzzello, St., Landers, D.M., Hatfield, B.D., Kubitz, K.A. & Salazar, W. (1991). A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise. *Sports Medicine*, 11, 143-182.

Pfeffer, I. (2010). Einführung in die Terminologie von Gesundheit und Gesundheitsverhalten. In: Stoll, O., Pfeffer, I. & Alfermann, D. (2010). *Lehrbuch Sportpsychologie*. Bern: Huber, S. 211 – 223.

Pfeffer, I. (2007). *Motivation zur Verhaltensänderung im gesundheitsorientierten Sport*. Berlin: Lehmanns Media.

Pyka, G., Lindenberger, E., Charette, S. & Marcus, R. (1994). Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 49, 1 M22-M27.

Rhea, M.R., Alvar, B.A., Burkett, L.N. & Ball, St., D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 35, 3, 456-464.

Rikli, R. & Jones, C.J. (2001). *Senior Fitness Test Manual.* Champaign: Human Kinetics.

Robert-Koch-Institut (2007). *Gesundheit im Alter*. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin.

Roth, K. & Winter, R. (1994). Entwicklung koordinativer Fähigkeiten. In Baur, J., Bös, K. & Singer, R. (Hrsg.), *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch.* (S. 191-216). Schorndorf: Hofmann.

Rowe, J. & Kahn, R. (1997). Successful aging. *The Gerontologist*, 37(4), 433-440.

Sallis, J.F. & Owen, N. (1999). *Physical activity & Behavioral Medicine*. Thousand Oaks: Sage.

Saß, A.-C., Wurm, S. & Ziese, T. (2009). Alter = Krankheit? Gesundheitszustand und Gesundheitsentwicklung. In Böhm, K, Tesch-Römer, C. & Ziese, Th. (Hrsg.), *Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Gesundheit und Krankheit im Alter*. (S. 7-20) Berlin: Robert-Koch-Institut.

Schaie, W. K. & Zanjani, F. A. K. (2006). Intellectual development across adulthood. In C. Horare (Edt.), *Handbook of adult development and learning* (pp. 99-122). New York: Oxford University Press..

Schlicht, W. & Brand, R. (2007). *Körperliche Aktivität, Sport und Gesundheit. Eine interdisziplinäre Einführung*. Weinheim: Juventa.

Schmidt, D., Strüder, H.K., Krause, B.J., Herzog, H. , Hollmann, W. & Müller-Gärtner, H.-W. (2001). Einfluss von Ausdauertraining auf die zerebrale Repräsentation episodischer Gedächtnisvorgänge im Alter. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* ,12, 369-376.

Schmitt, E. (2004). Altersbild – Begriff, Befunde und politische Implikationen. In Kruse, A. & Martin, M. (Hrsg.), *Enzyklopädie der Gerontologie*. (S. 135-148) Bern: Huber.

Schmidtbleicher, D. (1994). Entwicklung der Kraft. In Baur, J., Bös, K. & Singer, R. (Hrsg.), *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch.(S. 129-150)* Schorndorf: Hofmann.

Schubert, A. & Bös, K. (1996). Zur motorischen Leistungsfähigkeit älterer Menschen. In Denk, H. (Hrsg.), *Alterssport. Aktuelle Forschungsergebnisse.* (S. 155-177). Schorndorf: Hofmann.

Schulgen, G. & Schumacher, M. (2007). Intention – to – treat Analyse. In: Schumacher, M. & Schulgen, G., *Methodik klinischer Studien* (S. 161-169). Berlin: Springer.

Schweer, M.K.W. (2008). Psychologische Implikationen des Alterssports. Ein bislang weitgehend vernachlässigtes Forschungsfeld. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 41, 162-167.

Schwenkmezger, P. (1998). Depressionen und Angst. In Bös, K. & Brehm, W. (Hrsg.), *Gesundheitssport:* ein *Handbuch* (S. 289-295). Schorndorf: Hofmann.

Sillanpää, E., Häkkinen, A., Nyman, K., Mattila, M., Cheng, S., Karavirta, L., Laaksonen, D.E., Huuhka, N., Kraemer, W.J. & Häkkinen, K. (2008). Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40,5, 950-958.

Sillanpää, E., Laaksonen, D.E., Häkkinen, A., Karavirta, L., Jensen, B., Kraemer, W.J., Nyman, K. & Häkkinen, K. (2009). Body composition, fitness and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. *European Journal of Applied Physiologie*, 106, 285-296.

Sjösten, N. & Kivelä, S.L. (2006). The effects of physical exercise on depressive symptoms among the aged: a systematic review. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 21, 410-418.

Skinner, J.S. (2001). Körperliche Aktivität und Gesundheit: Welche Bedeutung hat die Trainingsintensität?. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (6), 211-214.

Smith P.J., Blumenthal, J.A., Hoffman, B.M., Cooper, H., Strauman, T.A., Welsh-Bohmer, K., Browndyke, J.N. & Sherwood, A. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trails. *Psychosomatic Medicine*, 72, 239-252.

Snowden, M.S., Steinman, L., Mochan, K., Grodstein, F., Prohaska, Th., Thurman, D.J., Brown, D.R., Laditka, J.N., Soares, J., Zweiback, D.J., Little, D. & Anderson, L.A. (2011). Effect of exercise on cognitive performance in community-dwelling older adults: review of intervention trails and recommendations for public health practice and research. *Journal of the American Geriatric Society*, 59, 704-716.

Sorace, P. (2007). Resistance training for life. *ACSM`s Certified News*, 17, 1.

Spirduso, W.W., Poon, L.W. & Chodzko-Zajko, W. (Edt.) (2008). *Exercise and its mediating effects on cognition*. Champaign: Human Kinetics.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2011). *Im Blickpunkt: Ältere Menschen in Deutschland und der EU*. Wiesbaden.

Steib, S., Schoene, D. & Pfeiffer, K. (2010). Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 42, (5), 902-914.

Stewart, A.L., King, A.C. & Haskell, W.L. (1993). Endurance exercise and health- related quality of life in 50-65 year-old adults. *The Gerontologist*, 33, 6, 782-789.

Stoll, O., Pfeffer, I. & Alfermann, D. (2010). *Lehrbuch Sportpsychologie*. Bern: Hans Huber.

Ströhle, A. (2009). Physical activity, exercise, depression and anxiety disorders. *Journal of Neural Transmission*, 116, 777-784.

Suomi, R. & Lindauer, S. (1997). Effectiveness of arthritis foundation aquatic program on strength and range of motion in women with arthritis. *Journal of Aging and Physical Activity*, 5, 341-351.

Sygusch, R., Wagner, P., Janke, A. & Brehm, W. (2005). Gesundheitssport – Effekte und deren Nachhaltigkeit bei unterschiedlichem Energie-verbrauch. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (9), 318-325.

Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. (1996). *Using multivariate statistics*. (3.Edt.). New York: College Publishers.

Taylor, A.H. (2000). Physical activity, anxiety and stress. In Biddle, St., Fox, K. & Boutcher, St. (Hrsg), *Physical Activity and Psychological Well- Being* (S.10-45). London & New York: Routledge.

Taylor, A.H., Cable, N.T., Faulkner, G., Hillsdon, M., Narici, M. & van der Bij, A.K. (2004). Physical activity and older adults: a review of health benefits and the effectiveness of interventions. *Journal of Sports Sciences*, 22, 703-725.

Tesch-Römer, C. & Wurm, S. (2009). Wer sind die Alten? Theoretische Positionen zum Alter und Altern. In Böhm, K, Tesch-Römer, C. & Ziese, Th. (Hrsg.), *Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Gesundheit und Krankheit im Alter.* (S. 7-20) Berlin: Robert-Koch-Institut.

Tittlbach, S. (2002). *Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit.* Schorndorf: Hofmann.

Tittlbach, S., Kolb, H., Woll, A. & Bös, K. (2005). Karlsruher gesundheitsorientierter Fitnesstest (KGFT). *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 21, 109-115.

Tsutsumi, T., Don, B.M., Zaichkowsky, L.D. & Delizonna, L.L. (1997). Physical fitness and psychological benefits of strength training in community dwelling older adults. *Applied Human Science*, 16, 6, 257-266.

Urbaniak, G.C. & Plous, S. (2009). Research Randomizer. Download am 11.Septembder 2009 unter http://www. randomizer.org/about.htm

Vaynman, S.S., Ying, Z., Yin, D. & Gomez-Pinilla, F. (2006). Exercise differentially regulates synaptic proteins associated to the function of BDNF. *Brain Research*, 1070, 124-130.

Verhaeghen, P., Marcoen, A. & Goossens, L. (1992). Improving memory performance in the aged through mnemonic training: A meta-analytic study. *Psychology and Aging*, 7(2), 242-251.

Vincent, K.R., Vincent, H.K., Braith, R.W., Lennon, S.L. & Lowenthal, D.T. (2002). Resistance exercise training attenuates exercise-induced lipid peroxidation in the elderly. *European journal of Applied Physiology*, 87, 416-423.

Voelcker-Rehage, C., Godde, B. & Staudinger, U. (2010). Physical and motor fitness are both related to cognition in old age. *European Journal of Neuroscience*, 31, 167-176.

Voelcker-Rehage, C., Godde, B. & Staudinger, U. (2011). Cardiovascular and coordination training differentially improve cognitive performance and neural processing in older adults*. Frontiers in Human Neuroscience*. 5, 26, 1-12

Wagner, P. (2000). *Aussteigen oder Dabeibleiben? Determinaten der Aufrechterhaltung sportlicher Aktivität in gesundheitsorientierten Sportprogrammen.* Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Wagner, P., Woll, A., Singer, R. & Bös, K. (2006). Körperlich- sportliche Aktivität: Definitionen, Klassifikationen und Methoden. In Bös, K. & Brehm, W. (Hrsg.), *Handbuch Gesundheitssport* (2. Aufl.) (S. 58-68). Schorndorf: Hofmann.

Weineck, J. (1998). *Sportbiologie.* (6. Auflage). Ballingen: Spitta.

Werle, J., Woll, A. & Tittelbach, S. (2006). *Gesundheitsförderung Körperliche Aktivität und Leistungsfähigkeit im Alter.* Stuttgart: Kohlhammer GmbH.

Williams, P. & Lord, St. (1997). Effects of group exercise on cognitive functioning and mood in older women. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 21, 1, 45-52.

Winter, R. & Baur, J. (1994). Entwicklung der motorischen Fähigkeiten im Alter. In Baur, J., Bös, K. & Singer, R. (Hrsg.), *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch.* (S. 309-332). Schorndorf: Hofmann.

Wipfli, B.M., Rethorst, C.D. & Landers, D.M. (2008). The anxiolytic effects of exercise: a meta-analysis of randomized trails and dose-response analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 30, 392-410.

Woll, A. (1996). *Gesundheitsförderung in der Gemeinde.* Neu-Isenburg: LinguaMed.

World Health Organisation (WHO). (1998). Ageing and Health Programme: Growing Older – Staying well. Aging and physical activity in everyday life. Zugriff am 14.September 2011unter http://www.who.int/ageing/publications/active/en/index.html

World Health Organisation (WHO). (2002). Active Aging: A Policy Framework. Geneva International Network on Aging.

Wurm, S., Schöllgen, I. & Tesch-Römer, C. (2010). Gesundheit. In Motel-Klingebiel, A., Wurm, S. & Tesch-Römer, C. (Hrsg.), *Alter im Wandel. Befunde des deutschen Alterssurveys (DEAS)* (S. 15-33). Stuttgart: Kohlhammer.

Yaffe, K. Barnes, D., Nevitt, M., Lui, L. & Covinsky, K. (2001). A Prospective Study of Physical Activity and Cognitive Decline in Elderly Women. *Archives of Internal Medicine.,* 161, 1703-1708.

Zimprich, D., Martin, M., Kliegel, M., Dellenbach, M., Rast, P. & Zeintl, M. (2008). Cognitive abilities in old age: results from the Zurich Longitudinal Study on cognitive aging. *Swiss Journal of Psychology*, 67 (3), 177-195.

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Drittes und viertes Lebensalter (Tesch-Römer & Wurm, 2009, S. 11) 11

Tabelle 2: Ausgewählte Ergebnisse der Metaanalyse von Wipfli et al. (2008) für die Effekte von körperlicher Aktivität auf Angst 44

Tabelle 3: Ausgewählte Ergebnisse der Metaanalyse von Arent et al. (2000) für die Effekte von körperlicher Aktivität auf Depressivität und Angst (mood)..... 47

Tabelle 4: Ausgewählte Ergebnisse der Metaanalyse von Colcombe & Kramer (2003) für die Effekte von körperlicher Aktivität auf die kognitiven Funktionen 55

Tabelle 5: Versuchsplan 97

Tabelle 6: Soziodemographische Stichprobenbeschreibung..... 98

Tabelle 7: Verteilung der Stichprobe auf die Versuchsgruppen..... 100

Tabelle 8: Übersicht über die eingesetzten Messinstrumente 104

Tabelle 9: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Variablen der psychischen Gesundheit 120

Tabelle 10: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Variablen der kognitiven Funktionen..... 132

Tabelle 11: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Variablen der kognitiven Funktionen von Frauen und Männern... 136

Tabelle 12: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Variablen der körperlichen Leistungsfähigkeit 148

Tabelle A 1: Geschlechterverteilung auf die drei Gruppen 177

Tabelle A 2: Altersmittelwerte der einzelnen Gruppen und Scheffè Ergebnis..... 177

Tabelle A 3: Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD), F-Werte und p-Werte für die univarianten Varianzanalysen zur Überprüfung von Unterschieden zwischen den Gruppen zu MZP1 in den psychologischen, kognitiven und motorischen Variablen 178

Tabelle A 4: Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD), F-Werte und p-Werte für die univarianten Varianzanalysen zur Überprüfung von Unterschieden zwischen Frauen und Männern in den kognitiven Variablen 179

Tabelle A 5: Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD), F-Werte und p-Werte für die univarianten Varianzanalysen zur Überprüfung von Unterschieden zwischen kontinuierlichen Studienteilnehmern und Dropouts zu MZP 1 in den psychologischen kognitiven und motorischen Variablen 180

Tabelle A 6: Geschlechterverteilung der Dropouts und der Dabeibleiber 181

Tabelle A 7: Altersmittelwerte und Standardabweichung der Dabeibleiber und der Dropouts 181

Tabelle A 8: Dropoutverteilung auf die drei Gruppen 181

Tabelle B 1: Prüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov Test und Shapiro-Wilk Test für die Variablen der psychischen Gesundheit 182

Tabelle B 2: Prüfung der Varianzhomogenität für die Variablen der psychischen Gesundheit 183

Tabelle B 3: Prüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov Test und Shapiro-Wilk Test für die kognitiven Funktionen 184

Tabelle B 4: Prüfung der Varianzhomogenität für die Variablen der kognitiven Funktionen 186

Tabelle B 5: Prüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov Test und Shapiro-Wilk Test für die Variablen der körperlichen Leistungsfähigkeit 187

Tabelle B 6: Prüfung der Varianzhomogenität für die Variablen der körperlichen Leistungsfähigkeit 188

Tabelle C 1: Mittelwerte und Standardabweichung für die Variablen der psychischen Gesundheit 189

Tabelle C 2: Mittelwerte und Standardabweichung für die Variablen der kognitiven Funktionen 190

Tabelle C 3: Mittelwerte und Standardabweichungen für die kognitiven Funktionen von Frauen und Männern 191

Tabelle C 4: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Variablen der körperlichen Leistungsfähigkeit 192

11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einflüsse auf den Alternsprozess (Meusel, 1996, S. 17) 12

Abbildung 2: Erhaltung der funktionalen Kapazität über die Lebensspanne (übersetzt von Verfasser, WHO, 2002, S. 14)..... 13

Abbildung 3: Leistungsvariabilität innerhalb einer Gruppe alter Personen, ZULU Querschnittsdaten zur kognitiven Leistung im Alter (Martin & Kliegel, 2010, S. 44) 16

Abbildung 4: Verlauf der kognitiven Funktionen mit dem Alter (Herschkowitz & Chapman Herschkowitz, 2009, S. 76)..... 22

Abbildung 5: Entwicklungsverlauf der körperlichen Leistungsfähigkeit (Werle et al., 2006, S. 72) 24

Abbildung 6: Multidimensionales Modell des „active aging“ (Fernàndez-Ballesteros, 2008, S. 56)..... 32

Abbildung 7: Interaktionistisches Modell nach Lehr (2000, S. 72) 34

Abbildung 8: Modell zu möglichen Wirkmechanismen (Mc Auley et al., 2004, S. 215) 73

Abbildung 9: Mediatorenmodell nach Spirduso, Poon & Chodzko-Zajko (2008, S. 4) 74

Abbildung 10: Studiendesign und zeitlicher Ablauf..... 86

Abbildung 11: Anwesenheit der Probanden in den einzelnen Gruppen 101

Abbildung 12: Entwicklung der Stichprobe über die Messzeitpunkte 102

Abbildung 13: Entwicklung der psychischen Gesundheit über die Messzeitpunkte..... 119

Abbildung 14: Entwicklung der kognitiven Funktionen über die drei Messzeitpunkte..... 129

Abbildung 15: Entwicklung der kognitiven Funktionen für Frauen und Männer über die drei Messzeitpunkte..... 135

Abbildung 16: Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit über die drei Messzeitpunkte..... 146

12 Anhang

Anhang A

Randomisierungscheck und Dropoutanalyse

Anhang B

Voraussetzungsprüfungen für die Varianzanalysen

Anhang C

Deskriptive Ergebnisse

Anhang A:

Randomisierungscheck und Dropout Analyse

Tabelle A 1: Geschlechterverteilung auf die drei Gruppen

	Weiblich	Männlich	**Gesamt**
VG 1	8	11	**19**
VG 2	11	12	**23**
KG	12	8	**20**
Gesamt	**31**	**31**	**62**

Tabelle A 2: Altersmittelwerte der einzelnen Gruppen und Scheffé Ergebnis

Gruppe	***M (SD)***
VG 1	68,21 (3.81)
VG 2	65.57 (2.29)
KG	68.80 (4.06)
Scheffè	***p***
VG 1 vs. VG 2	.07
VG 1 vs. KG	.88
VG 2 vs. KG	.02

Anmerkung: N = 62. VG 1 *n* = 19, VG 2 *n*= 23, KG *n* = 20

Tabelle A 3: Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD), F-Werte und p-Werte für die univarianten Varianzanalysen zur Überprüfung von Unterschieden zwischen den Gruppen zu MZP1 in den psychologischen, kognitiven und motorischen Variablen

Variable					**Haupteffekt**	
	VG 1 ***M*** ***(SD)***	**VG 2** ***M*** ***(SD)***	**KG** ***M*** ***(SD)***			
Psychische Gesundheit	*n* = 19	*n* = 19	*n* = 18	***df***	***F***	***p***
Angst	34.47 (10.62)	34.21 (7.31)	32.67 (8.09)	2,53	0.23	.80
Depressivität[a]	7.94 (5.09)	7.88 (5.39)	7.00 (5.03)	2,46	0.17	.85
Kognitive Funktionen	*n* = 19	*n* = 23	*n* = 20	***df***	***F***	***p***
Kurzzeitgedächtnis	78.55 (17.61)	67.95 (21.55)	82.30 (21.54)	2,59	2.89	.06
Arbeitsgedächtnis	5.16 (1.12)	4.61 (1.31)	4.75 (1.29)	2,59	1.06	.35
Infogeschwindigkeit	98.50 (43.11)	100.76 (50.68)	95.37 (21.64)	2,59	0.09	.91
Wortflüssigkeit	23.58 (4.17)	22.65 (4.54)	22.75 (4.52)	2,59	0.26	.77
Exekutive Funktionen	22.92 (11.12)	22.76 (9.15)	19.43 (8.22)	2,59	0.87	.43

Körperliche Leistungsfähigkeit	*n* = 19	*n* = 22	*n* = 20	***df***	***F***	***p***
Bauchkraft[b]	10.05 (8.23)	14.26 (6.84)	10.32 (8.68)	2,54	1.67	.19
Beinkraft	15.89 (3.76)	17.95 (3.79)	15.35 (4.37)	2,58	2.53	.09
Armkraft	21.00 (4.98)	20.14 (3.33)	18.65 (4.31)	2,58	1.56	.22
Ausdauer[c]	18.17 (1.72)	18.81 (1.69)	19.93 (1.79)	2,55	4.78	.01*

*Anmerkung: [a] VG 1 n = 17, VG 2 n = 16, KG n = 16; 5 Probanden wurden aus der Analyse auf Grund des Lügenkriteriums entfernt; [b] VG 1 n = 19, VG 2 n = 19, KG n = 19; [c] VG 1 n = 18, VG 2 n = 22, KG n = 18, * p = <.05*

Tabelle A 4: Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD), F-Werte und p-Werte für die univarianten Varianzanalysen zur Überprüfung von Unterschieden zwischen Frauen und Männern in den kognitiven Variablen

Variable	**Frauen**	**Männer**	**Haupteffekt**		
	M (SD)	***M (SD)***			
Kognitive Funktionen	*n* = 31	*n* = 31	***df***	***F***	***p***
Kurzzeitgedächtnis	80.76 (16.45)	70.89 (20.08)	1,60	3.55	.06
Arbeitsgedächtnis	11.16 (1.73)	11.58 (1.86)	1,60	0.84	.36
Infogeschwindigkeit	94.14 (26.46)	102.51 (50.68)	1,60	0.66	.42
Wortflüssigkeit	22.39 (3.76)	23.55 (4.50)	1,60	1.09	.30
Exekutive Funktionen	19.44 (9.69)	24.02 (8.87)	1,60	3.77	.06

Tabelle A 5: Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD), F-Werte und p-Werte für die univarianten Varianzanalysen zur Überprüfung von Unterschieden zwischen kontinuierlichen Studienteilnehmern und Dropouts zu MZP 1 in den psychologischen kognitiven und motorischen Variablen

Variable			**Haupteffekt**		
	Dabeibleiber ***M*** ***(SD)***	**Dropouts** ***M*** ***(SD)***			
Psychische Gesundheit	*n* = 56	*n* = 23	***df***	***F***	***p***
Angst	33.80 (8.67)	37.17 (14.29)	1,77	1.65	.20
Depressivität[a]	8.32 (6.11)	8.62 (10.19)	1,68	0.02	.89
Kognitive Funktionen	*n* = 67	*n* = 18	***df***	***F***	***p***
Kurzzeitgedächtnis	76.63 (19.63)	65.61 (20.80)	1,83	4.37	.04*
Arbeitsgedächtnis	4.82 (1.28)	4.33 (1.49)	1,83	1.92	.17
Infogeschwindigkeit	95.48 (35.91)	131.52 (45.06)	1,83	12.79	.01*
Wortflüssigkeit	23.01 (4.53)	20.31 (2.68)	1,81	5.23	.03*
Exekutive Funktionen	21.15 (9.50)	26.05 (14.29)	1,83	2.99	.09

Körperliche Leistungsfähigkeit	*n* = 66	*n* = 18	***df***	***F***	***p***
Bauchkraft[b]	11.00 (8.18)	8.06 (6.30)	1,76	1.88	.17
Beinkraft	16.09 (3.89)	14.28 (4.06)	1,82	3.01	.09
Armkraft	19.83 (4.37)	17.44 (4.00)	1,82	4.37	.04*
Ausdauer[c]	18.91 (1.84)	20.60 (3.02)	1,76	8.25	.01*

*Anmerkung: [a] 5 Probanden wurden aus der Analyse auf Grund des Lügenkriteriums entfernt; [b] Dabeibleiber n = 61, Dropouts n = 17; [c]: Dabeibleiber n = 61, Dropouts n = 17, * p = <.05*

Tabelle A 6: Geschlechterverteilung der Dropouts und der Dabeibleiber

	Weiblich	Männlich	**Gesamt**
Dabeibleiber	35	32	**67**
Dropouts	8	10	**18**
Gesamt	**43**	**42**	**85**

Tabelle A 7: Altersmittelwerte und Standardabweichung der Dabeibleiber und der Dropouts

	M (SD)
Dabeibleiber	67.07 (3.89)
Dropouts	67.33 (4.23)

Anmerkung: N = 85, Dabeibleiber *n* = 68, Dropouts *n* = 17

Tabelle A 8: Dropoutverteilung auf die drei Gruppen

	Dabeibleiber	Dropouts	**Gesamt**
VG 1	19	2	**21**
VG 2	26	7	**33**
KG	22	9	**31**
Gesamt	**67**	**18**	**85**

Anhang B:

Voraussetzungsprüfung für die Varianzanalysen

Zur Überprüfung der Voraussetzungen für die Durchführung von Varianzanalysen wurde die Normalverteilung mittels des Kolmogorov-Smirnov Tests und des Shapiro-Wilk Tests durchgeführt. Die Prüfung auf Varianzhomogenität erfolgte mit dem Levene Test. Im Folgenden finden sich die Tabellen mit den Statistiken zu den einzelnen Variablen.

Analyse 1: Psychische Gesundheit

Tabelle B 1: Prüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov Test und Shapiro-Wilk Test für die Variablen der psychischen Gesundheit

Variable		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Statistik	***df***	***p***	***Statistik***	***df***	***p***
Psychische Gesundheit							
Angst_prä							
	VG 1	0.23	11	.12	0.84	11	.03*
	VG 2	0.19	10	.20	0.92	10	.37
	KG	0.13	10	.20	0.96	10	.83
Angst_post							
	VG 1	0.29	11	.01*	0.82	11	.02*
	VG 2	0.20	10	.20	0.92	10	.36
	KG	0.13	10	.20	0.95	10	.67
Angst_Fup							
	VG 1	0.24	11	.07	0.88	11	.10
	VG 2	0.23	10	.15	0.89	10	.17
	KG	0.16	10	.20	0.90	10	.24

Depressivität_prä							
	VG1	0.31	11	<.001*	0.80	11	.01*
	VG2	0.24	10	.11	0.83	10	.04*
	KG	0.20	10	.20	0.90	10	.25
Depressivität_post							
	VG 1	0.18	11	.20	0.88	11	.12
	VG 2	0.14	10	.20	0.95	10	.68
	KG	0.16	10	.20	0.96	10	.76
Depressivität_Fup							
	VG 1	0.28	11	.20	0.88	11	<.001*
	VG 2	0.29	10	.02*	0.87	10	.11
	KG	0.24	10	.12	0.84	10	.04*

*Anmerkung: * p = <.05*

Tabelle B 2: Prüfung der Varianzhomogenität für die Variablen der psychischen Gesundheit

Variable	**Levene Test**		
	F	***df***	***p***
Psychische Gesundheit			
Angst_prä	0.58	2,28	.57
Angst_post	0.01	2,28	.99
Angst_Follow - up	1.52	2,28	.24
Depressivität_prä	0.39	2,28	.68
Depressivität_post	0.96	2,28	.40
Depressivität_Follow - up	0.05	2,28	.95

Analyse 2: Kognitive Funktionen

Tabelle B 3: Prüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov Test und Shapiro-Wilk Test für die kognitiven Funktionen

Variable	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistik	***df***	***p***	***Statistik***	***df***	***p***
Kognitive Funktionen						
Kurzzeitgedächtnis_prä						
VG 1	0.22	13	.89	0.89	13	.13
VG 2	0.15	14	.20	0.93	14	.34
KG	0.16	14	.20	0.92	14	.22
Kurzzeitgedächtnis_post						
VG 1	0.30	13	<.001*	0.69	13	<.001*
VG 2	0.29	14	<.001*	0.89	14	.08
KG	0.16	14	.20	0.96	14	.73
Kurzzeitgedächtnis_Fup						
VG 1	0.33	13	<.001*	0.77	13	<.001*
VG 2	0.36	14	<.001*	0.80	14	.01*
KG	0.19	14	.19	0.96	14	.66
Arbeitsgedächtnis_prä						
VG 1	0.15	13	.20	0.95	13	.58
VG 2	0.20	14	.13	0.88	14	.07
KG	0.19	14	.20	0.91	14	.19
Arbeitsgedächtnis_ post						
VG 1	0.22	13	.09	0.90	13	.14
VG 2	0.18	14	.20	0.96	14	.73
KG	0.14	14	.20	0.96	14	.81
Arbeitsgedächtnis_Fup						
VG 1	0.23	13	.07	0.93	13	.32
VG 2	0.17	14	.20	0.92	14	.23
KG	0.13	14	.20	0.96	14	.69

Infogeschwindigkeit_prä							
	VG 1	0.12	13	.20	0.95	13	.67
	VG 2	0.22	14	.06	0.72	14	<.001*
	KG	0.19	14	.20	0.95	14	.52
Infogeschwindigkeit_post							
	VG 1	0.24	13	.04*	0.79	13	<.001*
	VG 2	0.17	14	.20	0.87	14	.04*
	KG	0.16	14	.20	0.91	14	.18
Infogeschwindigkeit_Fup							
	VG 1	0.23	13	.05*	0.71	13	<.001*
	VG 2	0.21	14	.11	0.83	14	.01*
	KG	0.14	14	.20	0.94	14	.42
Wortflüssigkeit_prä							
	VG 1	0.15	13	.20	0.91	13	.20
	VG 2	0.17	14	.20	0.92	14	.23
	KG	0.19	14	.20	0.95	14	.57
Wortflüssigkeit_post							
	VG 1	0.16	13	.20	0.94	13	.42
	VG 2	0.18	14	.20	0.94	14	.46
	KG	0.18	14	.20	0.93	14	.36
Wortflüssigkeit_Fup							
	VG 1	0.12	13	.20	0.97	13	.85
	VG 2	0.16	14	.20	0.96	14	.84
	KG	0.19	14	.19	0.95	14	.62
Exekutive Funktionen_prä							
	VG 1	0.15	13	.20	0.92	13	.30
	VG 2	0.21	14	.08	0.92	14	.20
	KG	0.17	14	.20	0.90	14	.13
Exekutive Funktionen_post							
	VG 1	0.19	13	.20	0.86	13	.04*
	VG 2	0.19	14	.14	0.93	14	.27
	KG	0.17	14	.20	0.85	14	.02*

Exekutive Funktionen_Fup						
VG 1	0.14	13	.20	0.92	13	.25
VG 2	0.10	14	.20	0.96	14	.76
KG	0.23	14	.04*	0.83	14	.02*

*Anmerkung: * p = <.05*

Tabelle B 4: Prüfung der Varianzhomogenität für die Variablen der kognitiven Funktionen

Variable	**Levene Test**		
	F	***df***	***p***
Kognitive Funktionen			
Kurzzeitgedächtnis_prä	1.70	2,38	.20
Kurzzeitgedächtnis_post	0.63	2,38	.54
Kurzzeitgedächtnis_Follow - up	3.06	2,38	.06
Arbeitsgedächtnis_prä	1.91	2,38	.16
Arbeitsgedächtnis_ post	0.13	2,38	.88
Arbeitsgedächtnis_Follow - up	0.10	2,38	.90
Wortflüssigkeit_prä	0.58	2,38	.57
Wortflüssigkeit_post	0.72	2,38	.49
Wortflüssigkeit_Follow - up	1.12	2,38	.34
Infogeschwindigkeit_prä	0.99	2,38	.38
Infogeschwindigkeit_post	0.01	2,38	.99
Infogeschwindigkeit_Follow - up	0.16	2,38	.85
Exekutive Funktionen_prä	2.08	2,37	.14
Exekutive Funktionen_post	1.04	2,37	.37
Exekutive Funktionen_Follow - up	0.27	2,37	.77

Analyse 3: Körperliche Leistungsfähigkeit

Tabelle B 5: Prüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov Test und Shapiro-Wilk Test für die Variablen der körperlichen Leistungsfähigkeit

Variable		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Statistik	***df***	***p***	***Statistik***	***df***	***p***
Körperliche Leistungsfähigkeit							
Bauchkraft_prä							
	VG 1	0.12	10	.20	0.94	10	.61
	VG 2	0.18	9	.20	0.96	9	.80
	KG	0.18	10	.20	0.93	10	.46
Bauchkraft_post							
	VG 1	0.17	10	.20	0.95	10	.72
	VG 2	0.23	9	.17	0.89	9	.19
	KG	0.16	10	.20	0.91	10	.30
Bauchkraft_Fup							
	VG 1	0.17	10	.20	0.97	10	.94
	VG 2	0.25	9	.13	0.85	9	.08
	KG	0.23	10	.16	0.85	10	.06
Beinkraft_prä							
	VG 1	0.16	10	.20	0.92	10	.35
	VG 2	0.19	9	.20	0.87	9	.14
	KG	0.17	10	.20	0.93	10	.49
Beinkraft_ post							
	VG 1	0.18	10	.20	0.96	10	.75
	VG 2	0.14	9	.20	0.96	9	.85
	KG	0.24	10	.10	0.87	10	.10
Beinkraft_Fup							
	VG 1	0.13	10	.20	0.96	10	.78
	VG 2	0.23	9	.17	0.85	9	.07
	KG	0.23	10	.20	0.93	10	.49

Armkraft_prä							
	VG 1	0.15	10	.20	0.94	10	.57
	VG 2	0.21	9	.20	0.88	9	.15
	KG	0.21	10	.20	0.91	10	.30
Armkraft_post							
	VG 1	0.15	10	.20	0.94	10	.58
	VG 2	0.21	9	.20	0.85	9	.07
	KG	0.16	10	.20	0.96	10	.84
Armkraft_Fup							
	VG 1	0.27	10	.03*	0.87	10	.10
	VG 2	0.13	9	.20	0.96	9	.83
	KG	0.26	10	.06	0.82	10	.02*

*Anmerkung: * p = <.05*

Tabelle B 6: Prüfung der Varianzhomogenität für die Variablen der körperlichen Leistungsfähigkeit

Variable	**Levene Test**		
	F	***df***	***p***
Körperliche Leistungsfähigkeit			
Armkraft_prä	0.15	2,30	.86
Armkraft_post	0.06	2,30	.94
Armkraft_Follow - up	0.13	2,30	.88
Beinkraft_prä	0.39	2,30	.68
Beinkraft_post	0.06	2,30	.95
Beinkraft_Follow - up	0.04	2,30	.96
Bauchkraft_prä	0.54	2,27	.59
Bauchkraft_post	1.32	2,27	.28
Bauchkraft_Follow - up	0.08	2,27	.92

Die Annahme der Gleichheit der Varianzen wird bei p<.05 verworfen. Die Homogenitätsprüfung zeigt, dass die Annahme der Gleichheit der Varianzen erfüllt ist. Eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung besteht bei p<.05. Da hier nur in einzelnen Variablen und nur in geringem Maße Abweichungen auftreten und die Varianzanalyse sehr robust ist, kann trotzdem die Normalverteilung der Daten angenommen werden (Bortz, 1999, S. 276).

Anhang C: Deskriptive Ergebnisse

Tabelle C 1: Mittelwerte und Standardabweichung für die Variablen der psychischen Gesundheit

Abhängige Variable	**Prä**	**Post**	**Fup**
	M (SD)	***M (SD)***	***M (SD)***
Angst			
VG 1	30.82 (9.36)	30.18 (7.44)	29.27 (6.48)
VG 2	34.60 (5.62)	31.70 (6.43)	31.70 (8.25)
KG	33.90 (7.79)	31.80 (6.96)	31.60 (9.54)
Depressivität			
VG 1	6.91 (6.12)	6.64 (5.78)	7.18 (5.72)
VG 2	7.40 (3.95)	6.40 (4.19)	5.90 (5.09)
KG	6.20 (4.69)	5.60 (3.86)	6.70 (5.46)

Anmerkung: N = 31. VG 1 *n* = 11, VG 2 *n* = 10, KG *n* = 10

Tabelle C 2: Mittelwerte und Standardabweichung für die Variablen der kognitiven Funktionen

Abhängige Variable	**Prä**	**Post**	**Fup**
	M (SD)	***M (SD)***	***M (SD)***
Kurzzeitgedächtnis			
VG 1	82.50(14.88)	89.91 (10.00)	97.78 (6.19)
VG 2	70.97 (19.05)	82.24 (13.83)	97.06 (7.59)
KG	81.39 (24.48)	92.86 (12.23)	100.90 (14.24)
Arbeitsgedächtnis			
VG 1	12.08 (1.50)	10.62 (2.36)	11.46 (1.90)
VG 2	11.43 (2.10)	11.64 (2.41)	12.14 (2.12)
KG	11.07 (2.02)	11.00 (2.35)	11.00 (1.96)
Wortflüssigkeit			
VG 1	24.00 (3.61)	25.69 (4.03)	25.85 (5.30)
VG 2	20.57 (3.90)	24.50 (4.94)	24.86 (4.11)
KG	22.29 (5.17)	22.57 (5.60)	24.64 (5.65)
Infogeschwindigkeit			
VG 1	95.47 (37.72)	81.77 (38.97)	78.85 (44.97)
VG 2	98.74 (52.26)	87.71 (37.95)	89.86 (41.02)
KG	97.69 (24.29)	87.29 (31.88)	80.36 (29.13)
Exekutive Funktionen			
VG 1	23.74 (11.47)	19.77 (9.57)	16.54 (6.98)
VG 2	21.53 (6.14)	17.14 ,(5.20)	15.79 (5.74)
KG	19.09 (9.09)	17.43 (7.72)	15.36 (7.88)

Anmerkung: N = 41. VG 1 *n* = 13, VG 2 *n* = 14, KG *n* = 14

Tabelle C 3: Mittelwerte und Standardabweichungen für die kognitiven Funktionen von Frauen und Männern

Abhängige Variable	**Prä**	**Post**	**Fup**
	M (SD)	***M (SD)***	***M (SD)***
Kurzzeitgedächtnis			
Frauen	80.43 (17.19	89.86 (11.18)	98.26 (8.64)
Männer	75.56 (23.38)	86.49 (14.39)	98.99 (11.53)
Arbeitsgedächtnis			
Frauen	11.27 (1.91)	10.59 (3.90)	10.91 (1.20)
Männer	11.79 (1.90)	11.68 (2.43)	12.26 (1.79)
Wortflüssigkeit			
Frauen	21.36 (3.66)	22.91 (3.90)	24.91 (4.63)
Männer	23.26 (5.06)	25.74 (5.70)	25.32 (5.43)
Infogeschwindigkeit			
Frauen	96.33 (28.46)	85.32 (31.87)	84.64 (40.68)
Männer	98.53 (49.02)	86.02 (40.21)	81.37 (35.98)
Exekutive Funktionen			
Frauen	18.80 (9.14)	16.50 (8.24)	14.77 (6.23)
Männer	24.41 (8.21)	19.90 (6.40)	17.16 (7.31)

Anmerkung: N = 41*. Frauen n* = 22*, Männer n* = 19

Tabelle C 4: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Variablen der körperlichen Leistungsfähigkeit

Abhängige Variable	**Prä**	**Post**	**Fup**
	M (SD)	***M (SD)***	***M (SD)***
Armkraft			
VG 1	22.08(4.27)	26.50 (5.25)	26.42 (4.50)
VG 2	20.10 (3.78)	25.60 (5.15)	24.80 (5.03)
KG	19.00 (4.00)	24.09 (5.67)	22.64 (6.02)
Beinkraft			
VG 1	16.67 (3.09)	18.75 (3.93)	20.42 (3.98)
VG 2	17.00 (3.13)	19.00 (3.27)	19.10 (4.84)
KG	15.82 (4.26)	17.91 (4.25)	18.64 (4.13)
Bauchkraft[a]			
VG 1	12.30 (9.23)	15.20 (9.27)	17.80 (9.65)
VG 2	13.70 (7.69)	17.40 (5.84)	19.10 (8.20)
KG	12.60 (8.49)	15.80 (7.61)	15.40 (8.98)
Ausdauer[b]			
VG 1	17.96 (1.78)	17.49 (1.67)	17.26 (1.46)
VG 2	18.99 (1.26)	18.09 (1.95)	17.93 (2.34)
KG	18.60 (1.69)	19.13 (1.02)	18.62 (1.17)

Anmerkung: N = 33. VG 1 *n* = 12, VG 2 *n* = 10, KG *n* = 11; [a] VG 1 *n* = 10, VG 2 *n*= 10, KG *n* = 10; [b] VG 1 *n* = 10, VG 2 *n* = 3, KG *n* = 4

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:

Dr. Ines Peffer und Dr. Katja Linde (Beratung zur Konzeption der Studie im Rahmen des Graduiertenkolloquiums des Instituts für Sportpsychologie)

Dr. Katja Linde und Dr. Tino Stöckel (Beratung zur Auswertung der Daten)

Weitere Personen waren an der geistigen Herstellung der Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und ist auch noch nicht veröffentlicht worden.

Ort, Datum

Unterschrift

Cathleen Illig
Name (maschinenschriftlich):