

Bereich Arbeitsmedizin
der Medizinischen Fakultät
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Der Einfluss unterschiedlicher Sportaktivitäten auf die kognitive
Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter

D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des Doktorgrades

Dr. med.

(doctor medicinae)

an der Medizinischen Fakultät
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

vorgelegt von Juliane Handtke

aus Halberstadt

Magdeburg 2016

Widmung

Ich widme diese Arbeit meinen Eltern und meiner Großmutter, die mich zu jeder Zeit unterstützt und mit voller Zuversicht während dieses Projekts begleitet haben.

Bibliografische Kurzfassung

Handtke, Juliane:

Der Einfluss unterschiedlicher Sportaktivitäten auf die kognitive Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter. – 2014. – 64 Bl., 42 Abb., 1 Tab., 28 Anl.

Kurzreferat

In dieser Studie werden die kognitiven Leistungen in unterschiedlichem Lebensalter einander gegenüber gestellt sowie die Einflüsse zweier verschiedener Sportprogramme auf die kognitive Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter betrachtet. Untersucht wurde ein Probandenkollektiv von 114 Personen im Alter von 62 bis 87 Jahren (n = 83) und 20 bis 33 Jahren (n = 31). Es erfolgte eine Einteilung der älteren Probandinnen und Probanden in drei Gruppen, von denen zwei Interventionsgruppen ein 60-minütiges Sportprogramm zweimal pro Woche über sechs Monate ausübten. Die erste Gruppe (n = 28) absolvierte ein altersadaptiertes Karatetraining, die zweite (n = 26) führte ein ebenso altersentsprechendes Fitnessprogramm aus. Die dritte Gruppe (n = 29) diente als Kontrollgruppe. Vor und nach dem 6-monatigen Training wurden verschiedene psychometrische Leistungsparameter der älteren Probandinnen und Probanden erfasst und äquivalent dazu die der 31 jüngeren. Die Ergebnisse zeigten einen signifikanten Unterschied zahlreicher kognitiver Funktionen in Abhängigkeit vom Lebensalter. Durch ein differenziertes Sporttraining ließen sich hingegen anhand dieser Studie keine Unterschiede der kognitiven Fähigkeiten der Seniorengruppe aufzeigen.

Schlüsselwörter

Kognitive Leistung, Alter, Fitness

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V
TABELLENVERZEICHNIS	VII
ANLAGENVERZEICHNIS	VII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	VIII
1 EINFÜHRUNG	1
2 LITERATURSTAND	3
2.1 Demographischer Wandel und Wandel der Arbeitswelt	3
2.2 Kognitive Leistungsfähigkeit im Alter	7
2. 3 Kognitive Fähigkeiten und Sport	14
3 ZIELSTELLUNG UND HYPOTHESEN.....	21
4 PROBANDEN UND METHODIK	22
4. 1 Probanden.....	23
4. 2 Studiendesign	25
4. 3 Methodik.....	27
4. 3. 1 Reaktionstest	27
4. 3. 2 Determinationstest.....	28
4. 3. 3 Corsi-Block-Tapping-Test.....	29
4. 3. 4 Test zur geteilten Aufmerksamkeit	31
4. 4 Statistik.....	33
5 ERGEBNISSE.....	34
5. 1 Demografische Daten und sportliche Aktivität der Stichproben	34
5. 2 Leistungsergebnisse.....	35
5. 2. 1 Leistungsergebnisse unter gruppenspezifischer Betrachtung.....	35
5. 2. 2 Leistungsergebnisse unter altersspezifischer Betrachtung	40
5. 2. 2. 1 Reaktionstest	40
5. 2. 2. 2 Determinationstest.....	41
5. 2. 2. 3 Corsi-Block-Tapping-Test	45
5. 2. 2. 4 Test zur geteilten Aufmerksamkeit.....	45
5. 2. 3 Leistungsergebnisse der Test-Retest-Untersuchungen der Älteren	46
5. 2. 3. 1 Reaktionstest	46
5. 2. 3. 2 Determinationstest.....	47
5. 2. 3. 3 Corsi-Block-Tapping-Test	49
5. 2. 3. 4 Test zur geteilten Aufmerksamkeit.....	50

6 DISKUSSION.....	57
6. 1 Altersspezifische Leistungsunterschiede	57
6. 2 Altersspezifische Leistungsunterschiede über einen andauernden Beanspruchungszeitraum	57
6. 3 Kognitive Leistungen in Abhängigkeit von sportlicher Aktivität	60
7 ZUSAMMENFASSUNG	68
LITERATURVERZEICHNIS.....	71
ANLAGEN	79
EHRENERKLÄRUNG.....	100
DANKSAGUNG	101
LEBENS LAUF	102
PUBLIKATIONSVERZEICHNIS	104

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Veränderungen im Arbeitsumfeld.....	6
Abb. 2 Beispieldarstellung des Reaktionstests.....	28
Abb. 3 Beispieldarstellung des Determinationstests	29
Abb. 4 Beispieldarstellung des Corsi-Block-Tapping-Tests	30
Abb. 5 Beispieldarstellung des Tests zur geteilten Aufmerksamkeit.....	31
Abb. 6 Differenzen der mittleren Reaktionszeit und mittleren motorischen Zeit des Reaktionstests	38
Abb. 7 Differenzen korrekter und falsch nachgetippter Würfel des CORSI-Tests	38
Abb. 8 Differenzen der unmittelbaren und Suprablockspanne des CORSI-Tests.....	38
Abb. 9 Differenzen der auditiven und visuellen medianen Reaktionszeit des TAP-Tests.....	38
Abb. 10 Differenzen der medianen Reaktionszeit des Determinationstests	39
Abb. 11 Differenzen zeitgerechter und korrekter Reaktionen des Determinationstests	39
Abb. 12 Differenzen verspäteter und falscher Reaktionen des Determinationstests	39
Abb. 13 Differenzen ausgelassener und gesamter Reaktionen des Determinationstests	39
Abb. 14 Reaktionszeiten im Altersvergleich bei dem Reaktionstest	40
Abb. 15 Reaktionszeit im Altersvergleich bei dem Determinationstest	41
Abb. 16 Zeitgerechte, Richtige und Gesamtzahl der Reaktionen im Altersvergleich, Determinationstest.....	42
Abb. 17 Verspätete, falsche und ausgelassene Reaktionen im Altersvergleich, Determinationstest.....	42
Abb. 18 Intervallergebnisse des Determinationstests: Reaktionszeiten im Altersvergleich	43
Abb. 19 Mediane Reaktionszeiten der Guppen im Intervallvergleich	43
Abb. 20 Intervallergebnisse des Determinationstests: Richtige Reaktionen im Altersvergleich.....	44
Abb. 21 Intervallergebnisse des Determinationstests: Zeitgerechte Reaktionen im Altersvergleich.....	44
Abb. 22 Intervallergebnisse des Determinationstests: Anzahl der Reaktionen im Altersvergleich.....	45
Abb. 23 Reaktionszeiten im Test zur geteilten Aufmerksamkeit im Altersvergleich	46
Abb. 24 Ausgelassene Reaktionen im Test zur geteilten Aufmerksamkeit im Altersvergleich.....	46
Abb. 25 Corsi-Block-Tapping-Test, Test-Retest-Vergleich	49
Abb. 26 Test zur geteilten Aufmerksamkeit, Test-Retest-Vergleich	50
Abb. 27 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich, Median der Reaktionszeit	52
Abb. 28 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich zeitgerechter und verspäteter Reaktionen	52
Abb. 29 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich falscher und ausgelassener Reaktionen	52
Abb. 30 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich, Anzahl und richtige Reaktionen	52
Abb. 31 Determinationstest, Median der Reaktionszeit, Intervall I.....	53
Abb. 32 Determinationstest, Median der Reaktionszeit, Intervall II.....	53
Abb. 33 Determinationstest, Median der Reaktionszeit, Intervall III	53
Abb. 34 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich zeitgerechter und richtiger Reaktionen, Intervall I.....	54
Abb. 35 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich zeitgerechter und richtiger Reaktionen, Intervall II.....	54
Abb. 36 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich zeitgerechter und richtiger Reaktionen, Intervall III.....	54

Abb. 37	Determinationstest, Test-Retest-Vergleich verspäteter und falscher Reaktionen, Intervall I.....	55
Abb. 38	Determinationstest, Test-Retest-Vergleich verspäteter und falscher Reaktionen, Intervall II.....	55
Abb. 39	Determinationstest, Test-Retest-Vergleich verspäteter und falscher Reaktionen, Intervall I.....	55
Abb. 40	Determinationstest, Test-Retest-Vergleich ausgelassener und gesamter Reaktionen, Intervall I.....	56
Abb. 41	Determinationstest, Test-Retest-Vergleich ausgelassener und gesamter Reaktionen, Intervall II.....	56
Abb. 42	Determinationstest, Test-Retest-Vergleich ausgelassener und gesamter Reaktionen, Intervall III.....	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Gruppeneinteilung der Probanden.....	34
--	----

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Ergebnisse des Reaktionstests älterer Probanden	79
Anlage 2 Gesamtergebnisse des Determinationstests älterer Probanden, Modus Reaktion	79
Anlage 3 Ergebnisse des Determinationstests älterer Probanden Intervall I, II und III ...	80
Anlage 4 Ergebnisse des Corsi-Block-Tapping-Tests älterer Probanden	81
Anlage 5 Ergebnisse des TAP-Geteilte Aufmerksamkeit älterer Probanden.....	81
Anlage 6 Ergebnisse des Reaktionstests jüngerer Probanden	82
Anlage 7 Gesamtergebnisse des Determinationstests jüngerer Probanden, Modus Reaktion	82
Anlage 8 Ergebnisse des Determinationstests jüngerer Probanden, Intervall I-III.....	83
Anlage 9 Ergebnisse des Corsi-Block-Tapping-Tests jüngerer Probanden	84
Anlage 10 Ergebnisse des TAP-Geteilte Aufmerksamkeit jüngerer Probanden	84
Anlage 11 Ergebnisse des Reaktionstests im Altersvergleich	85
Anlage 12 Regressionsgeraden des Rektionstests im Altersvergleich	85
Anlage 13 Gesamtergebnisse des Determinationstests im Altersvergleich, Modus Reaktion	86
Anlage 14 Ergebnisse des Determinationstests im Altersvergleich, Intervall I-III.....	87
Anlage 15 Ergebnisse des Corsi-Block-Tapping-Tests im Altersvergleich	88
Anlage 16 Ergebnisse des TAP-Geteilte Aufmerksamkeit im Altersvergleich	88
Anlage 17 Kovarianzanalyse des Reaktionstests.....	89
Anlage 18 Kovarianzanalyse des Determinationstests	89
Anlage 19 Kovarianzanalyse des CORSI-Block-Tapping-Tests	90
Anlage 20 Kovarianzanalyse des Tests zur geteilten Aufmerksamkeit	90
Anlage 21 Fortsetzung der Kovarianzanalyse des Tests zur geteilten Aufmerksamkeit	90
Anlage 22 Vergleich der Ergebnisse des Reaktionstests von Test und Retest- Untersuchung der einzelnen Gruppen älterer Probanden.....	91
Anlage 23 Fortsetzung der Ergebnisse des Reaktionstests von Test und Retest- Untersuchung der einzelnen Gruppen älterer Probanden.....	92
Anlage 24 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich	93
Anlage 25 Vergleich der Ergebnisse des Determinationstests von Test und Retest- Untersuchung der einzelnen Gruppen älterer Probanden.....	95
Anlage 26 Corsi-Block-Tapping-Test, Test-Retest-Vergleich	97
Anlage 27 Test zur geteilten Aufmerksamkeit, Test-Retest-Vergleich.....	98
Anlage 28 Fortsetzung des Tests zur geteilten Aufmerksamkeit, Test-Retest-Vergleich.....	99

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Alt-F	Altersfitness-Gruppe
AG	Arbeitsgedächtnis
BDNF	Brain Derived Nerval Factor
BEA-Studie	Studie „Bewegung einmal anders“
CORSI	Corsi-Block-Tapping-Test
CRUNCH	Compensation Related Utilization of Neural Circuits Hypothesis
DLPFC	Dorsolateraler präfrontaler Kortex
DT	Determinationstest
EEG	Elektroenzephalografie
fMRT	Funktionelle Magnetresonanztomographie
HAROLD	Hemispheric asymmetry reduction in old age
IGF-1	Insulin Like Growth Factor-1
Kar	Karategruppe
Kontr	Kontrollgruppe
Mill.	Millionen
MMSE	Mini-Mental State Examination
MW	Mittelwert
ms	Millisekunde
OvGU	Otto-von-Guericke-Universität
PASA	Posterior-anterior shifting in aging
PFC	Präfrontaler Kortex
PST	Processing Speed Theory
PR	Prozentrang
RCS	Randomisierte kontrollierte Studie
RT	Reaktionstest
RW	Rohwert
RZ	Reaktionszeit
SBS	Supra-Blockspanne
SD	Standardabweichung
TAP	Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung
UBS	Unmittelbare Blockspanne
VG	Verarbeitungsgeschwindigkeit

1 Einführung

Verbesserte Hygienebedingungen wie die Trinkwasserqualität, öffentliche Abwassersysteme und die Lebensmittelaufbereitung, große medizinische Fortschritte wie Impfungen, Frühdiagnostik, Pharmakotherapien und grundlegende Änderungen in der Arbeits- und Sozialstruktur prägen unseren heutigen, westlichen Lebensstandard in Deutschland. Resultierend daraus können wir eine sinkende Säuglingssterblichkeit sowie eine tendenziell steigende Lebenserwartung der Bevölkerung verbuchen.

Aktuelle Daten des statistischen Bundesamtes bekräftigen die äußerst kritische und vielfach diskutierte Tatsache der steigenden Alterstendenz in der Bevölkerung allgemein, aber auch der Erwerbstätigen in Deutschland. Über einen längeren Zeitraum zeichnete sich ab, dass die deutsche Bevölkerung im Durchschnitt immer älter wird und sich damit eine Vielzahl neuer Problemstellungen für die Gesellschaft, aber auch für die Arbeitsmedizin, aufwerfen. Die Politik reagierte bereits mit der Einführung des Gesetzes zum Renteneintrittsalter ab 67, welches zum Januar 2012 in Kraft trat und eine erste Anpassungsmaßnahme an die Bevölkerungsentwicklung darstellt. Die Intention, die Erwerbstätigen länger im Beruf zu halten, soll sowohl die angespannte finanzielle Situation der Rentenkassen als auch die der künftigen Generationen entlasten.

Sicher nachvollziehbar ist der Arbeitsalltag an sich schon mit einigen Herausforderungen verbunden. Das zunehmende Lebensalter stellt zusätzlich einen nicht unerheblichen erschwerenden Einflussfaktor dabei dar.

Fragen, die sich daraus ergeben und heutzutage immer mehr von Bedeutung sind, befassen sich daher mit dem Älterwerden, dem gesunden und erfolgreichen Altern. Diesem sowie dem langfristigen Erhalt der eigenen Gesundheit und der Selbstständigkeit widmeten sich die Eheleute Baltes (1990) in ihrer Veröffentlichung „Successful aging: perspectives from the behavioural science“. Ein modernes Gesundheitsbewusstsein wird geweckt, um vorausschauend, pflichtbewusst und vor allem selbstwirksam mit dem Thema Altern umzugehen. Dass sich regelmäßige Bewegung sowie ein abwechslungs- und vitaminreiches Ernährungsverhalten positiv auf die Gesundheit auswirken, gehört bereits zum guten Allgemeinwissen und die Umsetzung dieser

primärpräventiven, verhaltensorientierten Gesundheitsstrategien im Alltag und im Rahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung findet immer mehr Beachtung in weiten Teilen der Bevölkerung.

Viele Fachbereiche und wissenschaftliche Disziplinen beschäftigen sich bereits intensiv mit der Fragestellung nach dem erfolgreichen Älterwerden, da mit dieser Entwicklung neue Anforderungen an die verschiedenen Lebensbereiche verbunden sind.

Ein wesentlicher und unerlässlicher Teil ist die Arbeitswelt. Der Anteil älterer Erwerbstätiger an der gesamten Arbeitnehmerschaft in Betrieben steigt (Richter et al. 2012), was durch verschiedene Faktoren bedingt ist. Einerseits lässt sich der Trend des demographischen Wandels wiederfinden, andererseits beginnt die Aufnahme der Erwerbstätigkeit in immer höherem Lebensalter. Veränderungen, die mit zunehmendem Lebensalter einhergehen, betreffen sowohl körperliche als auch geistige Fähigkeiten. Daher stellt sich als wesentliche Aufgabe der Arbeitsmedizin als präventives Fach, die Leistungsfähigkeit der Beschäftigten bestmöglich zu erhalten und zu fördern.

Diverse Studien, welche im folgenden Kapitel ausführlich besprochen werden, diskutieren einen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und geistiger Fitness.

Die vorliegende Studie „BEA - Bewegung einmal anders“ beschäftigt sich mit der Untersuchung und Evaluierung des Einflusses verschiedener Sportaktivitäten auf die kognitive Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter sowie der Analyse kognitiver Fähigkeiten in unterschiedlichen Altersgruppen.

2 Literaturstand

Der demographische Wandel in Deutschland beschäftigt Mediziner, Psychologen, Soziologen, Politiker und Gesellschaftsforscher schon mehrere Jahre. Die Arbeitsmediziner stehen vor neuen Herausforderungen. Wesentlich für die Einschätzung der heutigen und zukünftigen Lebenssituation ist die demographische Entwicklung unserer Bevölkerung. Finanzielle Spannungen lasten auf den Schultern unserer Arbeitnehmer, resultierend aus den im 19. Jahrhundert von Otto von Bismarck so in seiner Form erstmalig eingeführten sozialen Sicherungssystemen wie der gesetzlichen Rentenversicherung.

2.1 Demographischer Wandel und Wandel der Arbeitswelt

Als gesicherter Fakt gilt – die deutsche Bevölkerung altert. Der Anteil der unter 60- Jährigen sinkt, die Alterungspyramide verlagert sich zugunsten älterer Menschen.

Im Jahr 2011 lebten in Deutschland rund 16,9 Mill. Menschen im Alter von 65 Jahren und älter. Sie stellen damit einen Anteil von 20 % an der Gesamtbevölkerung mit einem steigenden Trend in den Folgejahren.

Nach Vorausberechnung des statistischen Bundesamtes (Statistisches Bundesamt 2012) kann bei konstanter Geburtenrate bis zum Jahr 2060 der Bevölkerungsanteil der 20 bis 64-Jährigen um 13 % sinken, der der über 65-Jährigen bis zu 4 % ansteigen. Im ungünstigeren Fall sinkt weiterhin die Geburtenrate wie bereits in den vergangenen 15 Jahren, was die finanzielle Konfliktsituation des sozialen Sicherungssystems verschärfen würde.

Als weiterer ursächlicher Faktor dieser gesellschaftlichen Entwicklung gilt die steigende Lebenserwartung. Demnach liegt sie in der Bundesrepublik Deutschland für männliche Neugeborene im Jahr 2009/11 durchschnittlich bei 77,7, für weibliche bereits bei 82,7 Lebensjahren (Statistisches Bundesamt 2013).

Aus diesen Entwicklungen resultieren gesamtgesellschaftliche Probleme, da finanzielle Forderungen für die gesetzlichen Alterssicherungssysteme wie Beiträge für Kranken- und Pflegeversicherungen auf den Schultern immer weniger Arbeitnehmer lasten. Derzeit finanzieren 100 Arbeitnehmer rund 25

Rentner, im Jahre 2020 sollen es bereits 35 Rentner und 2050 sogar 50 Rentner sein (Velladics & Liedke 2004). Ein Rentner auf zwei Erwerbstätige, eine Situation, die für eine Gesellschaft auf Dauer nicht tragbar sein kann.

Diesem Konflikt soll mit dem Bundestagsbeschluss von 2007 zur schrittweisen Anhebung des Renteneintrittsalters entgegengewirkt werden. Jetzt schon aktuell und in naher Zukunft noch deutlicher, soll sich der Anteil älterer Arbeitnehmer im Berufsleben erhöhen. Im Jahr 2005 zählte das statistische Bundesamt 42,6 Mill. Erwerbstätige in Deutschland (Statistisches Bundesamt, Heft 4, 2009), für das Jahr 2020 wird ein Rückgang um ca. 3,1 Mill. Erwerbspersonen bzw. 7 % vorausberechnet und zwischen 2020 und 2030 könnte sich dieser noch um 4,5 Mill. erhöhen. Die Zahl der Erwerbstätigen läge dann lediglich noch bei 35 Mill. Die Vorausberechnungen wurden unter der Annahme der Status-Quo-Variante mit einer konstanten Zahl der Erwerbsquote vorgenommen. Unter dieser Voraussetzung kann lediglich Hamburg mit einer Zunahme der Zahl der Erwerbstätigen rechnen, die stärksten Rückgänge lassen sich in den neuen Bundesländern finden, vorrangig in Sachsen-Anhalt mit einem Minus von rund 25 %.

Die Tendenz zeigt jedoch einen erheblichen Anstieg an 50-jährigen und älteren Erwerbspersonen bis zum Jahr 2020. Belegte die statistische Erhebung 2005 noch einen Anteil von 25,8 % an 50-jährigen und älteren Arbeitnehmern, so zeigen die Vorausberechnungen für das Jahr 2020 einen Anstieg auf ca. 35 %, verbunden mit einem erneuten Rückgang auf ca. 32 % bis zum Jahr 2030 nach verschiedenen Berechnungsprinzipien (Statistisches Bundesamt, Heft 4, 2009). Damit läge dieser immer noch auf einem erheblich höheren Niveau als aktuell und impliziert, dass die Last der sozialen Sicherungssysteme von einer immer kleineren Gruppe Erwerbstätiger jüngeren und höheren Lebensalters getragen werden muss.

Dies hat weitreichende Konsequenzen für die Zukunft zur Folge. Neben der Veränderung der Altersgruppenverteilung lassen sich noch weitere Aspekte anführen, die einen Wandel der Arbeitswelt mitgestalten.

Die Entwicklung der Arbeitsstruktur im Erwerbssystem erfolgte von der Produktions- über die Dienstleistungs- hin zur Informationsgesellschaft. Im 21. Jahrhundert angekommen, befinden wir uns nun auf dem Pfad der Informations- und Kommunikationstechnologie. Das bedeutet, dass die

Aufgaben, die sich an den Menschen stellen, vorwiegend im Erstellen, der Kontrolle und Überprüfung von maschinellen und automatisierten Arbeitsabläufen liegen. Neue Berufsfelder werden geschaffen, die Arbeitsverhältnisse variieren. Von einem klassischen Vollzeitbeschäftigungsverhältnis wird sich abgewandt, um Raum für Minijobs, Zeitarbeit oder befristete Beschäftigungsverhältnisse wie etwa Trainee-Programme zu schaffen. Die geforderte Flexibilität und dauerhafte Erreichbarkeit erschweren es, die Grenze zwischen Arbeit und Freizeit zu ziehen. Beispielsweise arbeitet ein Großteil der Beschäftigten über das im Arbeitsvertrag festgelegte Zeitpensum hinaus (Brenscheidt et al. 2011). Ca. ein Drittel der Beschäftigungsverhältnisse sehen vertraglich geregelte Arbeitszeiten zwischen 40 und 48 Stunden vor. Die Realität zeigt jedoch, dass rund 45 % der Erwerbstätigen 40 bis 48 Stunden pro Woche arbeiten, 11,5 % geben sogar Arbeitszeiten zwischen 48 und 60 Stunden an (Brenscheid et al. 2011). Die rasante Entwicklung neuer Technologien ist mit einem hohen Maße an Einarbeitung, Anpassungs- und lebenslanger Lernfähigkeit von Seiten der Arbeitnehmer verbunden. Laut Befragung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin gaben mehr als die Hälfte der im akademischen Bereich tätigen Arbeitnehmer an, vor gerade einmal zwei Jahren komplett neue Computerprogramme erhalten oder zumindest eine Umstrukturierung erfahren zu haben (Abb. 1).

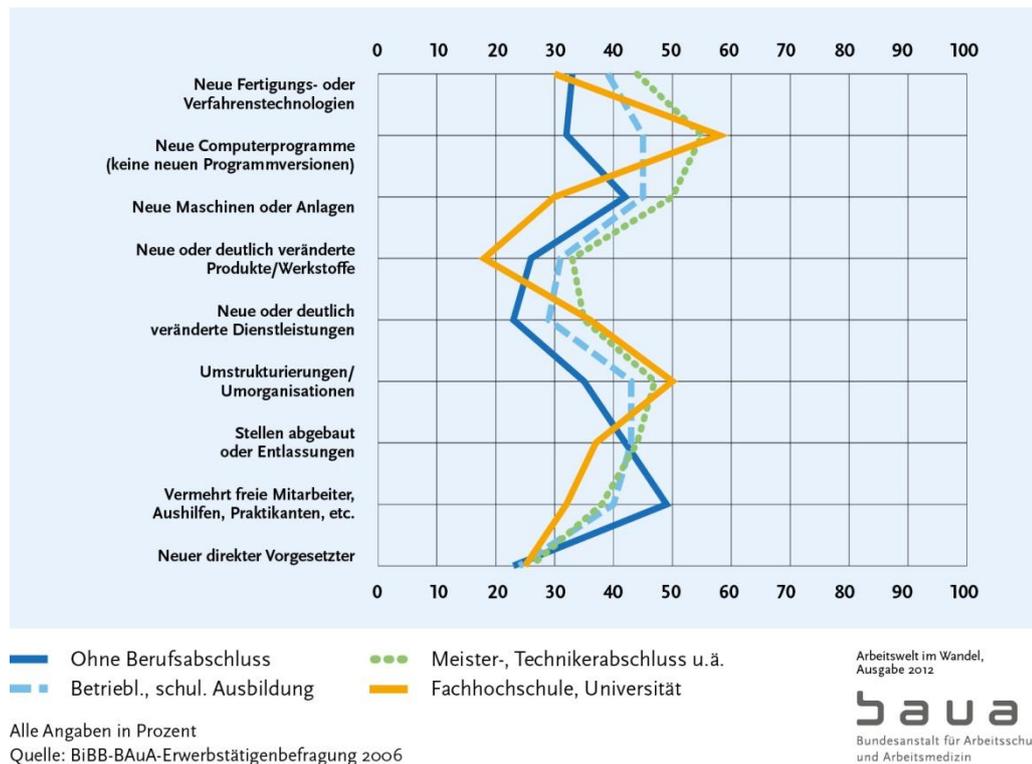


Abb. 1 Veränderungen im Arbeitsumfeld

Die Anforderungen, die sich an den Arbeitnehmer stellen, sind nur noch selten rein körperlicher Natur. Der moderne Arbeitnehmer muss überprüfen, koordinieren und organisieren können, was seine geistigen Fähigkeiten verlangt. So befanden sich im Jahr 2011 bundesweit 75 % aller Arbeitsplätze im Dienstleistungssektor (Statistisches Bundesamt 2012). Zu den besonders gefragten Qualifikationen zählen die Problemlösungskompetenz, das eigenständige Treffen schwieriger Entscheidungen sowie die Erledigung sehr verschiedener und vielfältiger Aufgaben. Demnach gewinnt die geistige Leistungsfähigkeit zunehmend an Bedeutung im modernen Arbeitsalltag.

Die beobachteten Veränderungen der gesellschaftlichen Altersstruktur stellen jedoch kein alleiniges Phänomen der deutschen Bevölkerung dar. Ein Blick in die Nachbarländer des westlichen Europas offenbart ähnliche Verhältnisse. 2011 betrug in Österreich der Anteil der über 65-Jährigen an der Gesamtbevölkerung 17,7 %, prognostiziert in Hinblick auf die erwarteten demographischen Veränderungen wird für das Jahr 2030 ein Anstieg auf mehr als 25 %, für das Jahr 2060 auf 28,9 % erwartet (Statistik Austria 2013). In Frankreich befindet sich dieser Anteil mit 16,8 % im europäischen Durchschnitt, in Schweden mit 18 % bereits etwas über diesem. In Portugal wurde ein steigender Anteil über-65-Jähriger von 17,9 % im Jahr 2009 auf 18,2 % in 2010

dokumentiert, welcher nach Vorausberechnungen für das Jahr 2060 bis auf 32,3 % steigen kann (Eurostat 2012).

2.2 Kognitive Leistungsfähigkeit im Alter

Kognitive Fähigkeiten werden oft mit dem Überbegriff Intelligenz ausgedrückt, wobei in der Forschung verschiedene Erklärungsansätze existieren. Ausgehend vom Zweifaktorenmodell wird zwischen fluider und kristalliner Intelligenz unterschieden (Horn & Cattell 1966). Eng damit verbunden ist die Beschreibung nach Baltes et al. (1999), welche die Intelligenzstruktur über die Lebensspanne betrachten und eine Einteilung in mechanische und pragmatische Intelligenz vornehmen. Unter der mechanischen Intelligenz sind beispielsweise die Geschwindigkeit und Genauigkeit der Informationsverarbeitung sowie die Merkfähigkeit zusammengefasst, beschrieben als „handwerkliche“ Voraussetzungen zum Ausüben kognitiver Tätigkeiten. Neben der mechanischen spiegelt die pragmatische Intelligenz das über die Lebenszeit erlangte Wissen, also die Lebenserfahrung, kulturelle Nuancen, deren Nutzen und Sprachvermögen wider (West 1996). Dazu zählen auch die emotionale Kompetenz oder Altersintelligenz, das Verstehen menschlicher Gefühle sowie der Umgang mit ihnen. Während die mechanische Intelligenz altersbedingte Änderungen über die Zeit aufweist, bleibt die pragmatische Intelligenz sehr stabil, da diese durch ständige Anwendung im Alltag genutzt wird (Baltes et al. 1999).

Die Grundlage der mit zunehmendem Lebensalter beobachteten Modifikationen bilden physiologische Ab- und Umbauprozesse. Ein allgemeiner zellulärer Verlust sowie eine Zellschrumpfung und –atrophie finden sich in den einzelnen Organsystemen, wie auch dem zentralen Nervensystem. Einige Hirnareale sind vom Zelltod stärker betroffen und reagieren darauf sensibler, wodurch sich altersbedingte Änderungen der kognitiven Fähigkeiten äußern.

In der Literatur wird über eine hippokampale Volumenreduktion mit zunehmendem Alter diskutiert (Sullivan et al. 2005), was direkt zu einer Beeinträchtigung des episodischen Gedächtnisses führt (Golomb et al. 1996). Auch steht die Erkrankung des Morbus Alzheimer in Verbindung mit einer hippokampalen Schrumpfung (Buckner et al. 2004). Andere Areale hingegen, wie der anteriore zinguläre Kortex, weisen keinerlei altersbedingte Rückgänge

auf (Fjell et al. 2009). Neben einem allgemeinen Rückgang kortikaler Strukturen wird in der Literatur vorrangig eine neuronale Umstrukturierung für altersbedingte Änderungen und Defizite angeführt. Dies wurde in einer Studie von Cabeza et al. (2004) durch ein unterschiedliches elektrophysiologisches Muster der neuronalen Aktivität bei älteren und jüngeren Probandinnen und Probanden aufgezeigt. Um gleichen Leistungsanforderungen gerecht zu werden, nutzte die ältere Probandengruppe andere neuronale Schleifen als die jüngere (Cabeza et al. 2002). In drei zu absolvierenden Testverfahren zur Untersuchung des Arbeitsgedächtnisses, der visuellen Aufmerksamkeit und des Wiederabrufens aus dem episodischen Gedächtnis zeigten die älteren Probandinnen und Probanden in der fMRT-Betrachtung eine schwächere okzipitale Aktivität verbunden mit einer stärkeren präfrontalen und parietalen Aktivität verglichen mit den Jüngeren. Ähnliche altersbedingte Unterschiede im neuronalen Verteilungsmuster wurden in der Studie von Reuter-Lorenz und Sylvester (2005) beobachtet, die bei Beanspruchung des Arbeitsgedächtnis sowie Abspeicherungsvorgängen eine verstärkte Aktivierung des dorsolateralen präfrontalen Kortex (DLPFC) bei Älteren messen konnten, bei Jüngeren eher des ventrolateralen präfrontalen und des posterioren parietalen Kortex. Der DLPFC gilt als zentrale Instanz zur Vermittlung der exekutiven Funktionen.

Altersbezogene strukturelle Umbauvorgänge des Gehirns wurden mehrfach für das Areal um den präfrontalen Kortex (PFC) beschrieben, welches als das neuronale Äquivalent für beobachtete Änderungen des Arbeitsgedächtnisses in höherem Alter gilt. Damit stehen auch die Nervenbahnen der weißen Substanz und spezifische Neurotransmitter-Systeme (z. B. Dopamin) in engem Zusammenhang (Charlton et al. 2006). Cappell et al. (2010) nutzten in ihrer Studie die ereigniskorrelierte fMRT zur Demonstration altersbedingter Aktivitätsänderungen bei Beanspruchung des Arbeitsgedächtnisses. Ausgehend vom Modell der „Compensation Related Utilization of Neural Circuits Hypothesis“ (CRUNCH), nach dem eine zusätzliche neuronale Ressourcen-Akquirierung bei Älteren erfolgt, um vergleichbare Ziele wie Jüngere mit weniger Ressourcen-Bereitstellung zu erreichen (Reuter-Lorenz & Cappell 2008), wurde eine Rekrutierung präfrontaler exekutiver Prozesse erwartet. Entsprechend der theoretischen Annahmen wurde eine Überaktivierung im Bereich des DLPFC der älteren Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer bei geringerer Anforderung des Arbeitsgedächtnisses (AG)

gefunden, wobei die globale Leistungsfähigkeit der verschiedenen Altersgruppen unter Beanspruchung des verbalen Arbeitsgedächtnisses vergleichbar war. Gleichzeitig wurde eine Unteraktivierung desselben Bereiches bei den Älteren im Vergleich zu den Jüngeren als Resultat höchster Beanspruchung des Arbeitsgedächtnisses demonstriert. Hier lag eine Abnahme der beobachteten Leistung der Älteren vor.

Das Arbeitsgedächtnis gehört zu den Prozessen der kurzzeitigen Speicherung und Veränderung eingehender Informationen, welche zur Ausführung komplexer, zeitlimitierter Aufgaben benötigt werden wie z. B. Lernen, Verstehen, Planen, Schlussfolgern und Entscheidungsfindung (Missonnier et al. 2004).

Es dient der Entschlüsselung aufgenommener Informationen über die sensorische Verarbeitung und Abspeicherung in kurzzeitige Puffer und einer ständigen Erneuerung dieser sowie der Aktivierung exekutiver Prozesse.

Zur Erklärung der Umstrukturierung des alternden Gehirns werden verschiedene Modelle wie das HAROLD- und PASA-Modell angeführt (Cabeza et al. 2002, Daselaar et al. 2006, Davis et al. 2008). Dem HAROLD-Modell liegt die Abnahme der hemisphärischen Asymmetrie bei gleichzeitiger Steigerung bilateraler frontaler Aktivierungsmuster mit steigendem Alter zugrunde. Das PASA-Modell beruht auf einem altersinduzierten „posterior-anterior-shift“, der verringerten Aktivität posteriorer corticaler Areale verbunden mit einer Steigerung der frontalen.

Wesentliche Erkenntnisse dazu brachte die Studie von Mattay und Koautoren (2006), in der jüngere und ältere Probandinnen und Probanden unter fMRT-Beobachtung eine modifizierte Version des n-back Tests bearbeiteten. Solange die Älteren ebenso gute Leistungen wie die Jüngeren erbrachten, wurde eine zusätzliche bilaterale Aktivierung präfrontaler kortikaler Areale bei ihnen beobachtet. Bei steigendem Schwierigkeitsgrad der Aufgaben und höherer Anforderung an das Arbeitsgedächtnis wiesen die älteren Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer schlechtere Leistungen auf als die jüngeren, was mit einer reduzierten Aktivität des PFC einherging. Die Ergebnisse ließen einen von Älteren genutzten Kompensationsmechanismus diskutieren, indem zusätzliche kortikale Regionen aktiviert werden, um eine gleichbleibende Leistung aufrecht zu erhalten. Dieser bewegt sich jedoch in kapazitätslimitierten Grenzen, da bei erhöhter Beanspruchung des AGs die

Aufgabenanforderung nicht mehr bewältigt werden kann und ein Leistungsrückgang bei Älteren auftritt.

Die Ergebnisse der Studie von Daffner et al. (2011) bestätigten ebenfalls die Modellvorstellungen HAROLD, PASA sowie CRUNCH. Es wurden die Veränderungen des AGs unter alters- sowie leistungsspezifischen Gesichtspunkten nachgewiesen. Jüngere und ältere Probandinnen und Probanden absolvierten den n-back Test mit drei Schwierigkeitsstufen. Nach korrekten Angaben in der 2-back Testbedingung wurden sie in die Untergruppen mit mehr und weniger erbrachten Leistungen unterteilt. Zusätzliche anteriore und rechtshemisphärische Hirnaktivitäten wurden bei den Älteren beobachtet. Die neuronale Arbeitsleistung und die Kapazität, mehr Ressourcen für die Aufgabenbewältigung zur Verfügung zu stellen, unterschieden sich zwischen mehr und weniger Leistenden beider Altersgruppen. Bei geringer Aufgabenanforderung nutzten besser Leistende weniger Ressourcen als die weniger Leistenden. Bei steigender Aufgabenschwierigkeit konnten die besser Leistenden eher zusätzliche Ressourcen für die Entscheidungsfindung aufbringen als die weniger Leistenden. Allen Gruppen gemein war eine erhöhte Ressourcenaufwendung für die Aufmerksamkeitsleistung bei hoher Aufgabenschwierigkeit. Dies legt die Vermutung nahe, dass die Prozesse zur Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit und der Entscheidungsfindung einen gemeinsamen Pool an kapazitätslimitierten Ressourcen nutzen. Bei erhöhter Aufgabenschwierigkeit müssen demnach mehr Ressourcen für den Prozess der Aufmerksamkeit aufgewandt werden, sodass weniger zur Entscheidungsfindung verfügbar sind. Die Kapazität ist bei weniger Leistenden bei geringerer Aufgabenschwierigkeit erreicht. Dies wird deutlich im Modell der „Integrierten Ressourcenverteilung“ nach Kanfer und Ackerman (1989,1996) beschrieben, indem die individuelle Leistung als eine Verbindung aus relativer Aufmerksamkeitskapazität, Aufgabenanforderung und Motivation definiert ist. Es wird angenommen, dass motivationsfördernde Eingriffe einen Einfluss auf die kognitive Leistungsfähigkeit nehmen. Diese Hypothese bestätigten Druke et al. (2012), wobei den jüngeren und älteren Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern im Flanker-Test als Motivationsanreiz ein Leistungs-Feedback dargeboten wurde. Dies führte zu verbesserten exekutiven Fähigkeiten der Jüngeren auf Kosten ihrer Fehlerzahl. Die Älteren begingen

ebenfalls mehr Fehler, jedoch ohne einen leistungssteigernden Effekt des Feedbacks. Erklärungsansätze sehen eine Leistungsgrenze der Älteren, die mit der Aufgabenbearbeitung bereits erreicht ist, sodass das Feedback keinen vorteilhaften Einfluss mehr auf die Exekutivfunktionen nehmen kann, sondern eher ablenkend wirkt. Der Effekt wird in der schlechteren Flexibilität der Ressourcenverteilung Älterer vermutet (Tsang & Shaner 1998).

Dass die frontalen Hirnareale, welche für die Verwaltung exekutiver Funktionen zuständig sind, vom Alterungsprozess stärker betroffen sind als andere Regionen, wurde in mehreren Untersuchungen beobachtet und in der „Frontal-lobe Hypothesis of Cognitive Aging“ zusammengefasst (West 1996, Raz 2000, Tisserand & Jolles 2003, Raz & Rodrigue 2006).

Viele bislang angeführte altersbedingte Veränderungen der kognitiven Fähigkeiten sind genereller Natur, wobei Salthouse (1996) ausführlich auf eine bedeutsame interindividuelle Variabilität der differenzierten Alterseffekte hinweist. Im Fokus der altersbedingten Veränderungen und Defizite sieht er die mit steigendem Alter einhergehende verlangsamte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, welche Grundlage der „Processing Speed Theory“ (PST) ist. Die elementare Aussage dieser Theorie besteht in der Abnahme der allgemeinen Verarbeitungsgeschwindigkeit (VG) kognitiver Prozesse mit steigendem Alter, welche Änderungen in der Gedächtnisleistung und weiteren kognitiven Funktionen bedingt. Die PST basiert auf zwei entscheidenden Mechanismen. Der „limited time mechanism“ beruht darauf, dass relevante kognitive Operationen zu langsam ausgeführt werden, um in der verfügbaren Zeit erfolgreich abgeschlossen zu werden. Laut des „simultaneity mechanism“ führt eine verlangsamte VG zu einer reduzierten Anzahl gleichzeitig verfügbarer Informationen im AG, welche für höhere Leistungsanforderungen benötigt werden. Die altersbedingte Senkung der VG stellt nach Salthouse (1996) die Hauptursache für die Variabilität des AG mit zunehmendem Alter dar.

Missonnier et al. (2004) beabsichtigten, in EEG-Untersuchungen eine Darstellung des elektrophysiologischen Korrelats der Beanspruchung des AGs zu erhalten, um altersbedingte Änderungen aufzuzeigen. In dem Versuch wurde von jüngeren und älteren Probandinnen und Probanden während der Bearbeitung des 1-/2-back-Tests die ereigniskorrelierte Potentialkomponente abgeleitet. Die Ergebnisse zeigten eine gestiegene Dichte der

Potentialkomponente bei den Jüngeren im Zusammenhang mit größerer Gedächtnisanstrengung. Bei den Älteren war dies nicht der Fall, was beweisend ist für altersbedingte Defizite in der Rekrutierung posteriorer kortikaler Neurone bei erhöhter AG-Anforderung sowie für die angeführte Kompensationshypothese. Da es Älteren dennoch gelingt, höhere AG-Aufgaben erfolgreich zu meistern, könnte eine plastische Reorganisation der kortikalen Netzwerke mit steigendem Lebensalter verbunden sein, wodurch kognitive Leistungsrückgänge kompensiert werden können. Bekräftigend sind die Beobachtungen von Jennings et al. (2005), die für ihren Versuch den regionalen, zerebralen Blutfluss von unbehandelten Hypertonikerinnen und Hypertonikern und Blutdruck-Gesunden unter Beanspruchung des räumlichen und verbalen AG verfolgten. Sie konnten eine verminderte parietale und präfrontale Blutfluss-Aktivität begleitet von einem kompensatorischen amygdalaren-hippokampalen Blutfluss bei Hypertonikerinnen und Hypertonikern feststellen sowie die Bedeutung vaskulärer Einflussfaktoren für kognitive Kontrollfunktionen und das AG aufzeigen. Kompensatorische Prozesse zur Erhaltung der kognitiven Leistungsfähigkeit im hohen Alter können demnach auf einer verstärkten Inanspruchnahme der Mittelhirnstrukturen basieren.

Head et al. (2008) gingen der Frage nach, ob den verschiedenen Faktoren wie Unterschiede in der Hirnstruktur, der exekutiven Funktionen und der VG eine direkte oder vermittelnde Rolle für altersbedingte Änderungen des episodischen Gedächtnisses zukommt. Wie vermutet, wurde eine reguläre Abnahme des Hirnvolumens sowie der kognitiven Leistungsfähigkeit mit zunehmendem Alter bestätigt. Während ein direkter Zusammenhang zwischen hippocampalem Volumen und episodischem Gedächtnis besteht, beeinflusst das Volumen des PFC die Gedächtnisleistung über einen mehrstufigen Weg, indem es limitierenden Einfluss auf das AG und die Inhibitionskontrolle nimmt (Head et al. 2008). Die altersbedingte Verlangsamung geht direkt mit einer verringerten Effizienz der temporalen Verarbeitung, dem AG und der Inhibitionskontrolle einher, womit die Ergebnisse dieser Studie von Head et al. (2008) die PST von Salthouse (1996) bekräftigen. Begrenzte temporale Verarbeitungsprozesse beeinflussen das AG laut Head und Kollegen direkt (2008).

Einen generellen Alterseffekt stellt die Verschlechterung der Reaktionsfähigkeit dar, was in einigen Studien beschrieben wird (Missonnier et al. 2004, Tournon et al. 2004, Mattay et al. 2006).

Touron und Mitarbeiter (2004) fanden in ihrer Studie neben einer allgemein angestiegenen Reaktionszeit bei Älteren eine langsamere Verbesserung dieser bei Problemwiederholungen im Vergleich zu jüngeren Probandinnen und Probanden. Wesentlicher Inhalt der Studie war jedoch die Demonstration altersbezogener Defizite der kognitiven Verarbeitungsprozesse bei Berechnung und Wiederabrufen von Problemlösungen aus dem Gedächtnis sowie dem Wechsel zwischen den beiden Bearbeitungsstrategien. Es begründet den erschwerten Prozess des Lernens sowie der Aneignung neuer Fähigkeiten in Verbindung mit einem Strategiewechsel Älterer in einem assoziativen Gedächtnisdefizit sowie einem gewissen Widerwillen dem Wiederabrufen aus dem Gedächtnis gegenüber.

Zusammenfassend bestätigen zahlreiche Studien einen altersbedingten Rückgang der kognitiven Fähigkeiten, der sich auf verschiedenen Ebenen äußert. Einige Prozesse sind dabei stärker (AG, VG, Reaktionsgeschwindigkeit), andere weniger betroffen. Das Verständnis über die grundlegenden Mechanismen der veränderten kognitiven Prozesse in fortschreitendem Lebensalter erlaubt und ermöglicht die Forschung nach Einfluss- und Modulationsfaktoren dieser.

2. 3 Kognitive Fähigkeiten und Sport

Im folgenden Kapitel soll der Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität/Fitness und kognitiven Fähigkeiten besprochen werden.

Viele Studien existieren, die sich mit diesem Thema intensiv auseinandersetzen, ohne jedoch in einen einheitlichen Konsens zu münden. Zuerst gilt es, die sportliche Aktivität aufgrund von ausgeübter Dauer und Regelmäßigkeit in chronisch und akut zu unterteilen, um die durchgeführten Interventionsstudien beurteilen zu können. Die Effekte dieser unterschiedlichen Aktivitätsformen auf die kognitiven Fähigkeiten sollen auf verschiedenen Mechanismen basieren (Pesce et al. 2012) und begründen die Vielzahl möglicher Erklärungstheorien. In den meisten betrachteten Studien erfolgte eine Aufteilung der Versuchsteilnehmerinnen und Versuchsteilnehmer in Interventions-(Sport-) und Kontrollgruppe, wie es auch bei der vorliegenden gehandhabt wurde.

Der Forschungsgruppe um Fabre et al. (2002) gelang es einen positiven Effekt von Ausdauertraining auf die kognitive Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter nachzuweisen. Die in verschiedene Gruppen unterteilten Probandinnen und Probanden im Alter zwischen 60 und 76 Jahren absolvierten entweder ein aerobes Fitnesstraining, eine mentale Übungseinheit oder die Kombination beider Interventionsformen. Die stärksten Verbesserungen der kognitiven Fähigkeiten, hier speziell die Gedächtnisleistung, wiesen dabei jene Versuchspersonen auf, welche die Kombination beider Trainingseinheiten ausführten. Kramer et al. (2002) zeigten ebenfalls einen Leistungsanstieg der exekutiven Funktionen einer Probandengruppe zwischen dem 60. und 75. Lebensjahr nach 6-monatigem, intensivem Aerobic-Walking-Training.

Masley et al. (2008) teilten in einer randomisierten kontrollierten Studie (RCS) über die Effekte bestimmter modifizierter Lebensstiländerungen 56 Probandinnen und Probanden im Alter von 21 bis 64 Jahren in eine Kontroll- und Interventionsgruppe ein. Über 10 Wochen erhielt die Interventionsgruppe eine bestimmte Ernährungszusammensetzung bestehend aus mehr als 30 g Ballaststoffen und weniger als 16 g gesättigter Fettsäuren täglich. Zudem wurden sie angewiesen, ein Krafttraining dreimal pro Woche zu absolvieren sowie 70-85 % ihrer maximalen Herzfrequenz 5-6mal pro Tag zu erreichen. Hinzu kam noch eine tägliche 10-20-minütige Trainingseinheit zum

Stressabbau. Während die Probandinnen und Probanden zwar in einzelnen Tests manche kognitive Parameter signifikant verbesserten, verglichen mit ihren Ausgangswerten (z. B. Verarbeitungsgeschwindigkeit, Reaktionszeit und kognitive Flexibilität), waren keine Unterschiede in unabhängigen Tests zwischen den Gruppen zu verzeichnen. Die Autoren schlussfolgerten, dass die gewählten Interventionen einen positiven Effekt auf die Fitness und bestimmte Merkmale des Wohlbefindens und Alterns haben können. Diese Meinung lässt sich mehrfach in der aktuellen Literatur wiederfinden. Ähnlich werden die Schlussfolgerungen der Studie von Langlois und Mitarbeitern (2012) formuliert. Es wurde ebenfalls ein signifikanter Anstieg der körperlichen Fitness, der kognitiven Fähigkeiten (exekutive Funktionen, VG, AG) sowie der Lebensqualität bei der Interventionsgruppe mit sportlicher Aktivität dreimal pro Woche über einen Zeitraum von 12 Wochen nachgewiesen. Die Autoren diskutierten neben der Verbesserung kognitiver Fähigkeiten über die Steigerung des allgemeinen psychologischen Wohlbefindens bei älteren Personen aufgrund des sportlichen Effekts.

Kimura und Kollegen (2013) untersuchten den Einfluss eines Bewegungspensums wechselnder Intensität bei 72 älteren Probandinnen und Probanden anhand gezählter Schritte sowie die Dauer des Intensitätslevels pro Tag. Die Messung exekutiver kognitiver Leistungen wurde über die Reaktionszeiten bei wechselnden Aufgaben realisiert und bei 43 Probandinnen und Probanden wurde additiv ein fMRT durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass durch stärkere sportliche Aktivität täglich eine signifikante Reduktion altersbezogener funktioneller Einschränkungen der präfrontalen Aktivität bei Aufgabenlösung resultierte. Diese Arbeitsgruppe vermutete daher eine mögliche Senkung neurokognitiver Degenerationsprozesse mit Hilfe eines gesteigerten sportlichen Aktivitätsniveaus bei Älteren.

Murray und Russoniello (2012) fanden einen signifikanten Anstieg der kognitiven Leistungsfähigkeit nach akuter sportlicher Aktivität bei Aufgaben, die höhere kognitive und Aufmerksamkeitsleistungen erforderten. Sie vermuteten in diesem Zusammenhang eine moderate Aktivitätssteigerung des sympathischen Nervensystems, welche den verbesserten kognitiven Fähigkeiten zugrunde lag und damit der Katecholamin-Hypothese entspricht. Diese stellt einen möglichen Erklärungsansatz für die Sport-Kognitions-Beziehung dar. Die steigende Plasma-Katecholamin-Konzentration bei sportlicher Aktivität könnte direkten

Einfluss auf die Kognition haben. Diese wurde jedoch mit der Arbeit von McMorris et al. (2008) nicht bestätigt.

Andere Theorien wie die umgekehrte-U-Hypothese haben verstärkt den Effekt der Trainingsintensität im Fokus der Betrachtung. Sie beschreibt einen Zuwachs der kognitiven Leistung mit ansteigender sportlicher Aktivitätsintensität bis zu einem bestimmten Punkt, ab welchem bei weiterer Zunahme des Erregtheitszustandes eine Abnahme erfolgt (Pesce 2012). Zumeist bringt eine moderate Intensität die bestmöglichen Vorteile für die kognitive Leistungsfähigkeit, vor allem der exekutiven Funktionen (Chang & Etnier 2009), während maximale bis darüber hinausgehende Intensitäten als optimal für Verarbeitungs- und Bewegungsgeschwindigkeit gelten (Chang & Etnier 2009, Pesce 2012).

Unter Einbezug von 11 RCS versuchten Angevaren und Kollegen (2008), einen einheitlichen Überblick zur Studienlage zu erstellen, in dem sie aerobe sportliche Trainingsprogramme mit anderen oder gar keiner sportlichen Aktivität verglichen. Die Ergebnisse veranschaulichen die größten Effekte des aeroben Trainings auf motorische Funktionen, auditive Aufmerksamkeit und das Langzeitgedächtnis. Mäßige Effekte ließen sich hingegen für die VG und die visuelle Aufmerksamkeit finden. Eine Vielzahl der verglichenen Studien zeigte jedoch keine signifikanten Ergebnisse wie z. B. die Untersuchungen der kognitiven Fähigkeiten depressiver Patientinnen und Patienten von Hoffman et al. (2008).

In der Querschnittstudie von Winker et al. (2010) wurden die kognitiven Fähigkeiten älterer Marathonläufer und Radfahrer (> 60. Lebensjahr) mit einer Kontrollgruppe verglichen. Dabei wurde die Konzentration bestimmter neurotropher Substanzen wie BDNF (Brain Derived Nerval Factor) und IGF-1 (Insulin Like Growth Factor-1) erfasst. Die Gruppe der Marathonläufer schnitt in lediglich einem spezifischen kognitiven Test signifikant besser ab. Eine Beziehung zwischen der Dauer des täglichen sportlichen Trainings und BDNF und IGF-1 konnte nicht nachgewiesen werden. Beide Faktoren wurden anhand von Tiermodellen als Induktoren für die Neurogenese und entscheidend für die positiven Einflüsse des Sports auf Lern- und Gedächtnisleistungen beschrieben (Voss et al. 2011), weshalb deren Konzentrationsanstieg durch sportliche Aktivität einen weiteren Erklärungsansatz für die Sport-Kognitions-Beziehung liefert. Ein Hinweis fand sich in der Studie von Colcombe et al. (2006), in der die

Interventionsgruppe nach 6-monatigem aerobem Fitnessstraining von 3 Trainingseinheiten pro Woche einen Volumenanstieg der grauen Substanz im lateralen präfrontalen, anterioren zingulären und lateralen temporalen Kortex zeigte sowie eine Volumenzunahme der anterioren weißen Substanz. Diese Ergebnisse sprechen für einen neuroprotektiven Einfluss aerober sportlicher Aktivität. Keine Veränderungen hingegen wurde in der Kontrollgruppe nachgewiesen, welche ein Training aus Stretching und tonischen Übungen absolvierte. Ebenfalls zeigten sich keine signifikanten Veränderungen des Hirnvolumens bei jüngeren Erwachsenen.

Erickson et al. (2011) konnten in einer RCT an 120 älteren Probandinnen und Probanden einen aeroben Trainingseffekt auf die Volumenzunahme des anterioren Hippocampus feststellen, welcher in einer verbesserten Gedächtnisleistung resultierte. Der Anstieg des hippocampalen Gewebes ging mit einer gestiegenen Serumkonzentration des Faktors BDNF einher. Die bestimmten Volumina des Nucleus caudatus und Thalamus wiesen keine Veränderung auf.

Auch Muscari et al. (2010) fanden einen vorteilhaften Effekt sportlichen Trainings auf die kognitiven Fähigkeiten bei älteren Erwachsenen. In der RCT verglichen sie die kognitiven Leistungen im MMSE (Mini-Mental State Examination) von 1163 Probandinnen und Probanden über 65 Jahre, die randomisiert einer Kontroll- bzw. einer Interventionsgruppe zugewiesen wurden. Das sportliche Training bestand aus einem einstündigen Ausdauertraining dreimal pro Woche im Fitnesscenter. Die Sportgruppe wies weniger altersbedingte kognitive Beeinträchtigungen im MMSE verglichen mit der Kontrollgruppe auf, sodass die Autoren einen verringerten oder zumindest verlangsamenden Effekt des Ausdauertrainings auf die altersbedingten kognitiven Leistungseinbußen diskutieren. Jedoch wird seitens der Autoren die Aussagekraft der Ergebnisse des MMSE als adäquates Messinstrument zur Beurteilung speziell exekutiver Funktionen angezweifelt.

In einer Programminitiative der Berliner Charité wurde neben dem sportlichen Aspekt auf die kognitiven Fähigkeiten noch die Förderung dieser über eine alternative Strategie mittels Computerkurse bei 259 über 70jährigen Frauen untersucht (Klusmann & Heuser 2011). Die kognitiven Fähigkeiten zeigten signifikante Verbesserungen, besonders des Arbeits- und des episodischen Gedächtnisses in den Interventionsgruppen verglichen mit der Kontrollgruppe.

Zusammenhänge dieser Resultate werden auch unter der Betrachtung sozialer Aspekte beleuchtet, da die intellektuelle Beanspruchung in einer sozialen Gruppe eventuell ausschlaggebend für die kognitive Leistungssteigerung sein kann (Hertzog et al. 2009).

Ähnlich lassen sich auch die Ergebnisse der Pilotstudie von Chateau-Degat et al. (2010) interpretieren, welche profitable Effekte von Karate unter anderem auf Lebensqualität und Depressionstendenzen aufzeigte. Auch Reaktionsvermögen und eine verbesserte Wahrnehmung der körperlichen Gesundheit sowie der Haltungskontrolle wurden von den Autoren beschrieben. Leider fehlte eine Kontrollgruppe für vergleichende Tendenzen. Zudem handelte es sich um ein kleines Probandenkollektiv, welches ausschließlich aus Männern im Alter von 50 Jahren bestand.

Die grundlegenden positiven Einwirkungen von Karatetraining werden ähnlich denen des Tai Chi auf psychologische und soziale Dimensionen wie auch der physiologischen Leistungsfähigkeit zurückgeführt. Verschiedene Studien zum Tai Chi zeigten bereits positive Effekte dieser chinesischen Kampfkunst in Bezug auf kardiovaskuläre und muskulo-skelettale Funktionen wie die Haltungskontrolle bei Älteren (Hong et al. 2000, Li et al. 2001). Auch die mentale Kontrolle und besonders der Gleichgewichtssinn verbesserten sich durch den Zugewinn an Muskelkraft (Li et al. 2001, Taggart 2002, Leung et al. 2011, Chen et al. 2012). Die visuelle und vestibuläre Funktionsfähigkeit sind entscheidende Einflussfaktoren für die Gleichgewichtssensibilisierung (Chen et al. 2012) und wesentliches Kriterium zur Sturzprophylaxe im höheren Alter, der besondere Aufmerksamkeit im Rahmen dieser Studien galt. Aus den Beobachtungen der Studien um Tai Chi lassen sich Parallelen zu den Effekten des Karatesports ziehen, welche bislang in zwei Studien bei Älteren betrachtet wurden (Chateau Degat et al. 2010, Klusmann & Heuser 2011). Positive Einflüsse, die beide asiatischen Kampfkünste erkennen lassen, liegen in der Schulung von Aufmerksamkeit (Alesi et al. 2014, Converse et al. 2014, Muiños & Ballesteros 2015), Flexibilität (Padulo et al. 2014, Huang & Liu 2015) sowie Körperhaltung und Gleichgewichtssinn (Vallabhajosula et al. 2014, Huang & Liu 2015, Zago et al. 2015). Die Verbindung zwischen physischer und mentaler Ausgeglichenheit erfährt einen hohen Stellenwert in den Lehreinheiten beider Künste, was mitunter positiv auf die Lebensqualität wirken mag (Jansen & Dahmen-Zimmer 2012, Shahgholian et al. 2014).

In einer Metaanalyse betrachten Voss et al. (2011) eine Vielzahl bestehender Studien und ihre Ergebnisse, um die Beziehung zwischen sportlicher Aktivität, Fitnessstand und kognitiver Leistungsfähigkeit über die Lebenszeit einzuordnen. Einige Studien berichten von signifikanten Änderungen im Verlauf nach sportlicher Betätigung, andere fanden keine Unterschiede. Auch bewies ein höherer Fitnessgrad als Eigenschaft vor Intervention einen verzögerten Prozess des Gewebeverlustes. Die Autoren vermuten daher, dass die körperliche Fitness vor altersbedingter neuronaler Gewebsatrophie schützen kann (Erickson et al. 2011). Zu dieser Erkenntnis gelangten auch Colcombe et al. (2003), die einen verringerten Hirngewebeverlust in Hinblick auf die kardiovaskuläre Fitness nachwiesen und damit dem aeroben sportlichen Training einen wichtigen Stellenwert für die Hirngesundheit im Alter einräumten. Was deutlich wird aus der großen Anzahl existenter Studien und Versuche, ist die Tatsache, dass es nicht einen allgemeinen sportlichen Effekt auf die kognitiven Fähigkeiten zu geben scheint, sondern eher Wechselwirkungen existieren, die eine Vielzahl moderierender Variablen einschließen (Colcombe & Kramer 2003, Lambourne & Tomporowski 2010). Die bestehende Literatur zeigt die Diskussionsgrundlage aus sowohl neurowissenschaftlichen als auch psychologischen Daten, die nicht zuletzt Beweise für die Aufrechterhaltung der neuronalen Plastizität über die gesamte Lebenszeit darstellen können (Colcombe & Kramer 2003).

Rikli und Edwards (1991) fanden eine verbesserte Reaktionsfähigkeit nach physischer Aktivität und schlussfolgerten daraus Einflüsse des Sports auf die kognitive VG, während Kramer et al. (1999) die Effekte beschleunigter Reaktionszeiten auf verbesserte exekutive Kontrollfunktionen zurückführte. Mit Hilfe ihrer Testergebnisse erklärten sie die Diskrepanzen zurückliegender Studien anhand der „selective improvement hypothesis“, die die Einflussnahme aeroben Trainings gezielt auf exekutive Kontrollfunktionen einschätzt, die in den frontalen und präfrontalen Hirnregionen verarbeitet werden. In der Metaanalyse von Colcombe und Kramer (2003) wurde der ständige, aber selektive Vorteil aerober Fitness für die kognitive Leistungsfähigkeit bestätigt. Der deutlichste Effekt findet sich für die exekutiven Kontrollprozesse. Auch Lambourne et al. (2010) schrieben der akuten sportlichen Aktivität eine Mitwirkung an der Beschleunigung mentaler Verarbeitungsprozesse und der Verbesserung von Gedächtnisspeicher und Wiederabruffunktion zu. So bestätigten Weuve et al.

(2004) ebenfalls einen klaren Zusammenhang zwischen geistiger Leistungsfähigkeit und körperlicher Aktivität.

Chang et al. (2012) fassten in einer Metaanalyse zusammen, dass akute sportliche Aktivität eine geringe positive Wirkung auf die kognitive Leistungsfähigkeit hat, sowohl während und direkt nach Betätigung als auch nach kurzweiliger Pause. Als potenzielle Moderatorvariablen werden Dauer und Intensität der ausgeübten Sportart sowie spezifische kognitive Leistungsparameter angeführt, die es vereinzelt und nach standardisierten Methoden zu überprüfen gilt, um eine bestmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse und Erkenntnisse zu gewinnen. Der körperliche Fitnessstand wurde als Einflussfaktor signifikant bestätigt (Chang et al. 2012). Die Erkenntnisse, die diese Studien bieten können, wären mögliche, individuell optimierte Strategien zum Erhalt und zur Förderung mentaler Fähigkeiten im höheren Lebensalter über die Ausübung spezifischer Sportprogramme.

Zusammenfassend aus dieser Vielzahl der betrachteten Studien gilt jedoch der Nachweis, dass signifikante Effekte auf die geistige Leistung von einem kombinierten Training aus körperlichen und kognitiven Bestandteilen bei älteren Personen erwartet werden können (Fabre et al. 2002, Oswald et al. 2006). Der Karatesport stellt möglicherweise eine Variante der idealen Verbindung dieser Komponenten dar.

3 Zielstellung und Hypothesen

Die Bedeutsamkeit und Aktualität der Thematik des bestmöglichen gesunden und erfolgreichen Alterns in Anbetracht unserer zukünftigen gesellschaftlichen Entwicklung wird deutlich. Die zusätzlich veränderten, modernen Arbeitsanforderungen an den älter werdenden Menschen begründen den vielfältigen Forschungseinsatz der Arbeitsmedizin auf diesem Gebiet, um die individuelle Leistungsfähigkeit bis ins hohe Lebensalter zu erhalten und zu fördern. Ziel dieser Studie war es, die Unterschiede der kognitiven Leistungen verschiedener Altersgruppen zu analysieren und die Einflussnahme sportlicher Aktivitäten auf die mentalen Fähigkeiten im höheren Lebensalter zu untersuchen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden folgende Arbeitshypothesen gestellt:

Hypothese 1: Die kognitiven Leistungen weisen Unterschiede in Abhängigkeit vom Lebensalter auf. Jüngere Probandinnen und Probanden haben bessere Ergebnisse bei der Reaktionsfähigkeit, der Gedächtnisleistung und der allgemeinen Aufmerksamkeit.

Hypothese 2: Die mentale Leistung ändert sich über einen definierten Zeitraum der gestellten Aufgabe. Unter Belastung und länger andauernder Beanspruchung zeigen ältere Probandinnen und Probanden eine stärkere Abnahme der Aufmerksamkeits- und/oder Reaktionsleistung als jüngere.

Hypothese 3: Durch ein gezieltes sportliches Training über einen definierten Zeitraum lassen sich die kognitiven Fähigkeiten im fortgeschrittenen Lebensalter verbessern bzw. erhalten. Ältere Personen, die regelmäßig über eine bestimmte Zeit hinweg einer sportlichen Aktivität nachgehen, zeigen bessere Leistungen in den kognitiven Teilbereichen Reaktionsfähigkeit, Aufmerksamkeit und Kurzzeitgedächtnis als Personen gleichen Alters ohne diese sportliche Aktivität in einem vergleichbaren Zeitraum.

4 Probanden und Methodik

Um einen Zusammenhang zwischen sportlicher Fitness und kognitiver Leistung untersuchen zu können, wurde in enger Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Sportwissenschaft der Fakultät für Humanwissenschaften und dem Bereich für Arbeitsmedizin der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität (OvGU) Magdeburg im Herbst 2011 im Rahmen der Studie „Bewegung einmal anders“ im höheren Lebensalter erstmalig ein gemeinsames Projekt etabliert.

Für die Durchführung der Studie lag der Fakultät für Humanwissenschaften ein positives Votum der Ethikkommission der Universität Magdeburg mit dem Aktenzeichen 109/11 vor.

Die Studie „Bewegung einmal anders“ teilte sich in mehrere Untersuchungsabschnitte (s. Kapitel 4.2 „Studiendesign“), die nicht alle Bestandteil dieser Promotion waren. Vollständigkeitshalber werden jedoch jene Untersuchungsabschnitte mit kurzer Beschreibung des methodischen Vorgehens der gesamten Studie im Kapitel „Studiendesign“ genannt. Die hier vorliegende Promotion bezieht sich nur auf den psychometrischen Teil der Studie.

Eine Probandengruppe höheren Lebensalters wurde zusammengestellt und zunächst im Institut für Sportwissenschaft (s. Kapitel „Studiendesign“) von einem Team der Sportwissenschaftler untersucht. Dazu gehörten die Rekrutierung, Anamneseerhebung und Randomisierung der älteren Probandinnen und Probanden.

Darauffolgend wurde deren kognitive Leistungsfähigkeit mit Hilfe psychometrischer Testverfahren im Labor des Bereichs Arbeitsmedizin erfasst (Test) und im Laufe eines vorgegebenen, 6-monatigen Sportprogrammes verfolgt. Die Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer absolvierten verschiedene Sportaktivitäten über einen definierten Zeitraum, die das Institut für Sportwissenschaft anbot und organisierte, und unterzogen sich einer abschließenden psychometrischen Untersuchung (Retest) im Bereich Arbeitsmedizin, um Hinweise auf den Einfluss der körperlichen Betätigung auf die kognitiven Leistungen aufzuzeigen.

Parallel dazu wurde nur die psychometrische Untersuchung an einer Gruppe jüngerer Teilnehmer vorgenommen, um die Unterschiede kognitiver Parameter verschiedener Altersgruppen darzustellen.

Alle psychometrischen Untersuchungen wurden im psychophysiologischen Labor des Bereichs Arbeitsmedizin durch das arbeitsmedizinische Team (mit der Promovendin als Bestandteil des Untersuchungsteams) durchgeführt.

Die Datenangabe, die Rohauswertung sowie deren Vorbereitung für die statistische Auswertung erfolgten ausschließlich durch die Promovendin. Im Anschluss wurden die altersabhängigen Ergebnisse und jene nach vollzogenem Sportprogramm der statistischen Analyse durch die Promovendin mit Unterstützung von Prof. Dr. rer. nat. Kropf des Instituts für Biometrie und Informatik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg unterzogen.

Die erweiterte Fragestellung zur Untersuchung des Altersunterschiedes erarbeitete die Promovendin selbstständig. Dies umfasste die Akquirierung, Untersuchung, Ergebnisdarstellung und -auswertung der jüngeren Probandengruppe, was sie eigenständig durchführte.

4. 1 Probanden

Bei den untersuchten Probandinnen und Probanden handelte es sich um 114 freiwillige Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer im Alter von 20,7 bis 86,9 Jahren. Als Grundvoraussetzung sowohl für die Gruppen der älteren als auch der jüngeren Probandinnen und Probanden galten die freiwillige Teilnahme an der Studie, Deutsch als Muttersprache sowie der Ausschluss jeglicher Beeinträchtigungen kognitiver, visueller oder motorischer Natur, welche das Verständnis oder die Durchführung der Testverfahren negativ hätten beeinflussen können.

Die Untersuchungsgruppe der Älteren bestand aus vorerst 90 freiwilligen Probandinnen und Probanden im Alter von 62,7 bis 86,9 Jahren. Zu den Folgeuntersuchungen (Retest) erschienen lediglich noch 83 Probandinnen und Probanden, deren Ergebnisse für die Datenauswertung berücksichtigt wurden. Die Gründe des Studienabbruchs lagen beispielsweise an der unregelmäßigen Teilnahme zu den Sportterminen oder Unwilligkeit zur Zahlung der fälligen Parkgebühren vor Ort. Die Einteilung in die Interventionsgruppen erfolgte im Anschluss an die initialen Leistungstests.

Die älteren Probandinnen und Probanden begannen die Studie mit dem Beantworten eines Fragenkataloges zu ihren Aktivitätsgewohnheiten im Institut für Sportwissenschaft der OvGU. Dabei wurden zu den aktuellen sportlichen Betätigungen, auch in der Kindheit und im Erwachsenenalter ausgeübte Sportarten berücksichtigt sowie deren Umfang. Die Gestaltung der Fortbewegung im Alltag, ob eher zu Fuß gegangen, Fahrrad, Straßenbahn oder Auto gefahren wurde, wurde dokumentiert. Hinzu kam außerdem die übliche Freizeitgestaltung, welche in bewegungsarme, geistige (z. B. Lesen, Fernsehen, Besuche kultureller Veranstaltungen wie Theatervorstellungen, soziale Unternehmungen) und bewegungsreiche, körperliche Aktivitäten (wie Haus- und Gartenarbeit, Spazierengehen, Gesundheitssportkurse) unterteilt wurde.

Anhand der erhaltenen Informationen wurden die Probandinnen und Probanden weiter im Institut für Sportwissenschaften nach Auswertung des Fragebogens zu gleicher prozentualer Einteilung randomisiert, so dass sich die Gruppen hinsichtlich Alter, sportlicher Betätigung und geistiger Fitness nicht unterschieden.

Die Eingangsuntersuchungen (Test) der kognitiven Leistungsparameter im psychophysiologischen Labor des Bereichs für Arbeitsmedizin bestätigten, dass die kognitiven Fähigkeiten in den Gruppen der älteren Probanden vergleichbar waren. Somit war sichergestellt, dass sich die Gruppen sowohl in Bezug auf den Fitnesszustand als auch auf die geistigen Fähigkeiten auf einem einheitlichen, vergleichbaren Ausgangsniveau befanden. Die Gruppe 1, bestehend aus 28 Probandinnen und Probanden (12 Männer, 16 Frauen), führte ein altersadaptiertes Karatetraining aus (Gruppe „*Kar*“). Gruppe 2 mit insgesamt 26 Probandinnen und Probanden (9 Männer, 17 Frauen) betätigte sich im Rahmen eines „Altersfitness- Programms“ („*Alt-F*“) und die Gruppe 3, besetzt mit 29 Probandinnen und Probanden (13 Männer, 16 Frauen), diente als Kontrollgruppe ohne regelmäßige sportliche Aktivität („*Kontr*“). Initial waren der Altersfitnessgruppe 31 Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer zugehörig, woraufhin 5 Personen die Studie vor den Zweituntersuchungen abbrachen. Die Kontrollgruppe war anfangs mit ebenfalls 31 Personen besetzt, von denen 2 nicht an den Folgeuntersuchungen teilnahmen. Die weiteren detaillierten Angaben zum Alter der Versuchsteilnehmerinnen und

Versuchsteilnehmer sind im Kapitel 5.1 „Demographische Daten und sportliche Aktivität der Stichproben“ zu finden.

Die insgesamt 31 jüngeren Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer waren freiwillige, zufällig ausgewählte Studentinnen und Studenten im Alter von 20,7 bis 33,3 Jahren. Hierunter befanden sich 19 Frauen und 12 Männer. Sie unterzogen sich den gleichen psychometrischen Testverfahren wie die älteren Probandinnen und Probanden im psychophysiologischen Labor des Bereichs Arbeitsmedizin.

4. 2 Studiendesign

Nach dem Beantworten des Fragenkataloges zu den Aktivitätsgewohnheiten der älteren Probanden (s. Kapitel 4.1 „Probanden“) widmeten sich die als Sportgruppen deklarierten Gruppen 1 und 2 zweimal wöchentlich für eine 60-minütige Trainingseinheit ihrem gruppenspezifischen Sportprogramm, die durch das sportwissenschaftliche Team organisiert und durchgeführt wurden. Die Ausführung der Karatekurse orientierte sich nicht an Wettkampfs- oder Kampfsportniveau, sondern wurde altersgerecht mit Schwerpunkt auf das Einstudieren koordinativer Übungseinheiten mit verschiedenen Bewegungsabläufen gestaltet. Es sollten sowohl Körperhaltung, Körpergefühl als auch Gleichgewichtssinn beansprucht und trainiert werden. Zusätzlich gehörte das Erlernen der Begrifflichkeiten der einzelnen Übungen zu den Aufgaben.

Auch das Programm Altersfitness wurde mit einer speziellen strukturellen Gliederung durchgeführt. Nach einer 15-minütigen Erwärmung mit beispielsweise Lauf- und Koordinationsspielen, Gymnastikprogrammen mit Handgeräten oder dem Lauf-ABC schloss sich der Stundenschwerpunkt an. Die gewählten Übungseinheiten wurden stets nach einem bestimmten Lernziel ausgerichtet. So wurden für die Sensibilisierung der Gleichgewichtssensorik und die Beanspruchung der Hand-Auge-Koordination Bewegungen des Kopfes in allen Ebenen mit offenen und geschlossenen Augen und Übungen im Einbeinstand durchgeführt, verschiedene Bälle geprellt, geworfen und gefangen (Bartsch, 2012). Ähnlich der Schwerpunktsetzung beim Karate fanden im Rahmen der Altersfitness Übungen für Koordination und Reaktionsfähigkeit statt, zum Beispiel einfache Gymnastikübungen, das Überlaufen quergestellter

Bänke und Bewegungen und „Einfrieren“ auf Kommando. Den Stundenabschluss rundete eine 10-minütige Übungseinheit zum Herunterkommen und Abkühlen ab.

Grundlegend verfolgten beide für diese Studie verwandten Sportvarianten das Ziel, alters- und leistungsadaptierte Trainingsabläufe für die Probandinnen und Probanden zu erstellen und umzusetzen, um an die gegebenen Fähigkeiten anknüpfen und darauf aufbauen zu können und so einen optimalen Trainingseffekt zu erzielen. Regelmäßig und kontinuierlich besuchten die Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer die Sportkurse zweimal pro Woche für 60 Minuten über einen Zeitraum von sechs Monaten von August 2011 bis Januar 2012.

Vor Trainingsbeginn wurden von Juli bis August 2011 erstmalig die kognitiven Leistungsparameter im psychophysiologischen Labor des Bereichs für Arbeitsmedizin erfasst (Test). Ab Februar 2012 erfolgten die Retest-Untersuchungen der psychometrischen Fähigkeiten der einzelnen Gruppen der älteren Probanden, sodass die weiteren Daten der kognitiven Fähigkeiten der älteren Probandinnen und Probanden zum zweiten Messzeitpunkt erhoben wurden.

Die Datenerhebung zur Erfassung der psychometrischen Fähigkeiten des jüngeren Probandenkollektivs erfolgte von Oktober 2011 bis Februar 2012. Die Ergebnisse der kognitiven Fähigkeiten der jüngeren Studienteilnehmer wurden mit den Leistungsergebnissen der Erstuntersuchungen (Test) der älteren Probanden verglichen.

Zur Visualisierung des kognitiven Leistungsstandes wurden die Teilbereiche Aufmerksamkeit, Reaktionsgeschwindigkeit, Kurzzeitgedächtnis, Belastbarkeit und die Fähigkeit zur Teilung der Aufmerksamkeit betrachtet. Diese können anhand spezifischer, in standardisierten und etablierten psychometrischen Testverfahren gewonnener Parameter dargestellt werden.

Parallel fanden verschiedene sportwissenschaftliche Untersuchungen der älteren Probandinnen und Probanden am Institut Sportwissenschaft für statt, in denen unter anderem Reaktionsvermögen und Sturzprophylaxe im Vordergrund standen. Die Ergebnisse sind bei (Emmermacher & Witte 2012) publiziert. Neben den hier angewandten Testverfahren kamen zusätzlich der Fallstabtest als Untersuchungsmethode der motorischen Reaktionsgeschwindigkeit (Grosser et al. 1986), der DemTect-Test als Demenz-Screening-Verfahren

(Kalbe et al. 2004), der Short Form (36) Gesundheitsfragebogen als ein krankheitsunspezifisches Messinstrument zur Erhebung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Tarlov et al. 1989) und der Aktivitätsfragebogen zum Einsatz (Witte et al. 2015a). Diese Testverfahren veranschaulichten einerseits geringfügige kognitive Defizite und die persönliche Einschätzung der eigenen sportlichen Aktivität sowie der gesundheitsbasierten Lebensqualität. Diese Fragestellungen waren jedoch nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeit. Jene Ergebnisse aus der großen Studie „Bewegung einmal anders“ wurden in den Publikationen der Kollegen des sportwissenschaftlichen Instituts bereits veröffentlicht (Emmermacher & Witte 2012, Pliske et al. 2015, Witte et al. 2015a, 2015b) und finden einen überblickenden Bezug in dem Diskussionskapitel.

4. 3 Methodik

Generell erfolgte bei den psychometrischen Untersuchungen die Datenerfassung durch das Wiener Testsystem (Fa. SCHUHFRIED, Ö) und der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (Fa. Psytest, D) nach Zimmermann und Fimm, beides weltweit etablierte Testsysteme zur psychologischen Diagnostik. Diese Systeme umfassen ein breites Spektrum computergestützter Tests, mit denen verschiedene Teilbereiche der Kognition gemessen und objektiviert werden können. Sie bieten eine große Anzahl anerkannter und standardisierter Messverfahren.

Für die „BEA-Studie“ wurden jene Tests aus diesen beiden Psychodiagnostiksystemen gewählt, in denen Aufmerksamkeit, Reaktionsgeschwindigkeit und Gedächtnisleistung erfasst werden. Dabei wurden der Reaktionstest (RT), der Determinationstest (DT) und der Corsi-Block-Tapping-Test (CORSI) des Wiener Testsystems sowie aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung der Test zur Prüfung der geteilten Aufmerksamkeit ausgewählt, welche im folgenden Abschnitt genauer beschrieben werden.

4. 3. 1 Reaktionstest

Der RT ist optimal zur Prüfung der Reaktionszeit sowie der motorischen Zeit geeignet und kann ebenfalls ermöglichen, Aussagen über phasische Alertness,

also kurzzeitige Aufmerksamkeit, zu treffen (Schuhfried 2000). Die Reaktionszeit stellt die Zeitspanne dar, in der ein Proband nach Gabe eines Signals eine mechanische Bewegung ausführt unter der Voraussetzung, dies so schnell wie möglich zu tun.

Es stehen eine Ruhe- und eine Reaktionstaste zur Verfügung, wodurch die Unterteilung der Reaktionen in Reaktionszeit und motorische Zeit erfolgen kann.

Die Probandinnen und Probanden werden aufgefordert, einen Zeigefinger auf einer goldenen Taste ruhen zu lassen, bis der dargebotene Reiz, hier das Aufleuchten eines gelben Signals (Abb. 2), erscheint. Daraufhin soll schnellstmöglich mit dem Zeigefinger auf die Reaktionstaste gedrückt und dann wieder in Ausgangsposition zurückgekehrt werden.

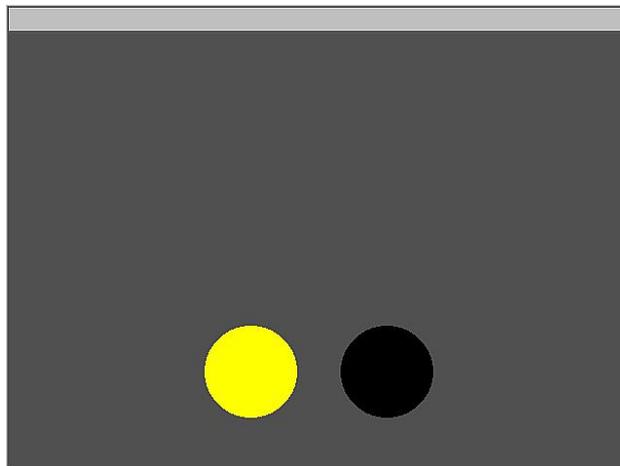


Abb. 2 Beispieldarstellung des Reaktionstests

Die Testdurchführung dauert 5-10 Minuten. Zur Auswertung werden vier Hauptvariablen herangezogen - die mittlere Reaktionszeit und die mittlere motorische Zeit sowie deren Standardabweichungen.

4. 3. 2 Determinationstest

Im Vordergrund bei der Verwendung des DT stehen die reaktive Belastbarkeit und die Reaktionsfähigkeit der Testperson (Neuwirth & Benesch 2012). Damit verbunden findet dieser Test unter anderem Anwendung bei der Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen.

Als Reize finden sowohl Farben als auch Töne Verwendung, welche es zu unterscheiden und begrifflich zu fixieren gilt, um in adäquater Weise am Bedienungselement zu reagieren. So werden verschiedene kognitive

Teilleistungen abgefordert wie das Einordnen des erschienenen Reizes und die korrekte, darauf folgende Reaktion. Die Belastung im DT wird durch das fortlaufende, möglichst gleichbleibend schnelle und unterschiedliche Reagieren auf rasch wechselnde Reize erzielt. Zur Durchführung nutzten die Probandinnen und Probanden ein bestimmtes Panel mit verschiedenfarbigen Tasten, die nach bestimmten dargebotenen Farbreizen und akustischen Signalen gedrückt werden sollen (Abb. 3).

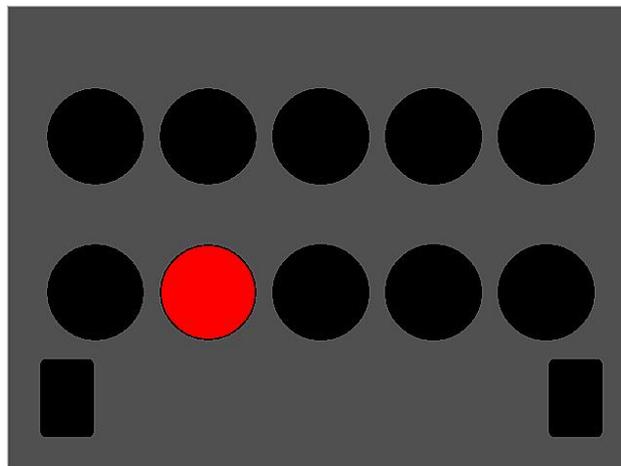


Abb. 3 Beispieldarstellung des Determinationstests

Die Reizdarbietung wird in drei aufeinander folgende Modi eingeteilt. Im ersten Modus „Adaptiv“ passt sich die Vorgabegeschwindigkeit dem Leistungsniveau der Probandin und des Probanden an. Im Modus „Aktiv“ bleibt eine freie Bearbeitungszeit und im letzten Modus „Reaktion“ wird eine feste Bearbeitungszeit vorgegeben.

Zur Wertung können die Variablen „Median der Reaktionszeit“, „Anzahl der Richtigen (zeitgerecht, verspätet)“, „Anzahl der Falschen“, „Anzahl der ausgelassenen Reaktionen“ sowie „Anzahl der Reize“ betrachtet werden.

4. 3. 3 Corsi-Block-Tapping-Test

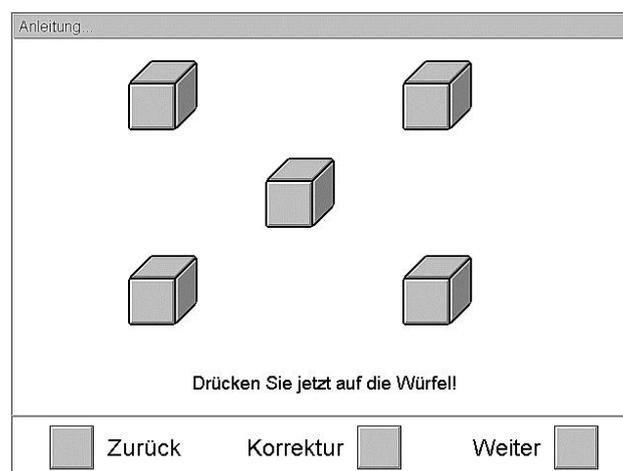
Mit diesem Testverfahren sollen die Kapazitätsgrenzen des visuellen Kurzzeitgedächtnisses und des impliziten visuell-räumlichen Lernens gemessen werden (Schelling 1995).

Zur Untersuchung der Gedächtnisspanne steht das Kurzzeitgedächtnis im Mittelpunkt. Zu den verschiedenen Subsystemen des Kurzzeitgedächtnisses gehören sowohl das verbale als auch das visuell-räumliche. Dieses wird mit

Hilfe des Block-Tapping-Tests zur Messung der unmittelbaren Blockspanne (UBS) erfasst. Zur Messung der Supra-Blockspanne (SBS) werden Sequenzlängen dargeboten, die über der Kapazität der visuellen Merkspanne der Probandin/des Probanden liegen und somit einen Lernprozess erforderlich machen.

Dabei wissen die Probanden nicht, dass sich in den vorgegebenen Items eine Sequenz häufig wiederholt, wodurch implizites Lernen angewendet wird. Die Anzahl der Wiederholungen, die benötigt wird, um die bestimmte Sequenz richtig nachzutippen, stellt dabei die zu erfassende Größe dar.

Der Probandin/dem Probanden werden auf einem Monitor 9 unregelmäßig verteilte Würfel dargestellt, welche von einem Zeiger nacheinander angetippt werden, die die Probandin/der Proband in gleicher Reihenfolge korrekt wiedergeben soll (Abb. 4). Es wird mit einer geringen Anzahl angetippter Würfel



begonnen und im Verlauf in dem Maß gesteigert, in der die Probandin/der Proband in der Lage ist, diese richtig nachzuverfolgen. Der Test wird beendet, wenn drei aufeinanderfolgende Items von der Probandin/dem Probanden falsch nachvollzogen wurden. Dies erfolgt in ca. 10 Minuten.

Zur Auswertung dient einmal die Variable unmittelbare Blockspanne (UBS), welche die visuell-räumliche Blockspanne darstellt und die größte Sequenzlänge angibt, die die Probandin/der Proband zweimal richtig

Abb. 4 Beispieldarstellung des Corsi-Block-Tapping-Tests

nachverfolgt.

Die Suprablockspanne (SBS) gibt die Anzahl der Versuche wieder, die die Probandin/der Proband benötigt, um die Zielsequenz fehlerfrei zu

reproduzieren, und dient damit der Objektivierung des implizit visuell-räumlichen Lernens.

4. 3. 4 Test zur geteilten Aufmerksamkeit

Eine Fähigkeit kognitiver Leistungen besteht in der Teilung der Aufmerksamkeit auf parallel ablaufende Prozesse. In vielen Alltagssituationen, wie beim Autofahren, muss diese geistige Leistung erbracht werden. Umsichtig muss auf Verkehrszeichen, andere Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer, wechselnde Umgebungen, Umgebungsgeräusche und die eigene Fahrzeugführung geachtet werden. Die zeitgleiche Verarbeitung verschiedener Reize wird der Probandin/dem Probanden beim Test zur geteilten Aufmerksamkeit abverlangt, was durch die simultane Bearbeitung einer visuellen und einer auditiven Aufgabe geschieht (Zimmermann & Fimm 2007). Auf dem Bildschirm erscheinen Kreuze in einer 4x4 Matrix, die stetig in ihrer Position variieren und dabei gelegentlich ein Quadrat von 2x2 Kreuzen bilden, welches den auslösenden Reiz darstellt (Abb. 5). Die folgende Reaktion ist das Betätigen einer Taste. Dazu werden fortlaufend zwei verschiedene Töne angeboten, auf die es zu reagieren gilt, wenn ein und derselbe Ton direkt nacheinander zu hören ist - ebenfalls mit Betätigung der Reaktionstaste.

Geteilte Aufmerksamkeit / Doppelaufgabe

Sie haben bei diesem Versuch 2 Aufgaben.

1. Aufgabe:
 Sie sehen auf dem Bildschirm ein Feld, in dem abwechselnd mehrere Kreuze gleichzeitig aufleuchten. Wenn vier dieser Kreuze ein kleines Quadrat bilden, dann drücken Sie bitte so schnell wie möglich auf die Taste.

Beispiel:

×	·	×	·
×	·	×	×
·	·	×	×
·	×	·	·

2. Aufgabe:
 In dieser Aufgabe hören Sie abwechselnd einen hohen und einen tiefen Ton. Sie sollen entdecken, wenn der gleiche Ton zweimal hintereinander zu hören ist. Bitte drücken Sie dann so schnell wie möglich auf die Taste.
 Ihre Aufgabe ist es also, gleichzeitig auf Quadrate und Töne zu achten.

Taste drücken (abbrechen mit X)

Abb. 5 Beispieldarstellung des Tests zur geteilten Aufmerksamkeit

Die erfassten Parameter sind hier Mittelwert, Median und Streuung der Reaktionszeiten, Anzahl korrekter Reaktionen, Ausgelassene und Ausreißer. Hinzu kommen die Anzahl der Auslassungen und der Fehler zur Gesamtbewertung. Entscheidend für die Bewertung des Testergebnisses ist vorrangig die Zahl verpasster Signale.

Der Test existiert in verschiedenen Ausführungen, die entweder der differenzierten Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen nutzen, geistige Teilleistungsstörungen nach traumatischen Hirnläsionen beurteilen oder dem Erfassen der Aufmerksamkeitsleistung zu Forschungszwecken dienen.

4. 4 Statistik

Für die Datenauswertung dieser Arbeit wurden die psychometrischen Leistungen in Excel-Tabellen erfasst und anschließend mit Hilfe der SPSS-Software der statistischen Analyse unterzogen. Durch Prüfung auf Normalverteilung der einzelnen Stichproben erfolgte die Wahl des Testverfahrens nach metrischem oder nichtparametrischem Verhalten der untersuchten Variablen.

Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % wurde die Nullhypothese abgelehnt und die resultierenden Differenzen bei $p \leq 0,05$ als signifikant betrachtet, bei $p \leq 0,01$ als sehr signifikant und bei $p \leq 0,001$ als hochsignifikant.

Die Gruppenunterschiede wurden mittels Kovarianzanalyse herausgearbeitet, indem vorher die probandenbezogenen Differenzen der Test- und Retest-Werte gebildet wurden. Dabei wurden die Gruppen als Faktoren und die Ausgangswerte als Kovariablen behandelt. Im Falle signifikanter Gruppenunterschiede wurden bei allen drei Seniorengruppen die paarweisen Vergleiche angeschlossen. Im Falle nur dreier Gruppen war damit auch der Gesamtfehler über alle paarweisen Vergleiche gesichert (Abschlussprinzip).

Zur Auswertung der einzelnen Intervallergebnisse des Determinationstests wurden die Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser-Korrektur für wertvolle Nichtsphärität benutzt.

Ein Vergleich der Ergebnisse der Untersuchungsgruppen vor und nach sportlicher Aktivität wurde weiter mit Hilfe des Wilcoxon- und Vorzeichentestes durchgeführt.

Bei Betrachtung der Ergebnisse der einzelnen psychometrischen Verfahren der älteren Probanden wurde zusätzlich zu den unadjustierten Testergebnissen eine Bonferroni-korrigierte Bewertung angegeben, welche die Anzahl der parallel untersuchten Gruppen mit berücksichtigt. Die Prozentränge der jeweiligen Leistungsparameter lassen wir bei dieser Prüfung unberücksichtigt.

5 Ergebnisse

5.1 Demografische Daten und sportliche Aktivität der Stichproben

Die 83 älteren Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer waren zwischen 62,7 und 86,9 Jahre alt und wurden gleichmäßig in drei Gruppen eingeteilt (Tabelle 1). In Gruppe 1 (Karate [*Kar*]) befanden sich 28 Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Alter von 64,1 bis 80,2 Jahren, in Gruppe 2 (Altersfitness [*Alt-F*]) gesamt 26 Teilnehmerinnen und Teilnehmer zwischen 70,3 und 86,9 Jahren und in Gruppe 3 (Kontrolle [*Kontr*]) 29 Teilnehmerinnen und Teilnehmer zwischen 62,7 und 77,4 Jahren.

Bei der Untersuchungsgruppe der jüngeren Probandinnen und Probanden handelte es sich um ein Kollektiv von 31 Studentinnen und Studenten im Alter von 20,7 bis 33,3 Jahren. Die Mittelwerte und Standardabweichung der Alters- und Geschlechterverteilung können Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1 Gruppeneinteilung der Probanden

Gruppe		Männer		Frauen			Gesamt			
		Anzahl	Alter [Jahre]		Anzahl	Alter [Jahre]		Anzahl	Alter [Jahre]	
			MW \pm SD	Min - Max		MW \pm SD	Min - Max		MW \pm SD	Min - Max
Jüngere		12	24,8 \pm 1,98	20,7 - 28,6	19	24,5 \pm 2,96	22,8 - 33,3	31	24,6 \pm 2,67	20,7 - 33,3
Ältere		34	70,3 \pm 4,61	62,7 - 80,2	49	68,3 \pm 4,72	63,11 - 86,9	83	69,9 \pm 4,25	62,7 - 86,9
Untergruppen	<i>Kar</i>	12	70,7 \pm 4,31	64,8 - 79,8	16	69,1 \pm 3,79	64,1 - 75,9	28	70,2 \pm 4,15	64,1 - 80,2
	<i>Alt-F</i>	9	70,1 \pm 4,61	64,1 - 78,9	17	68,5 \pm 4,93	63,2 - 86,5	26	69,5 \pm 4,71	64,1 - 80,2
	<i>Kontr</i>	13	70,1 \pm 5,16	62,1 - 76,3	16	68,8 \pm 2,86	63,6 - 74,9	29	69,9 \pm 3,95	62,7 - 77,4

Der durchschnittliche Bildungsgrad wurde anhand einer 5-stufigen Skala erfasst, wobei mit 1 = kein Schulabschluss der geringste Wert und mit 5 = Hochschulabschluss der höchste Wert erzielt werden konnte. Er war in allen Gruppen der Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer annähernd gleich, sowohl bei den älteren als auch den jüngeren. Die Ermittlung des Wertes diente dem Ausschluss eines möglichen Ungleichgewichts zwischen den Gruppen im Rahmen der kognitiven Leistungserfassung.

5. 2 Leistungsergebnisse

5. 2. 1 Leistungsergebnisse unter gruppenspezifischer Betrachtung

In diesem Kapitel werden die Leistungsergebnisse aus den psychometrischen Testverfahren (s. Kapitel 4.3 „Methodik“) dargestellt. Die insgesamt 4 Probandengruppen wurden zum Zeitpunkt 1 vor dem Interventionsprogramm der Älteren miteinander verglichen. Hierbei resultierten hoch signifikante Gruppendifferenzen zwischen Untersuchungsgruppe 4 (den Studentinnen und Studenten) und den 3 Untersuchungsgruppen der Seniorinnen und Senioren. In nahezu allen Testverfahren erzielten die Jüngeren bessere Leistungen als die Älteren (Anlagen 11-14). Die ausführliche Beschreibung der einzelnen Leistungsergebnisse folgt in Kapitel 5. 2. 2.

Die 3 älteren Probandengruppen wiesen in allen initialen Testverfahren vergleichbare Ausgangswerte ihrer kognitiven Fähigkeiten auf, sodass gleiche Ausgangsbedingungen im Zuge der weiteren Datenanalyse vorausgesetzt werden konnten. Auch ließen sich anhand der hier durchgeführten statistischen Analyse keine Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Studienteilnehmern aufzeigen (Anlagen 1-10).

Innerhalb der Kovarianzanalyse wurden die Differenzen vom Test- (Ausgangs-) und Retest-Wert probandenbezogen gebildet und als Zielgröße betrachtet, wobei die Gruppen als Faktoren und die Ausgangswerte als Kovariablen behandelt wurden. Ein paarweiser Gruppenvergleich anhand des Abschlussprinzips schloss sich an (Anlage 16-20).

Lediglich anhand zweier der untersuchten psychometrischen Parameter lässt sich ein Unterschied nach abgelaufenem Sporttraining statistisch sicher aufzeigen.

In Tabelle 16-20 der Anlagen lassen sich die Ergebnisse der Kovarianzanalyse mit zugehörigen Freiheitsgraden erkennen. Im Reaktionstest zeigen die Differenzen der mittleren Reaktionszeit [$F(2; 79) = 0,486; p = 0,61$] und der mittleren motorischen Zeit [$F(2; 79) = 1,793; p = 0,173$] keinen signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen (Abb. 6 und Anlage 16). Dies findet sich ebenfalls bei der Anzahl korrekter [$F(2; 79) = 1,026; p = 0,363$] sowie versäumter Reaktionen [$F(2; 79) = 0,592; p = 0,556$] wieder.

Gleichermaßen wurden im DT weder signifikante Unterschiede in der Zahl

zeitgerechter [$F(2; 78) = 2,78; p = 0,373$], korrekter [$F(2; 78) = 0,37; p = 0,692$] und verspäteter [$F(2; 78) = 1,05; p = 0,355$] Reaktionen noch in der medianen Reaktionszeit [$F(2; 78) = 0,513; p = 0,601$] zwischen den Untersuchungsgruppen nachgewiesen (Abb. 10-13 und Anlage 17). Auch die Gesamtzahl der gezeigten Reaktionen der Probanden [$F(2; 78) = 1,365; p = 0,261$] unterschied sich zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung nicht. Ausgelassene [$F(2; 78) = 0,345; p = 0,71$] und fehlerhafte Reaktionen [$F(2; 78) = 0,309; p = 0,735$] konnten ebenso ohne statistisch sichere Differenz anhand der Kovarianzanalyse beschrieben werden.

Die Zahl richtig nachgetippter Würfel des CORSI-Tests (UBS_Richtige) hingegen zeigte zuerst einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen *Kar* und *Kontr* [$F(2; 79) = 3,373; p = 0,039$], wobei sich die Karategruppe nach Trainingsabschluss bei diesem Leistungsparameter verschlechterte (Abb. 7). Unter strengerer Bonferroni-korrigierter Betrachtung mit Einbezug der 6 Items des CORSI-Tests liegt die Signifikanzgrenze bei 0,8%. Demnach ist die Zahl richtig nachgetippter Würfel bei diesem Vergleich nicht mehr signifikant unterschiedlich ($p_{\text{UBS_Richtige}}=0,039$ liegt über der Signifikanzgrenze nach Bonferroni-Korrektur von 0,008) (Anlage 19).

Es finden sich keine Gruppendifferenzen in der unmittelbaren Blockspanne [$F(2; 79) = 0,174; p = 0,841$] und der Suprablockspanne [$F(2; 79) = 0,314; p = 0,732$] (Abb. 8 und Anlage 18). Die Zahlen fehlerhafter [$F(2; 79) = 0,444; p = 0,643$] oder gar nicht nachgetippter Würfel [$F(2; 79) = 0,969; p = 0,384$] wiesen dabei keinen Unterschied zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchungsperiode auf.

Weiter verweist die mediane Reaktionszeit auf auditive Reize im TAP (auditiv Median) auf eine signifikante Differenz zwischen der Karate- und der Kontrollgruppe [$F(2; 79) = 3,227; p = 0,045$], wobei sich hier eine Besserungstendenz des Leistungsparameters zugunsten der Karategruppe nachweisen lässt (Abb. 9). Gleichermäßen bleibt auch hier der signifikante Effekt nach Bonferroni-Korrektur aus ($p_{\text{auditiv_Median}}=0,045$ liegt über der Signifikanzgrenze nach Bonferroni-Korrektur von 0,008).

Kein Unterschied findet sich bei der mittleren Reaktionszeit sowohl auf auditive [$F(2; 79) = 0,296; p = 0,744$] als auch visuelle [$F(2; 79) = 0,386; p = 0,681$] Reize (Anlage 19-20). Des Weiteren zeigt die Gesamtzahl ausgelassener Reaktionen [$F(2; 79) = 1,002; p = 0,372$] sowie jene auf auditive [$F(2; 79) =$

0,686; $p = 0,506$] wie auch auf visuelle Reize [$F(2; 79) = 0,284$; $p = 0,754$] keine statistisch sichere Reduktion. Die Fehlerzahl [$F(2; 79) = 0,829$; $p = 0,44$] im TAP blieb vor und nach absolvierter Trainingseinheit nahezu gleich.

Eine ausführliche Beschreibung des Verhaltens der einzelnen kognitiven Parameter vor und nach Beobachtungszeitraum schließt sich in Kapitel 5. 2. 3 an.

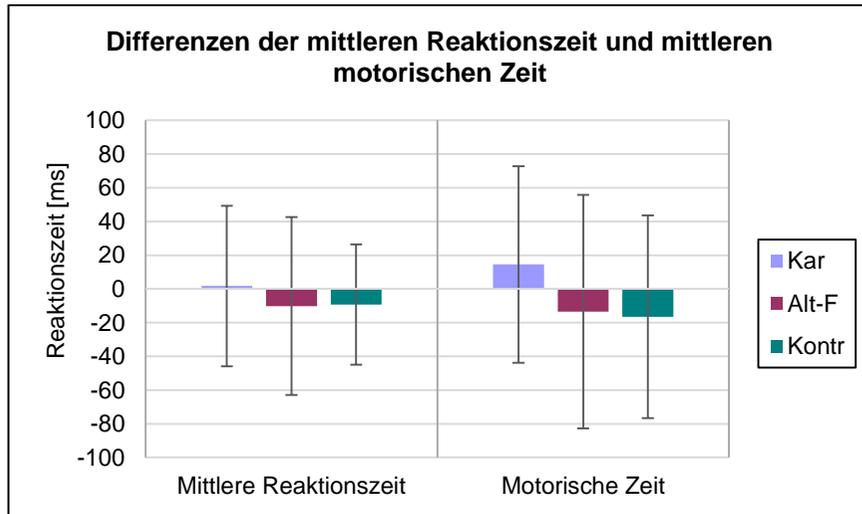


Abb. 6 Differenzen der mittleren Reaktionszeit und mittleren motorischen Zeit des Reaktionstests

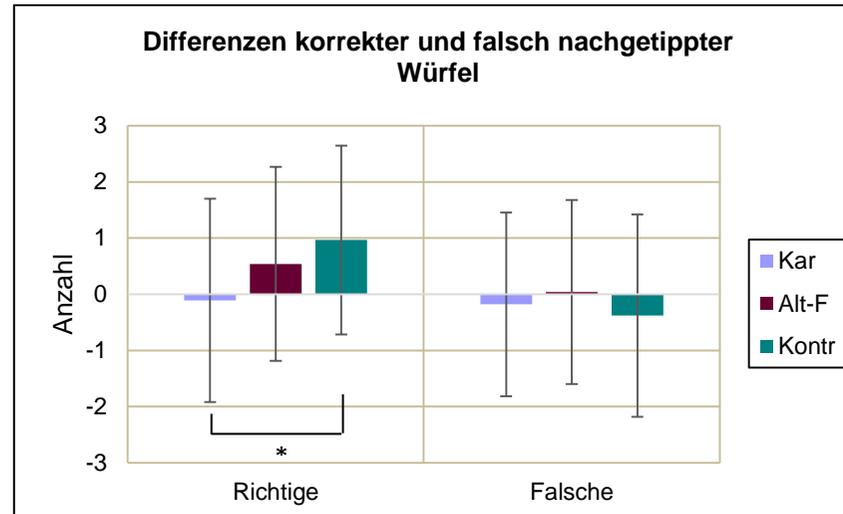


Abb. 7 Differenzen korrekter und falsch nachgetippter Würfel des CORSI-Tests

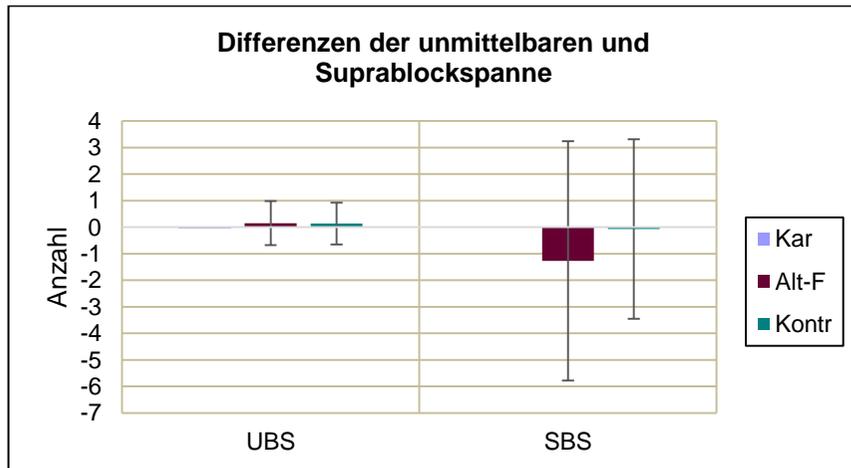


Abb. 8 Differenzen der unmittelbaren und Suprablockspanne des CORSI-Tests

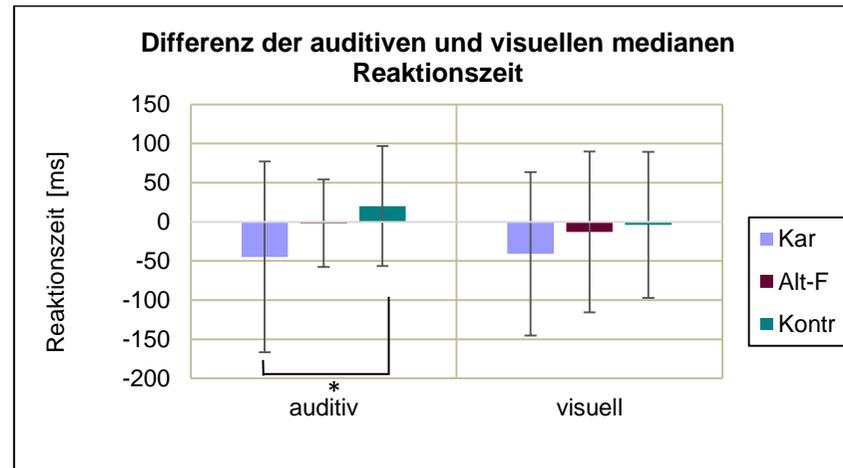


Abb. 9 Differenzen der auditiven und visuellen medianen Reaktionszeit des TAP-Tests

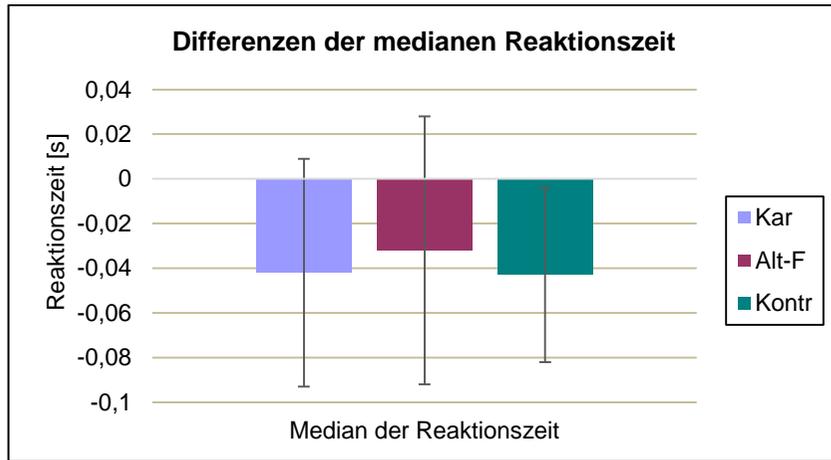


Abb. 10 Differenzen der medianen Reaktionszeit des Determinationstests

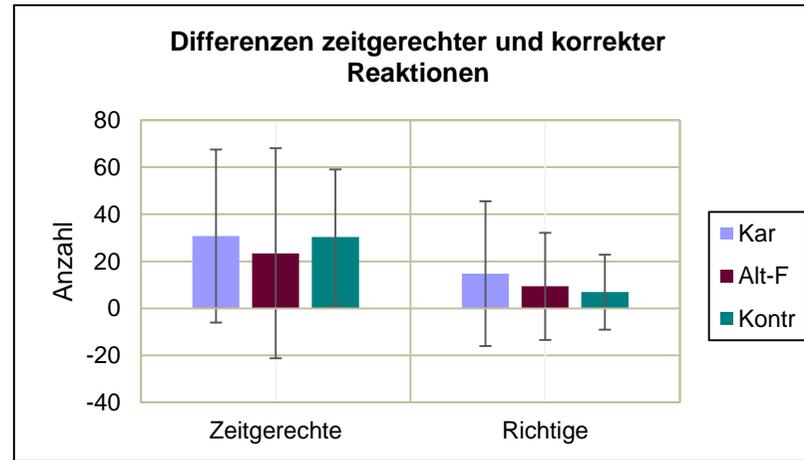


Abb. 11 Differenzen zeitgerechter und korrekter Reaktionen des Determinationstests

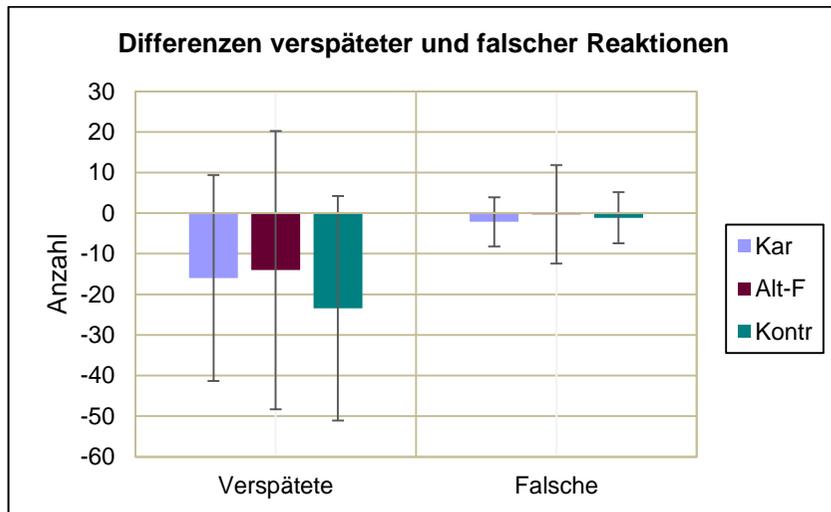


Abb. 12 Differenzen verspäteter und falscher Reaktionen des Determinationstests

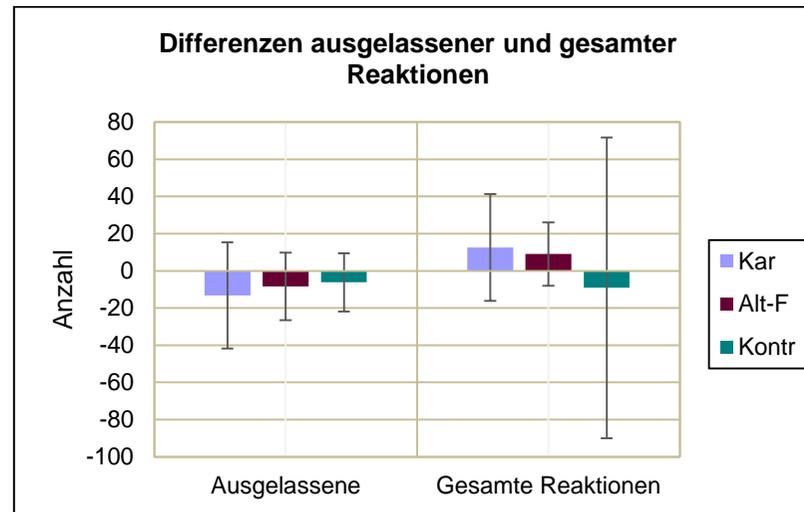


Abb. 13 Differenzen ausgelassener und gesamter Reaktionen des Determinationstests

Die Resultate der Test-Retest-Untersuchungen der einzelnen Gruppen erbrachten demnach signifikante Veränderungen bei nur zwei psychometrischen Parametern. Im Corsi-Block-Tapping-Test zeigte die Zahl korrekt nachgetippter Würfel einen Unterschied zwischen Karate- und Kontrollgruppe mit Verschlechterungstendenz der Karategruppe. Die mediane Reaktionszeit auf auditive Reize im TAP-Test zur geteilten Aufmerksamkeit sank bei der Karategruppe statistisch signifikant im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die anderen kognitiven Leistungsparameter erbrachten keine statistisch sichere Gruppendifferenz nach Intervention.

5. 2. 2 Leistungsergebnisse unter altersspezifischer Betrachtung

Interessante wie auch erwartete Unterschiede ließen sich beim Vergleich der Testergebnisse der jüngeren und älteren Probandinnen und Probanden finden. In nahezu jedem der genutzten Tests konnten die statistisch signifikanten Unterschieden zwischen den Leistungen bewiesen werden.

5. 2. 2. 1 Reaktionstest

Im Reaktionstest schnitten die jüngeren Probandinnen und Probanden sowohl bei der mittleren motorischen (235,9 ms vs. 130,6 ms) als auch bei der mittleren Reaktionszeit (287,2 ms vs. 253,2 ms) besser ab (Abb. 14). Das Ergebnis findet sich gleichermaßen in den Standardabweichungen der Reaktionszeit wieder (Anlage 11).

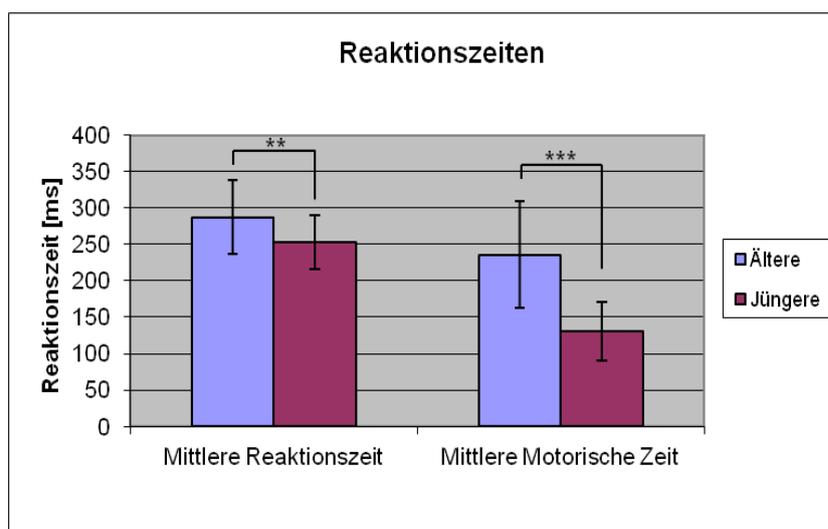


Abb. 14 Reaktionszeiten im Altersvergleich bei dem Reaktionstest

Auch die Regressionsgerade, welche Aufschluss über das Reaktionsvermögen über die ganze Versuchszeit hinweg gibt, beweist eine Abnahme der

motorischen Zeit der jüngeren Probandinnen und Probanden. Über den Untersuchungszeitraum nimmt die mittlere motorische Zeit der jüngeren Probandinnen und Probanden tendenziell ab, die der älteren eher zu (0,9 vs. 1,4) (Anlage 11-12). Die Ergebnisse der Reaktionszeiten finden sich äquivalent dazu.

5. 2. 2. 2 Determinationstest

Der Determinationstest gibt Aufschluss über einige Parameter, die sich mit zunehmendem Alter verändern. Zunächst bestätigt sich die schnellere Reaktionszeit im jüngeren Lebensalter (Abb. 15). Die mediane Reaktionszeit über den gesamten Versuchsablauf betrug bei den jüngeren 662,3 ms und 942,2 ms bei den älteren Probandinnen und Probanden, was einen hochsignifikanten Unterschied darstellt (Anlage 13).

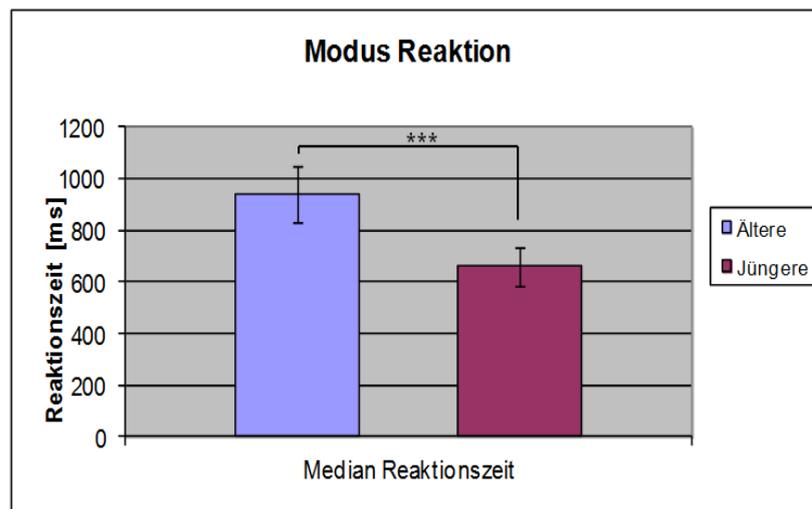


Abb. 15 Reaktionszeit im Altersvergleich bei dem Determinationstest

Die jüngeren Probandinnen und Probanden erzielten sowohl mehr zeitgerechte, richtige und als auch in der Gesamtzahl mehr Reaktionen im Determinationstest (Abb. 16).

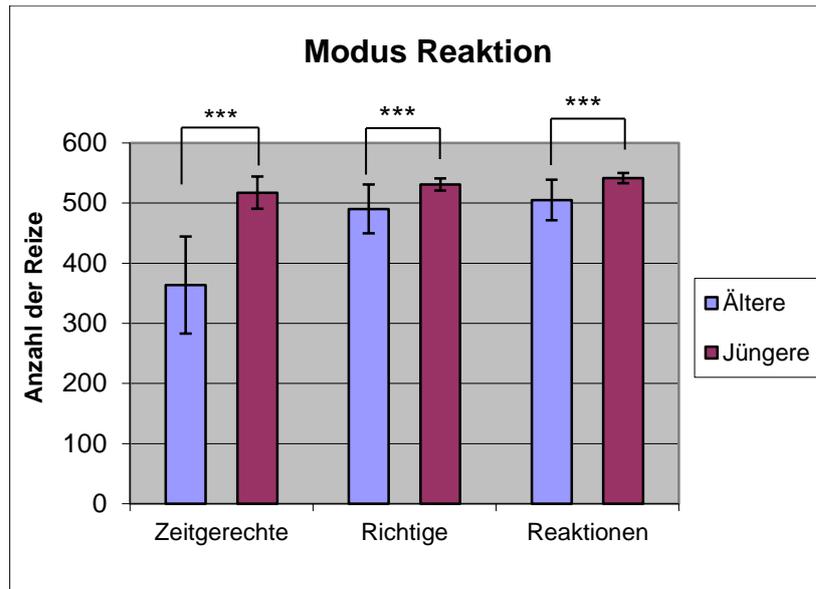


Abb. 16 Zeitgerechte, Richtige und Gesamtzahl der Reaktionen im Altersvergleich, Determinationstest

Die älteren Probandinnen und Probanden zeigten vermehrt verspätete und ausgelassene Reaktionen (Abb. 17).

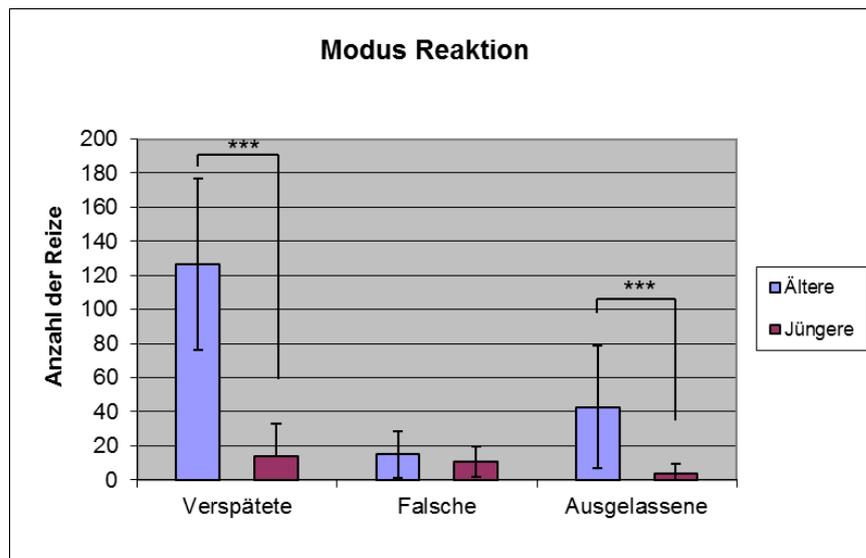


Abb. 17 Verspätete, falsche und ausgelassene Reaktionen im Altersvergleich, Determinationstest

Betrachtet man die Intervallergebnisse des Determinationstests über die verschiedenen Modi hinweg, so lässt sich die signifikant schnellere Reaktionszeit der jüngeren Versuchsteilnehmerinnen und Versuchsteilnehmer in allen Versuchseinheiten wiederfinden (Abb. 18). Die älteren Probandinnen und Probanden verschlechterten ihre Reaktionszeit von Intervall I zu II von 898,4 ms auf 1003,5 ms. Dann steigerten sie sich noch einmal im Intervall III auf 944,7 ms. Die Gruppe der Jüngeren zeigte eine nahezu konstante

Reaktionszeit über die einzelnen Intervalle hinweg von etwa 660 ms (Abb. 19 und Anlage 14).

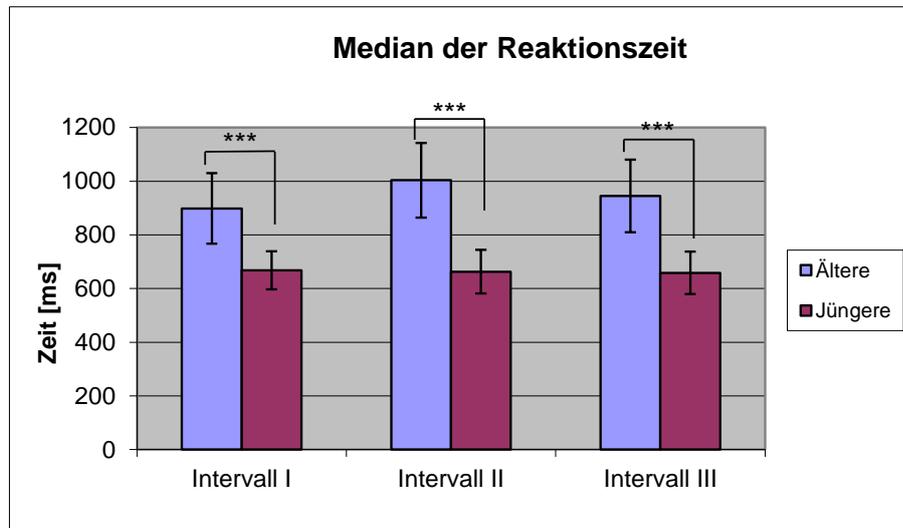


Abb. 18 Intervallergebnisse des Determinationstests: Reaktionszeiten im Altersvergleich

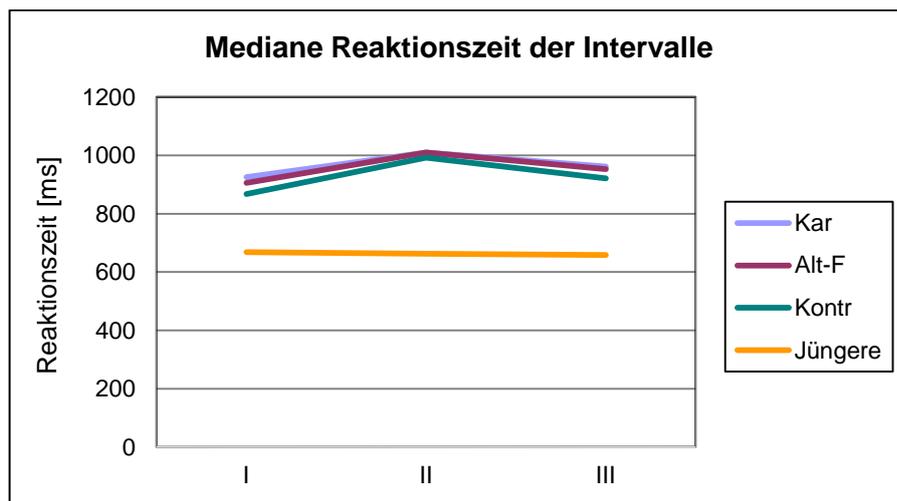


Abb. 19 Mediane Reaktionszeiten der Gruppen im Intervallvergleich

Unterschiede bei korrekt gegebenen und zeitgerechten Reaktionen über die Testintervalle hinweg variierten ebenfalls altersabhängig. Die jüngeren Probandinnen und Probanden reagierten intervallübergreifend etwa 175 mal richtig und 170 mal zeitgerecht, während die älteren einen deutlichen Abfall richtiger Reaktionen im Intervall II zeigten (von 178,7 auf 146,9). Im Intervall III stieg die Anzahl korrekter Reaktionen erneut auf 164,7, lag aber dennoch im Intervall II und III signifikant niedriger als bei den jüngeren Probandinnen und Probanden (Abb. 20 und Anlage 14).

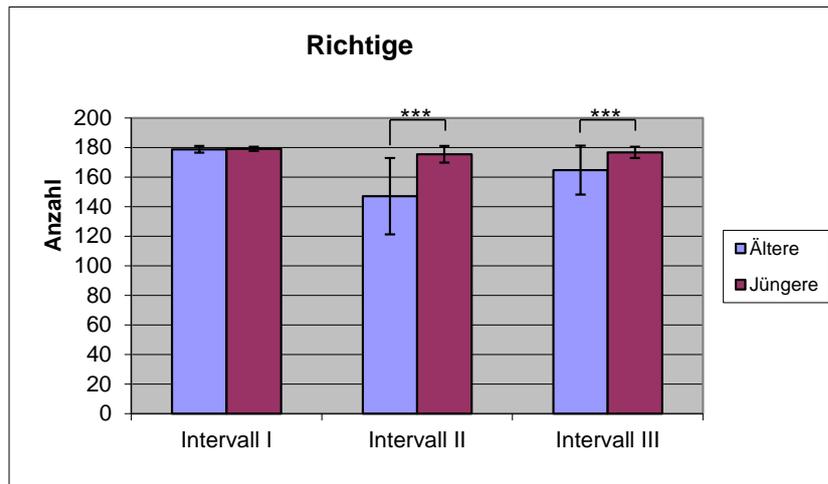


Abb. 20 Intervallergebnisse des Determinationstests: Richtige Reaktionen im Altersvergleich

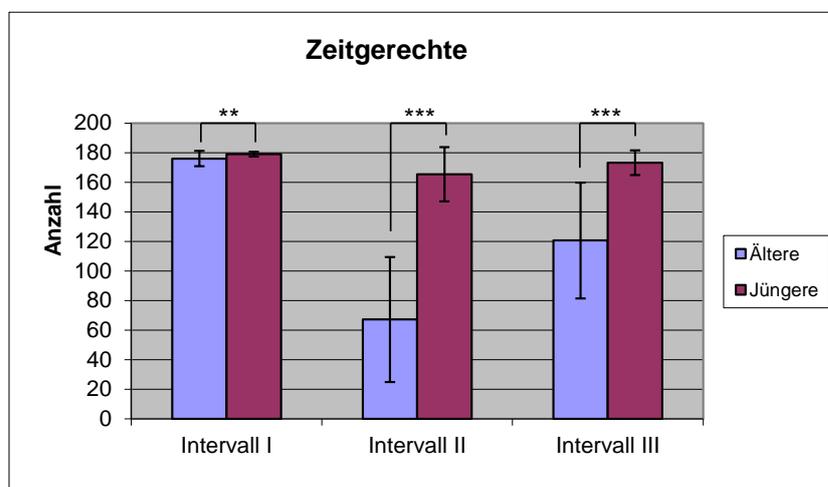


Abb. 21 Intervallergebnisse des Determinationstests: Zeitgerechte Reaktionen im Altersvergleich

Die Zahl zeitgerechter Reaktionen über die einzelnen Intervalle hinweg bestätigte ebenfalls Abweichungen mit zunehmendem Alter (Abb. 21). Im Intervall I reagierten die jüngeren Probandinnen und Probanden im Mittel 178,8 und die älteren 176 Mal zeitgerecht. Ab Intervall II wurden die Ergebnisse noch eindeutiger (67,13 vs. 165,4, ebenso im Intervall III (120,63 vs. 173,23) (Anlage 14).

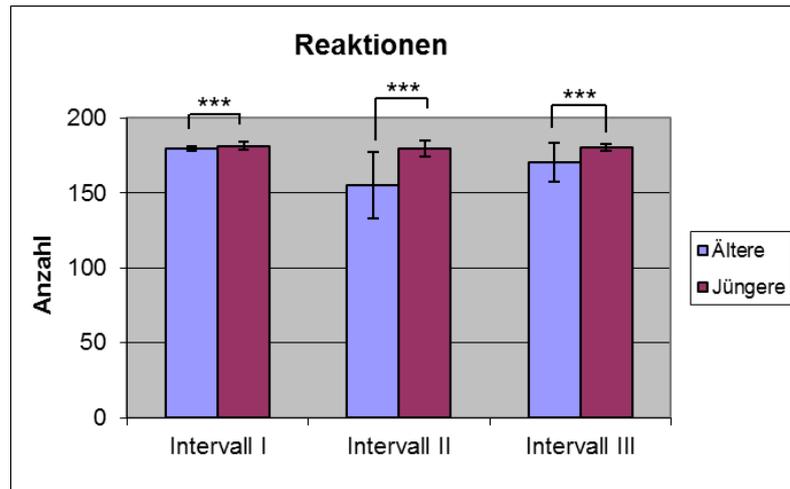


Abb. 22 Intervallergebnisse des Determinationstests: Anzahl der Reaktionen im Altersvergleich

Ein ähnliches Bild fand sich bei Betrachtung der Anzahl der gegebenen Reaktionen. Erzielten die jüngeren Probandinnen und Probanden im Intervall I gerade einmal geringfügig bessere Ergebnisse als die älteren (179,6 vs. 181,5), so waren im Intervall II (155,09 vs. 179,65) und III (170,51 vs. 180,61) schon deutlichere Unterschiede zu verzeichnen (Abb. 22).

5. 2. 2. 3 Corsi-Block-Tapping-Test

Beim Corsi-Block-Tapping-Test zeigten die Testergebnisse des jüngeren Probandenkollektivs eine statistisch sichere, höhere Anzahl reproduzierter (4,42 vs. 6,29) als auch richtig wiedergegebener Würfel (6,56 vs. 12,03) (Anlage 15). Die Anzahl vorgenommener Fehler war seitens der Jüngeren geringer.

5. 2. 2. 4 Test zur geteilten Aufmerksamkeit

Die Ergebnisse des Tests zur geteilten Aufmerksamkeit verdeutlichten, dass die jüngeren Probandinnen und Probanden den älteren besonders visuell überlegen waren. Die mediane Reaktionszeit auf visuelle Reize betrug 753,4 ms vs. 883,6 ms bei den älteren Versuchspersonen (Abb. 23). Auf auditive Reize reagierten die jüngeren Personen ebenfalls schneller als die älteren, jedoch nur bei der mittleren Reaktionszeit signifikant (599,9 ms vs. 540,8 ms). Entscheidend in diesem Test war ebenfalls die Zahl ausgelassener Reaktionen (Abb. 24 und Anlage 16).

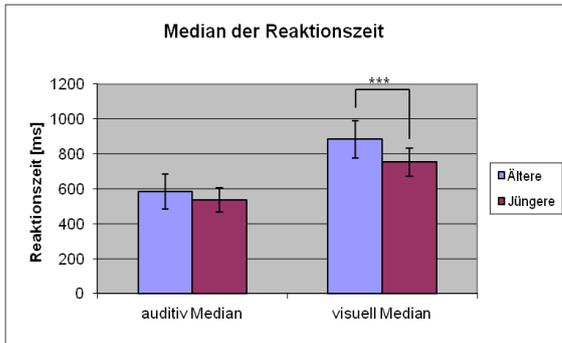


Abb. 23 Reaktionszeiten im Test zur geteilten Aufmerksamkeit im Altersvergleich

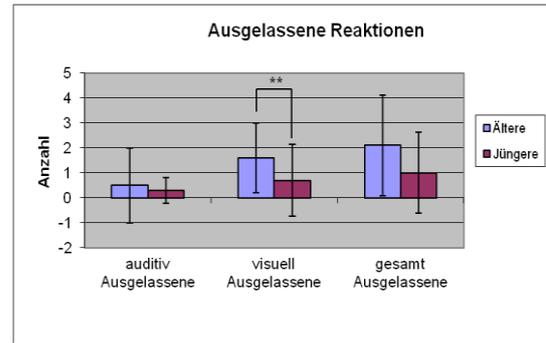


Abb. 24 Ausgelassene Reaktionen im Test zur geteilten Aufmerksamkeit im Altersvergleich

Die älteren Probandinnen und Probanden erzielten wieder schlechtere Testergebnisse als die jüngeren, statistisch bestätigt jedoch nur im Bereich der Anzahl Reaktionen auf visuelle Reize (1,59 vs. 0,71).

5. 2. 3 Leistungsergebnisse der Test-Retest-Untersuchungen der Älteren

Anhand der Kovarianzanalyse bestätigte sich lediglich anhand zweier kognitiver Parameter ein statistisch sicherer Unterschied nach 6-monatigem Untersuchungszeitraum. Unter Berücksichtigung der Bonferroni-Korrektur lässt sich innerhalb der richtig nachgetippten Würfel des CORSI-Tests und der medianen Reaktionszeit auf auditive Reize im TAP keine statistische Signifikanz mehr aufzeigen. Der Vergleich der Ergebnisse der 3 Seniorengruppen anhand des Wilcoxon- und Vorzeichen-tests beschreibt gleichermaßen die Gruppendifferenzen vor und nach Interventionszeit.

5. 2. 3. 1 Reaktionstest

Die mittleren Reaktionszeiten der einzelnen Gruppen variierten zum Zeitpunkt der ersten Untersuchungen geringfügig; *Kar* 279,0 ms; *Alt-F* 301,4 ms; *Kontr* 280,6 ms (Anlage 22-23). Nach absolviertem Sporttraining konnten die Gruppen *Alt-F* und *Kontr* ihre Reaktionszeiten leicht verbessern (*Alt-F* 288,0 ms; *Kontr* 270,6 ms), während sie bei Gruppe *Kar* mit 280,7 ms nahezu unverändert blieb. Ähnlich verhielt es sich mit der mittleren motorischen Zeit. Gruppe *Kar* verschlechterte sich leichtgradig von 226,3 auf 240,9 ms; Gruppe *Alt-F* verbesserte sich von 239,6 ms auf 219,0 ms nach absolviertem Sporttraining und Gruppe *Kontr* besserte sich ebenfalls von zunächst 240,8 auf 228,5 ms.

Das Reaktionsverhalten hinsichtlich verpasster oder unvollständiger Reaktionen blieb in allen Gruppen konstant auf sehr geringem Niveau mit Werten zwischen 0 und 0,3.

5. 2. 3. 2 Determinationstest

Im Reaktionsmodus des Determinationstests fielen Unterschiede in der Mehrzahl der untersuchten Parameter auf (Anlage 24-25). Dazu zählt die Reduktion der Reaktionszeiten in allen drei Untersuchungsgruppen (Abb. 27). Gruppe *Kar* verbesserte ihre anfängliche mediane Reaktionszeit (Median_Reaktionszeit) von 958,1 ms auf 915,9 ms, Gruppe *Alt-F* von 942,6 auf 907,7 ms und ebenso die Kontrollgruppe von 928,1 auf 880,0 ms. Auch mittels Bonferroni-adjustierten Werten bei 7 Items und Berücksichtigung der 3 Probandengruppen bleiben hier signifikante Verbesserungen der Reaktionszeiten in allen Untersuchungsgruppen nachweisbar, in Gruppe *Kar* ($p_{\text{Median_Reaktionszeit}} < 0,001$ liegt unter der Signifikanzgrenze nach Bonferroni-Korrektur von 0,0024), in Gruppe *Alt-F* ($p_{\text{Median_Reaktionszeit}}=0,002$, liegt ebenfalls unter der Signifikanzgrenze nach Bonferroni-Korrektur von 0,0024) und in der Kontrollgruppe ($p_{\text{Median_Reaktionszeit}} < 0,001$, liegt unterhalb der Bonferroni-korrigierten Signifikanzgrenze von 0,0024).

Auch das Verhältnis zwischen zeitgerechten (Zeitgerechte) und verspäteten Reaktionen verbesserte sich gruppenübergreifend (Abb. 28). Die Anzahl zeitgerechter Reaktionen stieg bei Gruppe *Kar* von 352,9 auf 383,7; bei Gruppe *Alt-F* von 360,0 auf 387,4; bei Gruppe *Kontr* von 377,0 auf 413,8. Verspätete Reaktionen wurden demnach gruppenübergreifend weniger gezählt (*Kar* 134,3 vs. 118,3; *Alt-F* 126,9 vs. 114,7; *Kontr* 119,5 vs. 94,7). In der Bonferroni-Korrektur zeigt sich ein ähnliches Bild mit signifikant gestiegener Anzahl zeitgerechter Reaktionen der Karate- ($p_{\text{Zeitgerechte}}=0,001$), der Altersfitness- ($p_{\text{Zeitgerechte}}=0,011$) und der Kontrollgruppe ($p_{\text{Zeitgerechte}} < 0,001$), welche im Signifikanzbereich nach Bonferroni-Korrektur von 0,0024 lagen.

Die Zahl korrekter Reaktionen (Richtige) stieg in allen Gruppen an (*Kar* 487,3 vs. 502,0; *Alt-F* 486,9 vs. 502,1; *Kontr* 496,5 vs. 508,5). Insgesamt wurden in allen Gruppen weniger geforderte Reaktionen ausgelassen (*Kar* 46,0 vs. 32,7; *Alt-F* 44,7 vs. 31,5; *Kontr* 37,9 vs. 27,0) (Abb. 29), sodass die Gesamtzahl erfolgter Reaktionen in allen Gruppen äquivalent dazu anstieg (*Kar* 502,6 vs. 515, *Alt-F* 504,9 vs. 517,5; *Kontr* 507,9 vs. 503,1) (Abb. 30). Sowohl bei der Anzahl richtiger Reaktionen der Gruppe *Kar* ($p_{\text{Richtige}}=0,028$), *Alt-F* ($p_{\text{Richtige}}=0,006$) und *Kontr* ($p_{\text{Richtige}}=0,004$) als auch ausgelassener Reaktionen (Ausgelassene) von *Kar* ($p_{\text{Ausgelassene}}=0,038$), *Alt-F* ($p_{\text{Ausgelassene}}=0,007$) und *Kontr*

($p_{\text{Ausgelassene}}=0,005$) bestätigen sich die Signifikanzen nicht in dem Bonferroni-adjustierten Signifikanzbereich von 0,0024.

Nach Aufschlüsselung der einzelnen Intervallergebnisse des Determinationstests zeigten sich die Veränderungen zu den einzelnen Untersuchungszeitpunkten in den verschiedenen Testmodi.

Die mediane Reaktionszeit verringerte sich bei Gruppe *Kar* und *Kontr* in allen Intervallen, bei Gruppe *Alt-F* nur im Intervall II mäßig (Abb. 31-33, Anlage 25-26). Mit Hilfe der Bonferroni-Korrektur blieb weiterhin die signifikante Verbesserung der Reaktionszeiten bei Gruppe *Alt-F* im Intervall I ($p_{\text{Median_Reaktionszeit_I}}=0,002$) und Gruppe *Kontr* in Intervall II ($p_{\text{Median_Reaktionszeit_I}} < 0,001$) in dem Signifikanzbereich unter 0,0024.

Gruppe *Kar* und *Kontr* konnten in allen Intervallen eine gestiegene Zahl zeitgerechter Reaktionen vorweisen, Gruppe *Alt-F* gelang dies im Intervall II und III signifikant (Abb. 34-36). Die Bonferroni-adjustierten Signifikanzen bestätigten dies für Gruppe *Kontr* in Intervall I ($p_{\text{Median_Reaktionszeit_I}}=0,002$) und II ($p_{\text{Median_Reaktionszeit_II}} < 0,001$), welche unterhalb der Signifikanzgrenze nach Bonferroni-Korrektur von 0,0024 lagen.

Die Fehlerzahl änderte sich in allen Gruppen nur geringfügig über die einzelnen Testeinheiten hinweg (4,4 vs. 2,9) (Abb. 37-39). Auch die Zahl ausgelassener Reaktionen sank bei Gruppe *Kontr* im Intervall I, was bei dem kleinen Wertepaar jedoch äußerst gering ausfällt (1,1 vs. 0,2). Gruppe *Kar* ließ besonders im Intervall II weniger Reaktionen aus (30,6 vs. 21,4), die Gruppe *Alt-F* im Intervall II (31,6 vs. 21,0) und III (12,2 vs. 9,1) (Abb. 32-34). wobei die Zahl ausgelassener Reaktionen Bonferroni-korrigiert keinen weiteren signifikanten Unterschied aufzeigt. Vermehrt richtige Reaktionen im Retest zeigten sich bei Gruppe *Kar* und *Alt-F* vorrangig im Intervall II (Gruppe *Kar* 145,4 vs. 155,7; Gruppe *Alt-F* 144,0 vs. 155,7), wobei Gruppe *Alt-F* auch im Intervall III noch weitere Steigerungen erzielte (164,4 vs. 168,7). Gruppe *Kontr* zeigte ebenfalls in Intervall III eine gestiegene Zahl korrekter Reaktionen im Retest gegenüber der Erstuntersuchung (166,7 vs. 171,6) (Abb. 34-36). Auch hier besteht unter strengem Maßstab mittels Bonferroni-Korrektur keine statistisch signifikante Veränderung. Die insgesamt gezählten Reaktionen (Reaktionen) unterschieden sich im Intervall I kaum voneinander, lediglich Gruppe *Kontr* reagierte im Retest einmal häufiger (179,4 vs. 180,2). Im Intervall

II zeigten alle Gruppen im Retest eine höhere Anzahl Reaktionen, Gruppe *Kar* und *Alt-F* dabei mehr als die Kontrollgruppe (*Kar* 154,0 vs. 162,4; *Alt-F* 153,6 vs. 163,5). Im Intervall III konnte die Steigerung in der Kontrollgruppe gefunden werden (171,0 vs. 174,5) (Abb. 40-42). Zuletzt ließ sich bei Gruppe *Alt-F* in Intervall II die Bonferroni-adjustierte Signifikanz bestätigen ($p_{\text{Reaktionen_II}}=0,002$), da dies unterhalb der Bonferroni-korrigierten Signifikanzgrenze von 0,0024 bleibt.

Im Vergleich zu den Studentinnen und Studenten ließ sich der Unterschied der erfassten Leistungsvariablen innerhalb der verschiedenen Untersuchungsintervalle als statistisch signifikant nachweisen (Abb. 19).

5. 2. 3. 3 Corsi-Block-Tapping-Test

Im Corsi-Block-Tapping-Test erfolgte die Prüfung der verschiedenen Gedächtnisleistungen und der Lernfähigkeit der Probandinnen und Probanden. Es konnten nur wenige nennenswerte Unterschiede zwischen beiden Untersuchungszeitpunkten festgestellt werden. Die Werte der unmittelbaren Blockspanne lagen nahezu unverändert zwischen 4,3 und 4,6 und zeigten kaum Schwankungen, weder zwischen den einzelnen Gruppen noch zwischen Prä- und Retest (Abb. 25 und Anlage 26). Die Ergebnisse der Suprablockspanne des Retests waren in Gruppe *Kar* und *Kontr* fast identisch mit dem Ausgangswert. Nur Gruppe *Alt-F* zeigte geringe Einbußen bei der Zweituntersuchung (3,6 vs. 2,0).

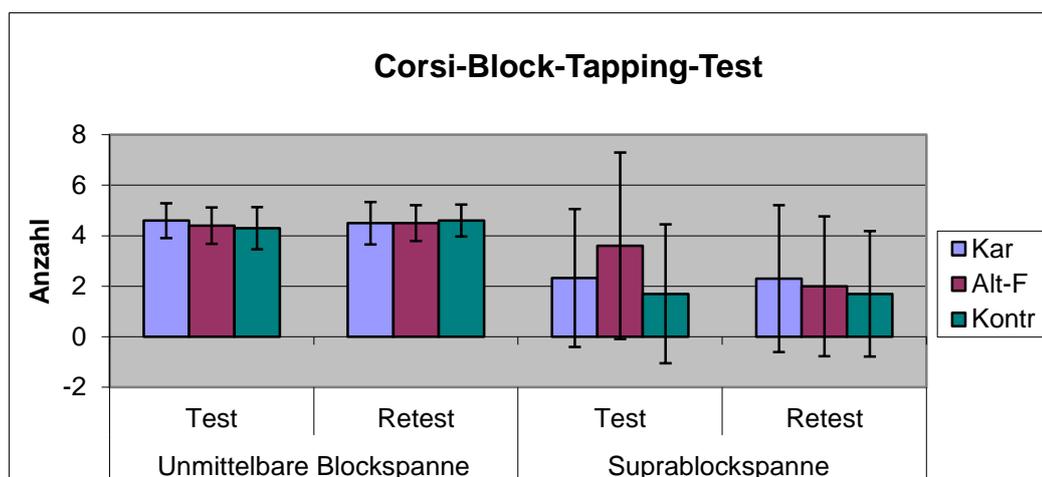


Abb. 25 Corsi-Block-Tapping-Test, Test-Retest-Vergleich

Eine Verbesserung der richtig nachgetippten Würfel über die Zeit ließ sich allein bei der Kontrollgruppe finden (6,6 vs. 7,8), was in der Kovarianzanalyse im Vergleich zur Karategruppe zunächst als statistisch sicher bestätigt werden

konnte. Mittels Betrachtung anhand der Bonferroni-Korrektur blieben zuletzt auch im Wilcoxon-Test keine signifikanten Veränderungen nachweisbar, da $p_{\text{UBS_Richtige}}=0,008$ über der Bonferroni-adjustierten Signifikanzgrenze von über 0,0028 lag. Ebenfalls verringerte Gruppe *Kontr* die Zahl ihrer Sequenzierungsfehler (2,6 vs. 1,8), jedoch ohne statistisch signifikante Bestätigung. Gruppe *Kar* und *Alt-F* begingen im Retest ebenfalls geringfügig weniger Sequenzierungsfehler als zur Eingangsuntersuchung.

5. 2. 3. 4 Test zur geteilten Aufmerksamkeit

In diesem Test lassen sich einige interessante Änderungen erkennen, insbesondere der Reaktionszeiten. Wie in der Kovarianzanalyse festgehalten verbesserte Gruppe *Kar* ihre mediane Reaktionszeit auf auditive Reize (auditiv Median) initial nach mehrmonatigem Training (594,3 ms vs. 549,6 ms) (Abb. 26 und Anlage 27-28). Die Bonferroni-Korrektur verifizierte diese Signifikanz nicht, da $p_{\text{auditiv_Median}}=0,03$ oberhalb des adjustierten Signifikanzbereiches von 0,0019 lag. Bei der Gruppe *Kontr* ließ diese hingegen im Verlauf der Untersuchungen nach (568,5 ms vs. 586,7 ms). Gruppe *Alt-F* besserte sich minimal (587,4 ms vs. 576,7 ms).

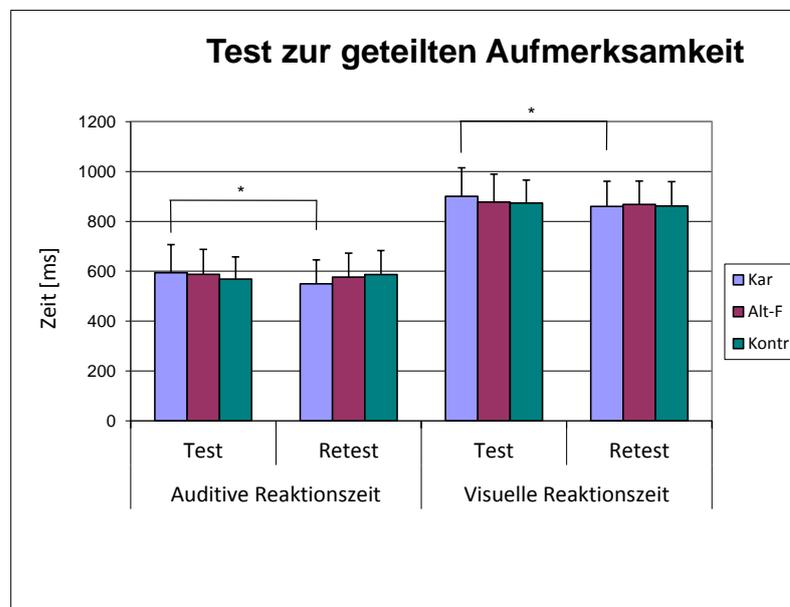


Abb. 26 Test zur geteilten Aufmerksamkeit, Test-Retest-Vergleich

Ähnlich fand sich dieses Ergebnis für die mediane Reaktionszeit auf visuelle Reize, wobei sich diese Differenz anhand der Kovarianzanalyse nicht bestätigen ließ. Bei Prüfung der adjustierten Werte mittels Bonferroni lassen sich diese Differenzen nicht statistisch bestätigen ($p_{\text{visuell_Median}}=0,026$, aber

Bonferroni-korrigiert $> 0,0019$). Gruppe *Kar* verbesserte sich von 900,9 ms auf 859,9 ms. Die Gesamtzahl der Fehler sank leicht in jeder Untersuchungsgruppe.

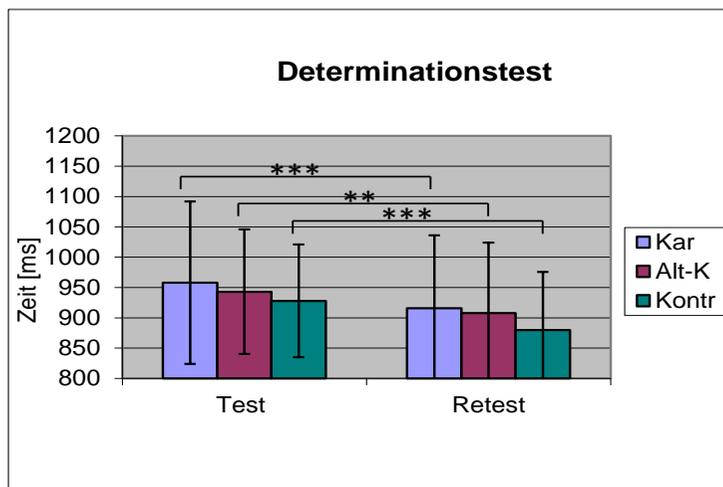


Abb. 27 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich, Median der Reaktionszeit

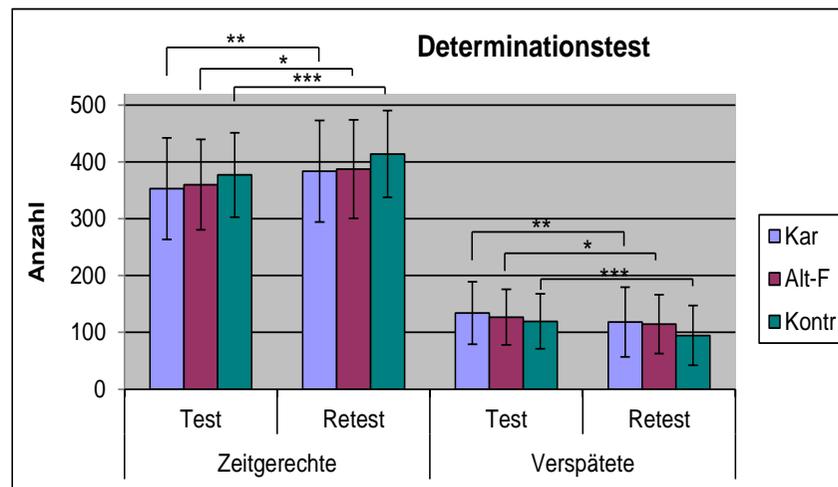


Abb. 28 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich zeitgerechter und verspäteter Reaktionen

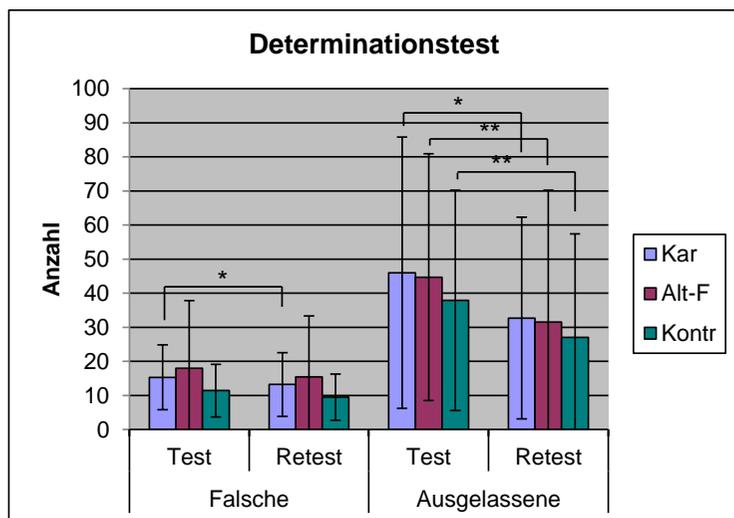


Abb. 29 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich falscher und ausgelassener Reaktionen

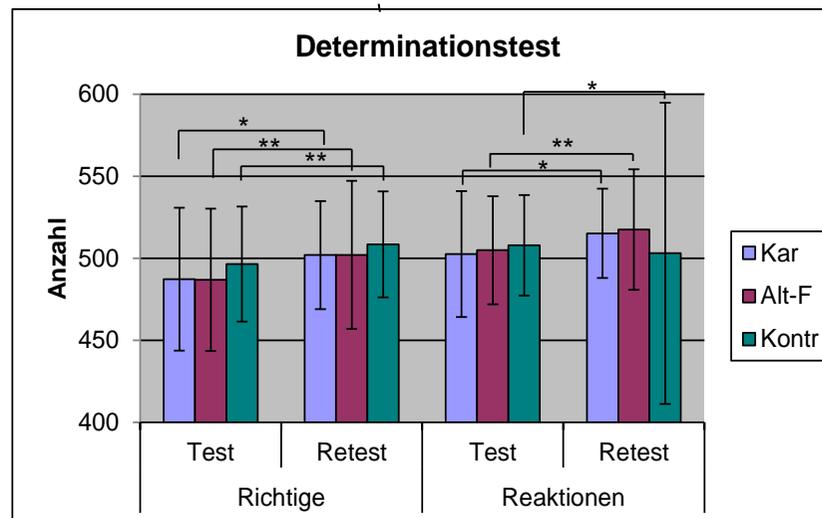


Abb. 30 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich, Anzahl und richtige Reaktionen

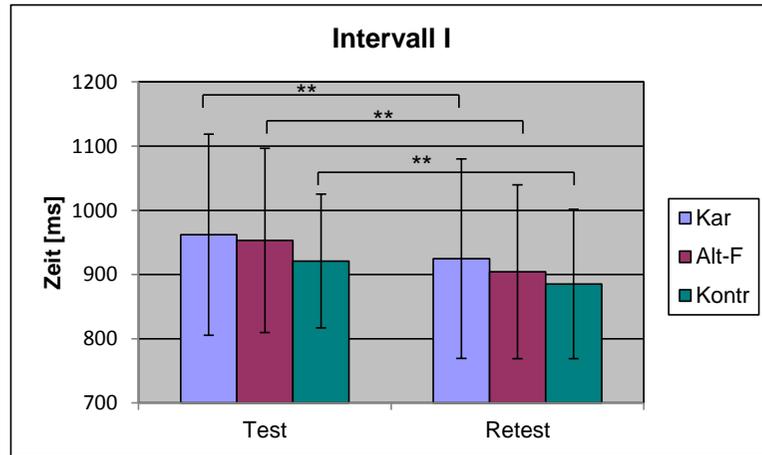


Abb. 31 Determinationstest, Median der Reaktionszeit, Intervall I

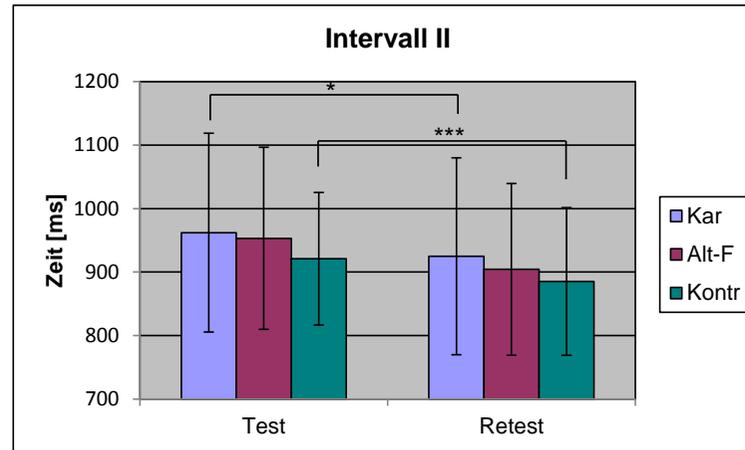


Abb. 32 Determinationstest, Median der Reaktionszeit, Intervall II

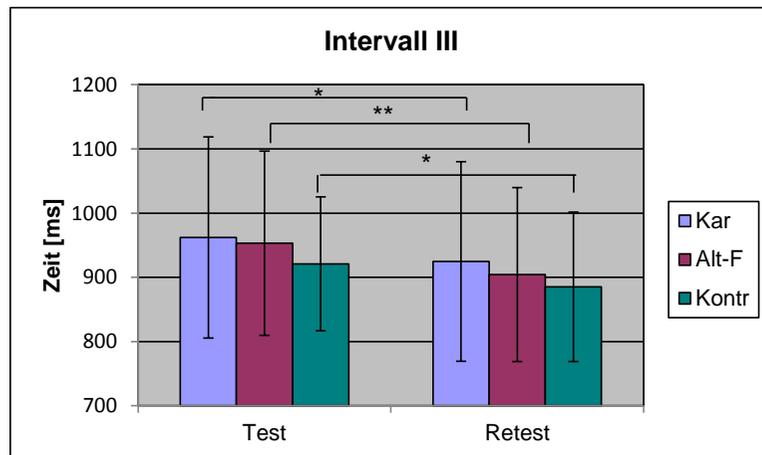


Abb. 33 Determinationstest, Median der Reaktionszeit, Intervall III

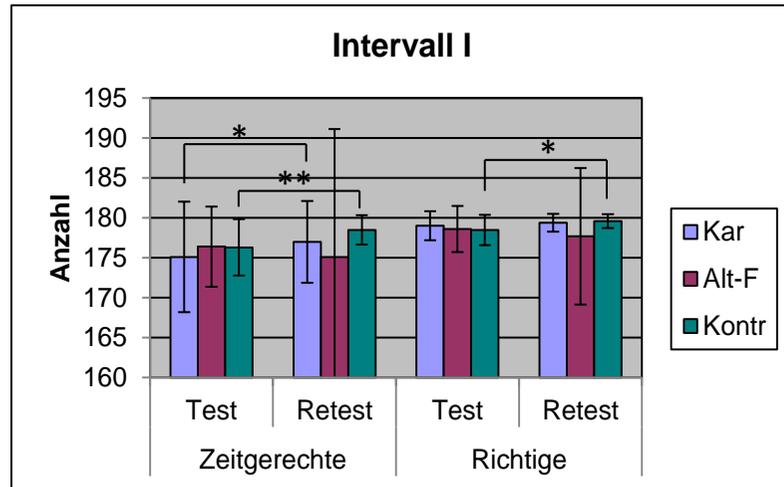


Abb. 34 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich zeitgerechter und richtiger Reaktionen, Intervall I

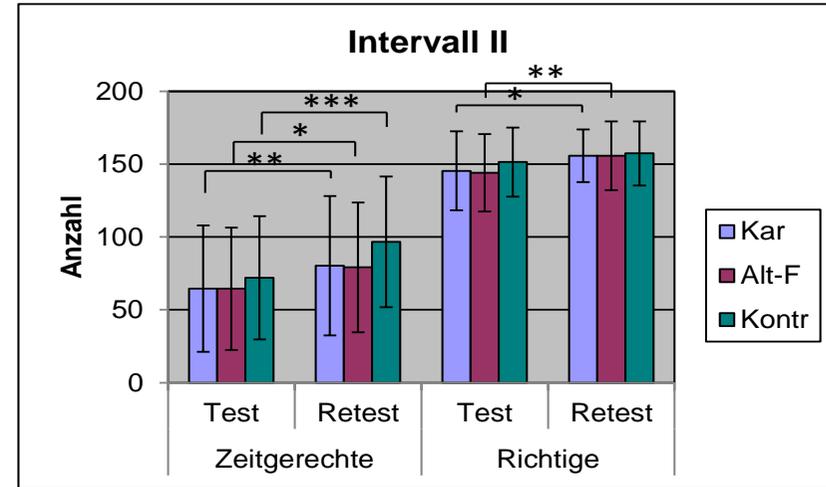


Abb. 35 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich zeitgerechter und richtiger Reaktionen, Intervall II

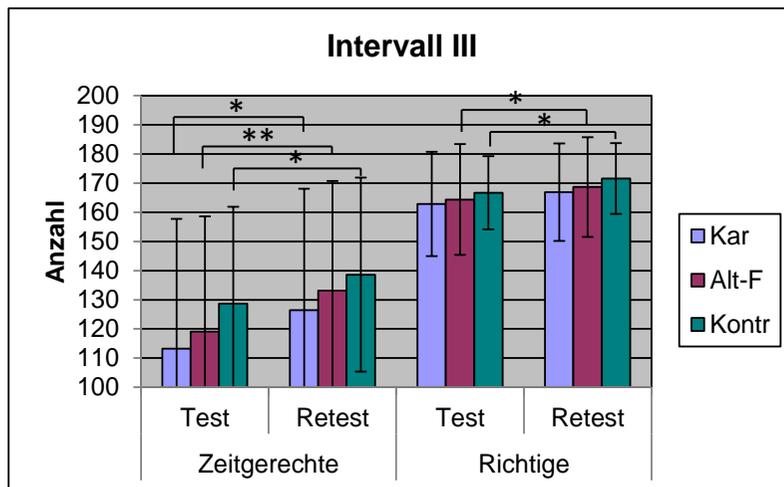


Abb. 36 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich zeitgerechter und richtiger Reaktionen, Intervall III

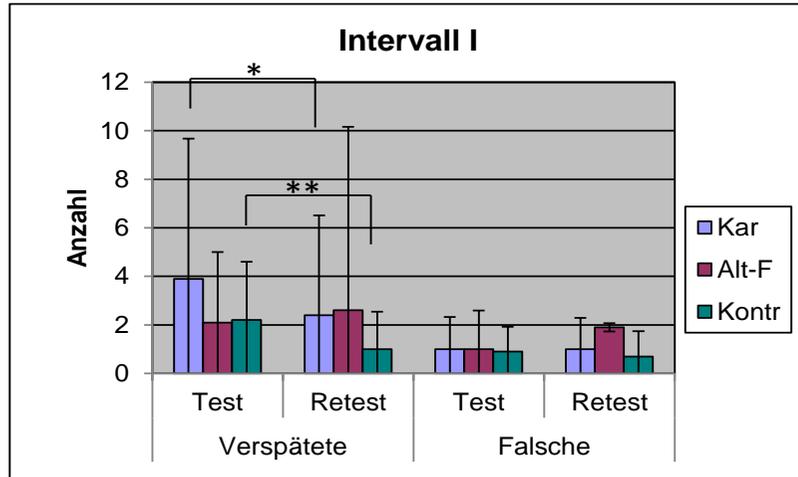


Abb. 37 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich verspäteter und falscher Reaktionen, Intervall I

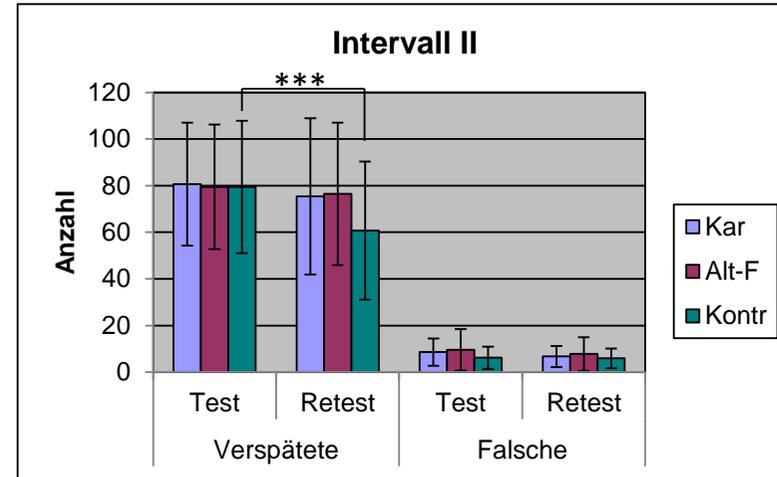


Abb. 38 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich verspäteter und falscher Reaktionen, Intervall II

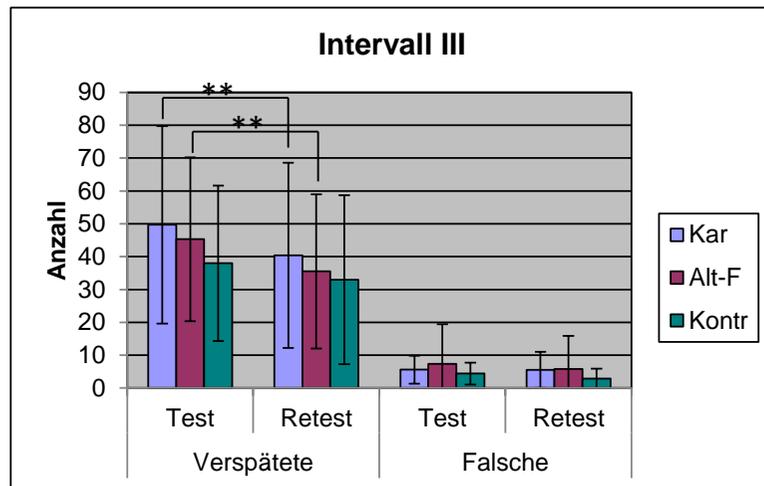


Abb. 39 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich verspäteter und falscher Reaktionen, Intervall I

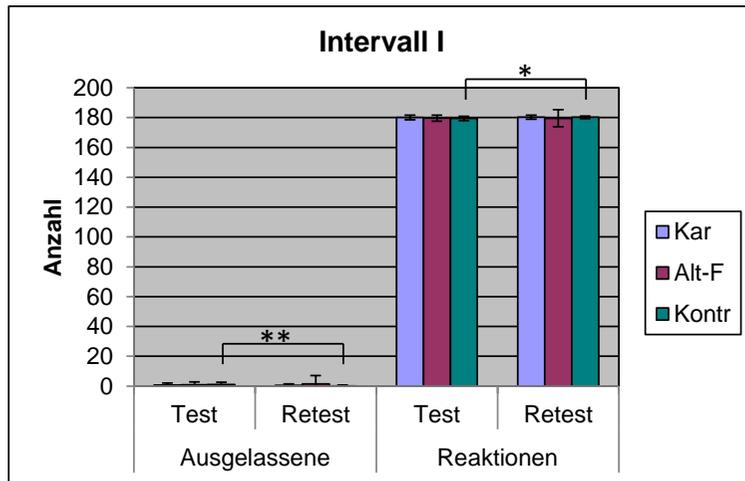


Abb. 40 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich ausgelassener und gesamter Reaktionen, Intervall I

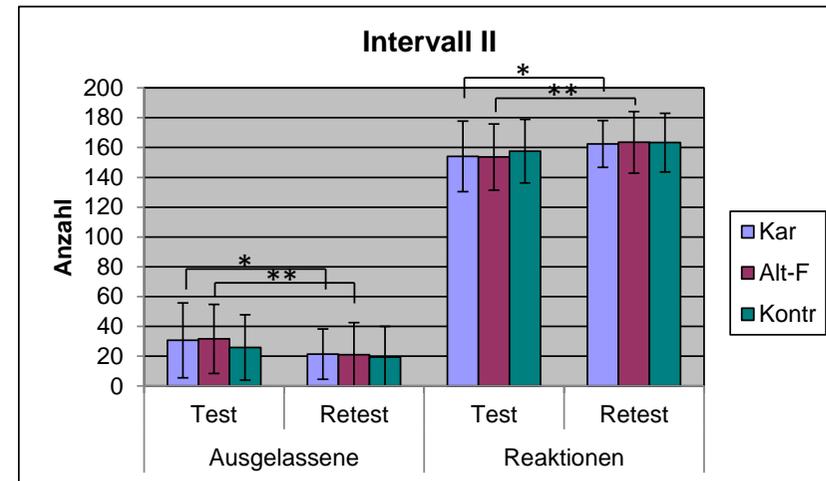


Abb. 41 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich ausgelassener und gesamter Reaktionen, Intervall II

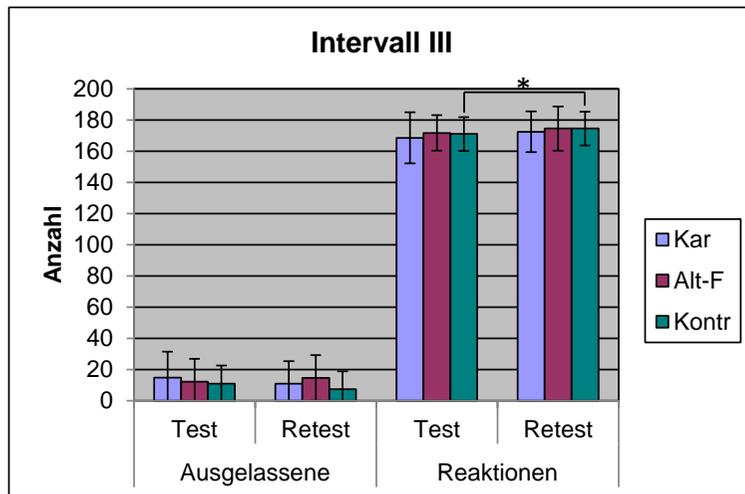


Abb. 42 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich ausgelassener und gesamter Reaktionen, Intervall III

6 Diskussion

Die hier vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Einschätzung der kognitiven Leistungen verschiedener Altersgruppen und untersucht die Einflussnahme zweier verschiedener sportlicher Aktivitäten (Karate und Altersfitness) auf die mentalen Fähigkeiten im höheren Lebensalter. Bei Betrachtung der gewonnenen Untersuchungsergebnisse lässt sich nur ein Teil der vermuteten Hypothesen belegen.

6. 1 Altersspezifische Leistungsunterschiede

Hypothese 1: Die kognitiven Leistungen weisen Unterschiede in Abhängigkeit vom Lebensalter auf. Jüngere Probandinnen und Probanden haben bessere Ergebnisse bei der Reaktionsfähigkeit, der Gedächtnisleistung und der allgemeinen Aufmerksamkeit.

Diese Fragestellung konzentrierte sich auf die Differenzierung der kognitiven Leistungsfähigkeit in unterschiedlichem Lebensalter. Wie im Vorfeld vermutet, erzielten die jüngeren Probandinnen und Probanden fast ausnahmslos signifikant bessere Ergebnisse in den Bereichen Reaktionsgeschwindigkeit, Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsleistung. Die Ergebnisse dieser Arbeit decken sich mit denen zahlreicher vorangegangener Studien (Missonnier et al. 2004, Touron et al. 2004, Jennings et al. 2005, Mattay et al. 2006, Daffner et al. 2011) und bekräftigen so einige formulierte Erklärungstheorien wie beispielsweise die Processing Speed Theory nach Salthouse (1996). Der wesentliche altersbedingte Unterschied in der geistigen Leistungsfähigkeit liegt in der herabgesetzten Verarbeitungsgeschwindigkeit der kognitiven Prozesse mit zunehmendem Lebensalter und bedingt eine verminderte Anzahl gleichzeitig zur Verfügung stehender Informationen. Aufgrund dieses Informationsdefizites waren die aufgefundenen Leistungseinbußen der verschiedenen Funktionen des Arbeitsgedächtnisses im höheren Lebensalter begründbar. Anhand der Untersuchungsergebnisse konnte in der vorliegenden Arbeit ein deutlicher Unterschied der Reaktionsgeschwindigkeiten zwischen den jüngeren und älteren Probandinnen und Probanden in jedem Testverfahren nachgewiesen werden.

Auch die Anzahl von korrekten sowie zeitgerechten Reaktionen im DT war bei ihnen deutlich höher, was einen Rückschluss auf die bessere Aufmerksamkeitsleistung zulassen mag.

Diese Ergebnisse stützend finden sich ebenfalls im TAP weniger ausgelassene Reaktionen auf visuelle Reize bei den Jungen.

Der Corsi-Block-Tapping-Test erfasst die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses als Teilleistung des Arbeitsgedächtnisses. Die jüngeren Testpersonen erzielten eine höhere kurzzeitige Speicherkapazität an reproduzierbaren Würfelreihenfolgen als die älteren. Die Supra-Blockspannen beider Altersgruppen unterschieden sich zwar, manifestierten interessanterweise jedoch keinen statistisch signifikanten Unterschied. Die Fähigkeit der anhaltenden Lernbereitschaft unterliegt demnach vermutlich in geringerem Maße den Alterungsprozessen, was Anhalt auf die neuronale Plastizität gibt.

Die aufgezeigten Beobachtungen dieser Studie gehen mit den meisten in der Literatur beschriebenen Ergebnissen konform und verdeutlichen einen altersabhängigen Leistungsunterschied der kognitiven Funktionen.

Denkbar wäre eine leichte Verfälschung der Resultate aufgrund der routinierten Nutzung moderner Computertechnologie seitens der jüngeren Probandinnen und Probanden. Dieser wird jedoch wahrscheinlich weniger Wichtung tragen, da sich die älteren Probanden einerseits den Testverfahren zum wiederholten Male unterzogen und andererseits die Seniorinnen und Senioren der modernen PC-Welt gegenüber aufgeschlossener zeigen und diese durchaus zunehmend nutzen. Der entstandene Übungseffekt kann den Nachteil der Unerfahrenen ausgleichen. Leider wird in dieser Studie allein die Zeitkomponente der Untersuchungsergebnisse nicht berücksichtigt. Eine zweite Messung der Leistungsparameter der jüngeren Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer nach 6 Monaten hätte möglicherweise zusätzliche Informationen allein über die Wiederholung der Leistungstests zu einem späteren Messzeitpunkt ohne Interventionsmaßnahmen ergeben.

6. 2 Altersspezifische Leistungsunterschiede über einen andauernden Beanspruchungszeitraum

Hypothese 2: Die mentale Leistung ändert sich über einen definierten Zeitraum der gestellten Aufgabe. Unter Belastung und länger andauernder Beanspruchung zeigen ältere Probandinnen und Probanden eine stärkere Abnahme der Aufmerksamkeits- und/oder Reaktionsleistung als jüngere.

Diese These erwies sich als korrekt. Im DT bearbeiteten alle Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer die geforderte Arbeitsaufgabe über drei verschiedene Modi hinweg innerhalb eines 15-minütigen Untersuchungszeitraumes. Bei den älteren Probandinnen und Probanden konnte zunächst eine Zunahme der Reaktionszeit vom ersten zum zweiten Intervall, gefolgt von einer geringen Verbesserung vom zweiten zum dritten ermittelt werden. Dementsprechend verhielt es sich mit der Korrektheit der Reaktionen in diesem Test; eine Verschlechterung vom ersten zum zweiten Intervall verbunden mit einer geringfügigen Verbesserung zum dritten. Gegenüberstellend erzielten die jüngeren Probandinnen und Probanden durchweg signifikant bessere Ergebnisse als die älteren sowie eine nahezu konstante Reaktionsgeschwindigkeit und Korrektheit ihrer Reaktionen in allen beobachteten Intervallen. Gleichmaßen verhält es sich mit den zeitgerechten und den ausgelassenen Reaktionen. Die Leistung der Jungen hält sich auf einem stabilen Niveau auch bei anhaltender Arbeitsbeanspruchung. Im Gegensatz dazu weisen die Ergebnisse der älteren Probandinnen und Probanden auf Leistungseinbußen insbesondere im Intervall II hin, in welchem die Zahl zeitgerechter Reaktionen abfällt und die ausgelassenen Reaktionen ansteigen. Intervall III deutet auf eine erneute Verbesserung der erfolgten Reaktionen hin.

Somit lässt sich ein altersabhängiger Unterschied der kognitiven Teilleistungen bei dauerhafter Beanspruchung aufzeigen. Mögliche Erklärungsansätze finden sich in den Untersuchungen von Cabeza (2002), Jennings et al. (2005), Mattay et al. (2006) sowie Reuter-Lorenz und Cappell (2008), welche das Akquirieren möglicher kognitiver Ressourcen bei Älteren erst ab einem bestimmten Anforderungsbereich vermuten sowie eine Kapazitätslimitierung dieses Kompensationsmechanismus deklarierten (Daffner et al. 2011, Wiegand 2014).

Die Ergebnisse der Intervalluntersuchungen des DT dieser Studie erlauben die Interpretation entsprechend dieser Theorien.

6. 3 Kognitive Leistungen in Abhängigkeit von sportlicher Aktivität

Hypothese 3: Durch ein gezieltes sportliches Training über einen definierten Zeitraum lassen sich die kognitiven Fähigkeiten im fortgeschrittenen Lebensalter verbessern bzw. erhalten. Ältere Personen, die regelmäßig über eine bestimmte Zeit hinweg einer sportlichen Aktivität nachgehen, zeigen bessere Leistungen in den kognitiven Teilbereichen Reaktionsfähigkeit, Aufmerksamkeit und Kurzzeitgedächtnis als Personen gleichen Alters ohne sportliche Betätigung in einem vergleichbaren Zeitraum.

Ein wesentlicher Aspekt dieser Arbeit im Rahmen der BEA-Studie ist es zu beurteilen, ob Sport einen positiven Einfluss auf die kognitiven Leistungen im höheren Lebensalter nehmen kann.

Eine größere Probandenzahl wurde untersucht und teilweise vergleichbare Ergebnisse mit anderen Studien (siehe unten) gewonnen. Anhand der Kovarianzanalyse ließen sich die Gruppenunterschiede der Ergebnisdifferenzen schnell über die Zeit aufzeigen, wobei lediglich zwei der Vielzahl der erhobenen kognitiven Parameter zunächst eine statistisch sichere Veränderung bestätigten. Unter Berücksichtigung der Bonferroni-Korrektur ist dieser Unterschied nicht mehr statistisch gesichert. Insgesamt wurde zwar eine Stabilität der kognitiven Leistung der älteren Probandinnen und Probanden unter sportlicher Betätigung wie auch ohne beobachtet, jedoch keine bedeutsamen, signifikanten Fortschritte der einzelnen kognitiven Teilbereiche nach Interventionsprogramm.

Bei Betrachtung der Parameter des AG, insbesondere der Merkfähigkeits- und Aufmerksamkeitsleistung, konnten keine signifikanten Verbesserungen durch die Sportaktivität aufgezeigt werden. Im Gegenteil sank die Anzahl korrekt nachgetippter Würfel im CORSI-Test der Karategruppe. Möglich ist, dass die gelernten Fachbegriffe der Karategruppe einen Aufmerksamkeitsbereich einforderten und demnach die limitierten Kapazitätsgrenzen früher erreicht waren.

Die Kontrollgruppe hingegen zeigte sogar eine leichte, signifikante Besserungstendenz ihrer Leistungsfähigkeit und verringerte z. B. die Fehleranzahl im CORSI-Test. Denkbar ist einerseits eine geweckte Motivation

auf Seiten der Kontrollgruppe, die sich aufgrund der Leistungsüberprüfungen einstellte sowie eine unbefangene Herangehensweise dieses Probandenkollektivs, da keine Änderungen erwartet wurden. Auch die Vertrautheit und Geübtheit mit den Testsystemen in der Versuchssituation mag die verbesserten Leistungen innerhalb der Kontrollgruppen erklären. Ein Lerneffekt wurde hier aufgrund der mehrmonatigen Zeitspanne zwischen den zwei Untersuchungen als unwahrscheinlich eingestuft wie auch aufgrund des Erfahrungswertes früherer Untersuchungen bei mehrmaligem Absolvierung der Testsysteme. Jedoch fehlt dazu die letztliche Bestätigung zur gänzlichen Sicherheit im aktuellen Literaturstand.

Im Test zur geteilten Aufmerksamkeit zeigte die Karate-Gruppe eine signifikant gesunkene mediane Reaktionszeit auf auditive Reize nach sportlichem Training, welche die Gruppen *Alt-F* und *Kontr* nicht erreichten. Der statistisch signifikante Unterschied der Reaktionszeiten auf auditive Reize ließ sich zwischen der Karate- und der Kontrollgruppe finden, kann jedoch erneut mit Bonferroni-adjustierten Werten nicht gesichert werden. Die psychometrischen Ausgangswerte der Probandinnen und Probanden wurden vor dem Interventionsprogramm als Kovariablen einbezogen, da eine Beziehung zwischen Basiswert und erzielbarer Leistungssteigerung vermutet wurde. Eine Studienteilnehmerin/ein Studienteilnehmer, die/der zu Untersuchungsbeginn bereits eine hohe kognitive und körperliche Leistungsfähigkeit aufweist, vermag wahrscheinlich in geringerem Maße von der Intervention profitieren als jemand mit niedrigeren Ausgangswerten in diesen Bereichen.

Eine Erklärungsmöglichkeit im Zusammenhang von Reaktionsfähigkeit und Aufmerksamkeitsleistung kann in den neuronalen Schaltkreisen aus vestibulocochleärem, propriozeptivem und koordinativem System begründet liegen, welche innerhalb der Aufgabe zur geteilten Aufmerksamkeit angesprochen werden. Es ist vorstellbar, dass eine allgemeine Sensibilisierung auf Umweltreize gefördert wird, da Achtsamkeit und Aufmerksamkeit einen hohen Stellenwert in der Schulung des Karate einnehmen. Durch das Senken der Reizschwelle kann eine raschere Reaktion erfolgen. Jedoch zeigen sich diese isolierten Parameter mit Besserungstendenz unter Berücksichtigung eines strengeren Maßstabes mittels Bonferroni-Korrektur als nicht signifikant. Die Vielzahl unveränderter, psychometrischer Leistungsergebnisse dieser Studie widerlegt einen sichtlichen Effekt auf die allgemeine

Reaktionsgeschwindigkeit und die mentale Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter durch das ausgeübte Sporttraining.

Als Limitation der vorliegenden Arbeit muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass die Bonferroni-Korrektur aufgrund der großen Anzahl an Items nicht über den vollständigen Block der Testergebnisse angewandt wurde, sondern letztlich nur spezifisch über die einzelnen psychometrischen Untersuchungsverfahren.

Große Ähnlichkeit zur Thematik der vorliegenden Arbeit weist die Studie der Universität Regensburg von Jansen und Dahmen-Zimmer (2012) auf. Die Ergebnisse ließen lediglich positive Tendenzen der geistigen Verarbeitungsgeschwindigkeit und Gedächtnisleistung erkennen. Vielmehr stieg das emotionale Wohlbefinden der Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Karate-Trainings verglichen mit der Kontrollgruppe, was sich in der Zunahme von Selbstwertgefühl und Lebensqualität äußerte (Wagner 2009).

Dies bekräftigt die These, dass asiatische Kampfkünste Einfluss auf die Mental-Körper-Beziehung nehmen können und die Vorteile besonders auf psychologischer Ebene basieren, was der gesunkene Depressions-Score der Karate-Sportlerinnen und -Sportler in der Studie von Chateau-Degat et al. (2010) belegte. Sicher wäre auch innerhalb dieser Studie die Untersuchung des antidepressiven Effektes anhand von Depressionsskalen der Sportteilnehmer äußerst interessant gewesen. Dieser Aspekt wurde jedoch innerhalb dieser Arbeit nicht berücksichtigt, da zu Studienbeginn die Hinweise aus der Literatur noch nicht im Fokus standen und initial nicht als primären Endpunkt angesehen wurden. Diese Ergänzung wäre bei Studien ähnlichen Designs an größeren Stichproben zu empfehlen, um die Frage endgültig zu beantworten. Ergebnisse der BEA-Studie konnten jedoch zunächst keinen signifikanten Einfluss, wenn auch einen positiven Trend, der allgemeinen sportlichen Aktivität auf die subjektive körperliche Gesundheit im SF-36 nachweisen, wobei diese unabhängig von den gezielten Sportinterventionsprogrammen gewonnen wurden (Witte et al. 2015a).

Die Analyse der möglichen Einflussfaktoren wie Ausdauer, Kraft, persönliche Stimmung und soziale Kontakte erfolgte innerhalb dieser Studie nicht. Der Effekt von Gleichgewicht und gesundheits- und aktivitätsbedingter Lebensqualität, die Bestandteil der Gesamtstudie waren, wurde innerhalb dieser Promotionsstudie nicht untersucht. Im Rahmen des Gesamtprojektes finden sich Ergebnisse in der Arbeit von Pliske et al. (2015) und Witte et al.

(2015b), wo sich vorrangig eine Verbesserung des Gangbildes durch Karatetraining, auch unter Dual-Task-Aufgaben, abbildete und damit die Reduktion traumatischer Stürze.

Jedoch fehlt die Betrachtung der Gleichgewichtsfähigkeit innerhalb der Untersuchungen, was sicher ein Defizit des Gesamtdesigns darstellt und in künftigen Untersuchungen Bestand haben sollte.

Betrachtet man kritisch das Design der Gesamtstudie „Bewegung einmal anders“, stellt man folgende Verbesserungen der methodischen Planung fest.

Der in dieser Studie fehlende Einfluss der sportlichen Intervention auf die kognitiven Fähigkeiten kann in dem begrenzten Trainingszeitraum begründet liegen. Es ist denkbar, dass die sportliche Aktivität erst über einen länger andauernden Lebensabschnitt einen Einfluss auf kognitive Funktionen nehmen kann. Dabei spielt möglicherweise vielmehr die sportliche Aktivität in jüngeren Lebensjahren sowie das Bewegungsverhalten über die gesamte Lebenszeit hinweg eine tragende Rolle (Hertzog et al. 2009). Die weiterführenden Ergebnisse der BEA-Studie verwiesen lediglich auf eine Minderheit unterschiedlicher kognitiver Leistungsfunktionen in Abhängigkeit von der täglichen Aktivität. Hier zeigten sich Unterschiede sowohl im besseren DemTect-Score, der räumlichen Gedächtnisleistung als auch der Reaktionsfähigkeit im Fallstabtest und im Test zur geteilten Aufmerksamkeit zugunsten jener Probanden, welche insbesondere täglich zu Fuß gingen oder Fahrrad fuhren (Witte et al. 2015a). Interessanterweise fanden sich jedoch moderate Beeinträchtigungen sowohl der Reaktionsfähigkeit wie auch der Gedächtnisleistung bei älteren Studienteilnehmern, welche Mitglieder eines Sportvereins waren. Insgesamt ließ sich auch hier kein eindeutiger Einfluss der sportlichen Aktivität auf die kognitiven Fähigkeiten nachweisen.

Auch könnten das gewählte Sportprogramm, dessen Trainingsintensität und -häufigkeit ungeeignet sein, die untersuchten psychometrischen Leistungen zu verbessern. Das fordert die Wissenschaft, weitere Forschungsstudien zu planen und auch weitere Sportprogramme zu evaluieren. Eventuell lag auch der Fokus der untersuchten kognitiven Teilbereiche falsch, sodass mögliche Effekte des Sports vielleicht eher in der Planung und Organisation oder der Kreativität auftreten. Auch hier liegt noch weiterer Forschungsbedarf.

Der Diskussion sollte man den weiteren Punkt hinzufügen, ob das gewählte Probandenkollektiv umfangreich geeignet für die durchgeführten

Untersuchungsverfahren war. Vier initial angemeldete Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer erschienen bereits nicht zu den Eingangsuntersuchungen und waren somit nicht bei der Gruppenzuordnung involviert. An den Retest-Untersuchungen nahmen weitere 7 Personen nicht teil, davon 5 der Altersfitness- und 2 der Kontrollgruppe zugehörig. Auch wenn die Gründe des Abbruchs wohl mehr außerhalb der Studie zu finden sind, z. B. im Rahmen finanzieller und gesundheitlicher Natur, so muss der resultierende Unterschied der Gruppenstärke einbezogen werden.

Initial erfolgte keine spezifische Anamneseerhebung bezüglich somatischer und psychiatrischer Grundleiden und Nebenerkrankungen der Studienteilnehmer, welche als beeinflussende Kofaktoren für die Leistungsfähigkeit eine möglicherweise tragende Rolle spielten. Des Weiteren blieb unberücksichtigt, wie die Studienteilnehmer zuvor beruflich eingebunden waren, ob sie schwerpunktmäßig physisch oder mental anspruchsvoller Arbeitsbeschäftigung nachgingen. Vielleicht hätte eine Zuordnung zu früherer beruflich vorrangig mentaler Aktivität eine sichtliche Leistungszunahme durch sportliche Intervention aufgezeigt. Auch der aktuelle sportliche und geistige Fitnessstand der Versuchsteilnehmer können ursächlich für den ausgebliebenen Effekt des Sporttrainings sein, deren Motivation an den Testtagen und/oder deren Altersspektrum. Bei der Durchführung ähnlicher Studien sollte die Berufsanamnese mitberücksichtigt werden.

Grundsätzlich ist auch zu diskutieren, ob die untersuchte Kontrollgruppe *Kontr* möglicherweise unzureichend geeignet war, die spezifischen Effekte des Sporttrainings zu veranschaulichen. Anhand dieser ließ sich lediglich der signifikante Unterschied zwischen den Interventionsgruppen mit der Kontrollgruppe aufzeigen, ohne die Grundlage und Wirkmechanismen dessen weiter beleuchten zu können, woraus sich ein methodischer Kritikpunkt des Studiendesigns ergibt.

Dass innerhalb dieser Studie keine sichtlichen Effekte der sportlichen Aktivität nachgewiesen wurden, lag möglicherweise auch im Langzeiteffekt aeroben Trainings begründet (Colcombe und Kramer 2003). Das Projekt der BEA-Studie ist über einen längeren Untersuchungszeitraum angelegt, sodass weitere Untersuchungen wie auch Sporteinheiten für die Probandinnen und Probanden über diese Arbeit hinaus fortgeführt wurden. Nach 10-monatigem Karatetraining bestätigte sich eine anhaltend verbesserte Reaktionszeit der Karategruppe im

Fallstabtest, während nur leichte Fortschritte der Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsleistung resultierten. Die mediane Reaktionszeit auf auditive Reize im Test zur geteilten Aufmerksamkeit zeigte weiter eine signifikante Reduktion in der Karategruppe, was eine verbesserte Reaktionsfähigkeit unter Stressbedingung und kombinierter Aufgabenanforderung vermuten lässt. Eine leichte Verbesserung in einem Unterpunkt des DemTect-Tests war weiter nachweisbar ohne zuletzt sichtliche signifikante Verbesserungen der Gedächtnisleistung aufzuzeigen. Eine Tendenz der verbesserten motorischen Reaktionszeit wurde in den Testergebnissen deutlich, wobei dieser Effekt nicht ausschließlich dem Karatetraining zugeschrieben werden konnte (Witte et al. 2015b). Weitere Erkenntnisse ließen sich sicher aus weiterführenden Langzeitbeobachtungen gewinnen.

Es ist denkbar, dass bestimmte kognitive Teilleistungen, insbesondere die Merkfähigkeit und Gedächtnisleistung über einen kontinuierlichen und subtileren Mechanismus trainierbar sind. Dabei stehen eventuell die soziale Interaktion mit Kommunikation und sozialer Intelligenz wie der Altersintelligenz vielmehr im Vordergrund. Hierzu kann innerhalb dieser Studie keine Aussage getroffen werden.

Stellt man einen Vergleich der kognitiven Leistungsfähigkeit mit kardiopulmonaler Ausdauerleistung an, so lassen sich vermutlich einige Trainingseffekte erst nach einer längeren Zeitspanne mit langjährigem Sporttraining erkennen. Es empfiehlt sich, identische Untersuchungen nach mehreren Monaten und Jahren anzuschließen, um Aussagen über einen langfristigen Effekt treffen zu können.

Im Rahmen der BEA-Studie fanden keine Untersuchungen der physiologischen Parameter wie z.B. der maximalen Sauerstoffaufnahme, des respiratorischen Quotienten und der Herzfrequenz statt. Diese Parameter hätten den Fitnessstand der Probanden und dessen Zugewinn objektivieren können, um überhaupt Aussagen über Entwicklung und konsekutiv dessen Veränderungen in Bezug auf die kognitiven Fähigkeiten herstellen zu können. Dies lässt sich als weiteres Defizit der Gesamtstudie betrachten.

Umfassendes Studienziel des BEA-Projektes waren einerseits der Einfluss des sportlichen Trainings auf das Gangbild und die Sturzprophylaxe im hohen Lebensalter, was umfangreich in der Arbeit um Witte et al. (2012) und Pliske et

al. (2015) beleuchtet wird, wie auch die mögliche Einflussnahme auf bestimmte kognitive Fähigkeiten.

Dazu lässt sich diskutieren, ob speziell die kognitiven Teilbereiche und die untersuchten kognitiven Leistungsparameter weniger oder überhaupt beeinflussbar von physischer Aktivität sind. Vermag überhaupt die Gleichgewichtsfunktion, deren Lokalisation vorrangig im Cerebellum liegt, einen Einfluss auf höhere kognitive Fähigkeiten des Kortex zu nehmen? Auf diese Fragestellung finden sich innerhalb der Gesamtstudie nicht die nötigen Untersuchungsmethoden zur Beantwortung, was es als Mangel der Gesamtstudie anzumerken gilt und weiterer Forschungsbedarf besteht. Es gilt zudem zu berücksichtigen, dass es sich bei dieser Studie um eine per-protocol Analyse handelt, deren Aussagekraft begrenzten Charakters ist.

Der zugrunde liegende Mechanismus über die Wirkweise auf neuropsychologischer, kognitiver Ebene bleibt ferner nicht geklärt und bietet ein spannendes Feld für weitergehende Studien. Welche kortikalen Bahnsysteme werden bei welcher Sportart stärker aktiviert, welche zusätzlichen neuronalen Schaltkreise einbezogen und welche Neurotransmitter vordergründig ausgeschüttet? Es ist nur ein Teil der Fragen, welche auf eine Konkretisierung des Themenkomplexes abzielen.

Für weitere Forschungen über den Zusammenhang zwischen sportlicher Aktivität und kognitiver Leistungsfähigkeit empfiehlt es sich, künftig einheitliche Testsysteme zur Objektivierung der Messwerte und Vergleichbarkeit der Ergebnisse anzuwenden. Aufgrund der differierenden, in unterschiedlichen Testverfahren gewonnenen kognitiven Parameter wird die Auswertung der Studienergebnisse erschwert.

Ein sportliches Trainingsprogramm im höheren Lebensalter bietet sicher Vorteile für die allgemeine Fitness, die körperliche und psychische Gesundheit sowie die soziale Integration. Jedoch bleiben die mentalen Funktionen zunächst davon unberührt. Weitere Untersuchungen über etwaige Einflussfaktoren auf speziell in der Arbeitswelt beanspruchte kognitive Funktionen wie ein Merkfähigkeitstraining, Sprachkurse oder künstlerisch-musische Elemente können künftig eher an Bedeutung gewinnen. Für das Etablieren spezifischer Interventions- und Förderungsprogramme im Betrieb wären sicher verschiedene Intention-to-treat-Analysen vorteilhaft. Der hohe Stellenwert ergibt

sich aus arbeitsmedizinischer und ebenso aus sozialpolitischer Sicht bei Betrachtung der derzeitigen und zukünftigen demographischen Situation.

7 Zusammenfassung

Diese Arbeit umfasst die Einschätzung einzelner kognitiver Teilbereiche zwischen zwei verschiedenen Altersgruppen sowie die Untersuchung des Einflusses, den differenzierte sportliche Trainingsformen auf diese psychometrischen Leistungen im höheren Lebensalter nehmen können. Dazu wurden im Rahmen des Projektes BEA-Bewegung einmal anders - 83 freiwillige Probandinnen und Probanden im Alter von 62 bis 87 Jahren randomisiert in drei Untersuchungsgruppen eingeteilt. Eine Gruppe absolvierte ein altersadaptiertes Karatetraining von 60 Minuten zweimal pro Woche über einen Zeitraum von sechs Monaten. Im Fokus dieser Sporteinheit standen koordinative Übungen, das Erlernen spezieller Bewegungsabläufe sowie das Studieren der zugehörigen Begrifflichkeiten. Die zweite Gruppe nahm mit gleicher Trainingsdauer und -frequenz an einem Kurs „Altersfitness“ teil. Auch hier lag das Augenmerk auf der Schulung der Gleichgewichtssensorik, der Koordinationsfähigkeit und auf einer Steigerung der allgemeinen Fitness durch beispielsweise Laufübungen. Das Training erfolgte durch die Mitarbeiter des Institutes für Sportwissenschaften. Bei der dritten Gruppe handelte es sich um eine Kontroll-/Wartegruppe, welche kein speziell angebotenes Sportprogramm absolvierte, sondern weiter wie zuvor ihre alltägliche Bewegung in der Freizeit gestaltete. Diese sollte an den ersten Interventionszeitraum anschließend die Untersuchungsgruppe wechseln und ebenfalls ein sportliches Training durchlaufen.

Zur Erhebung der psychometrischen Daten im psychophysiologischen Labor des Bereichs Arbeitsmedizin wurden die computergestützten Testverfahren des Wiener Testsystems (Fa. SCHUHFRIED, Ö), darunter der Corsi-Block-Tapping, der Determinations- und der Reaktionstest und weiter der Test zur geteilten Aufmerksamkeit der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (Fa. Psytest, D) verwandt. Die Test-Retest-Untersuchungen wurden in einem Zeitraum von 6 Monaten durchgeführt, einmal zu Beginn sowie nach Abschluss der Trainingseinheiten.

Weiter wurde ein Probandenkollektiv, bestehend aus 31 Studentinnen und Studenten im Alter von 20 bis 33 Jahren einmalig den gleichen Untersuchungen zur Erfassung ihrer psychometrischen Leistungsparameter unterzogen. Es

zeigten sich eindeutige Unterschiede der erhobenen kognitiven Leistungen zwischen jüngeren und älteren Probandinnen und Probanden. Signifikante Unterschiede erbrachten die Leistungsparameter wie Reaktionsgeschwindigkeit, Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistung, in denen die jüngeren Untersuchungspersonen fast ausnahmslos signifikant bessere Ergebnisse erreichten. Zudem ließen sich bei den Studentinnen und Studenten in den Intervalluntersuchungen des Determinationstestes annähernd konstante Leistungen ihrer Aufmerksamkeit und Reaktionsgeschwindigkeit finden. Die Älteren hingegen wiesen sichtliche Einbußen dieser Fähigkeiten bei andauernder Aufgabenanforderung auf, welche sich noch teilweise im Verlauf der Untersuchung besserten.

Die Analysen im Längsschnittvergleich der älteren Probandinnen und Probanden vor und nach Sporttraining ergaben eine nahezu unveränderte Gedächtnisleistung aller Probanden. Die Ergebnisse von Supra- und unmittelbarer Blockspanne des CORSI-Tests zeigten keine Änderung der Merkfähigkeit über die Zeit auf. Einzig verminderte die Karategruppe ihre Anzahl korrekt nachgetippter Würfel, ein Hinweis auf mögliche Kapazitätsgrenzen der Gedächtnisleistungen aufgrund der erlernten Begrifflichkeiten im Karate.

Im Test zur geteilten Aufmerksamkeit zeigte die Karate-Gruppe eine signifikant gesunkene mediane Reaktionszeit auf auditive Reize nach sportlichem Training im Vergleich zur Kontrollgruppe, was jedoch Bonferroni-adjustiert nicht statistisch signifikant ist. Bei der Vielzahl der Leistungsparameter ohne Hinweis auf Besserungstendenzen nach der Interventionszeit lässt sich kein sichtlicher Einfluss des Trainings erkennen.

Auch, da die Leistungsfähigkeit der Kontrollgruppe sich äquivalent zu der der Interventionsgruppen besserte. Vorstellbar für den ausgebliebenen Effekt des Sporttrainings können unter anderem der zu kurze Interventionszeitraum, Trainingsart, -intensität oder -häufigkeit sein. Weiter ist denkbar, dass unterschiedliche Einflussmöglichkeiten auf die verschiedenen kognitiven Teilbereiche existieren, die mittels dieses Studiendesigns nicht erfasst wurden. Eine weitere Ursache kann unter Umständen im Probandenkollektiv begründet liegen, welches eventuell alters-, fitness- oder kognitiv bedingt ungeeignet zum Aufzeigen des Studienziels war. Eventuell können auch somatische oder psychiatrische Begleiterkrankungen eine Verzerrung der Ergebnisse

verursachen. Eine initial spezifische Anamneseerhebung diesbezüglich erfolgte nicht, wonach die Probanden entsprechend selektiert wurden.

Zukünftige Untersuchungen dieses Zusammenhangs können weiteren Aufschluss über die gezielte Beeinflussung der unterschiedlichen kognitiven Teilleistungen erbringen, um eine konsequente Förderung der geistigen Fähigkeiten im höheren Lebensalter zu ermöglichen und somit beispielsweise spezifische Interventionsprogramme in den Betrieben ins Leben rufen.

Gerade in Hinblick auf die demographische Entwicklung gewinnt dies unter arbeitsmedizinischer und gesellschaftspolitischer Betrachtung große Bedeutung.

Literaturverzeichnis

- Alesi M, Bianco A, Padulo J, Vella FP, Petrucci M, Paoli A, Palma A, Pepi A: Motor and cognitive development: the role of karate. *Muscles Ligaments Tendons J.* 4(2). 114-20 (2014)
- Angevaren M, Aufdemkampe G, Verhaar HJ, Aleman A, Vanhees L: Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Rev.* 16(3). 1-72 (2008)
- Baltes PB, Staudinger UM, Lindenberger U: Lifespan psychology: Theory and application to intellectual functioning. *Annual Review Psychology.* 50: 471–507 (1999)
- Baltes, P.B.& Baltes, M.M.: *Successful Aging: Perspectives from the Behavioral Sciences.* Cambridge University Press. Cambridge 1990.
- Bell EC, Willson MC, Wilman AH, Dave S, Silverstone PH: Males and females differ in brain activation during cognitive tasks. *Neuroimage.* 1;30(2). 529-38 (2006)
- Brenscheidt F, Brenscheidt S, Siefer A: *Arbeitswelt im Wandel.* DruckVerlag Kettler, p. 36. Bönen 2011.
- Cabeza R: Hemispheric asymmetry reduction in old adults: The HAROLD model. *Psychol Aging.* 17(1). 85–100 (2002)
- Cabeza R, Anderson ND, Locantore JK, McIntosh AR: Aging gracefully: Compensatory brain activity in high-performing older adults. *Neuroimage.* 17. 1394–1402 (2002)
- Cabeza R, Daselaar SM, Dolcos F, Prince SE, Budde M, Nyberg L: Task-independent and task-specific age effects on brain activity during working memory, visual attention and episodic retrieval. *Cereb Cortex.* 14. 364–375 (2004)
- Cappell KA, Gmeindl L, Reuter-Lorenz PA: Age differences in prefrontal recruitment during verbal working memory maintenance depend on memory load. *Cortex.* 46(4). 462–73 (2009)
- Chang YK & Etnier JL: Exploring the dose-response relationship between resistance, exercise intensity and cognitive function. *J Sport Exerc Psychol.* 31(5). 640-56 (2009)
- Chang YK, Labban JD, Gapin JI, Etnier JL: The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Res.* 1453. 87-101 (2012)
- Charlton RA, Barrick TR, McIntyre DJ, Shen Y, O'Sullivan M, Howe FA, Clark CA, Morris RG, Markus HS: White matter damage on diffusion tensor imaging correlates with age-related cognitive decline. *Neurology.* 66(2). 217-22 (2006)

- Chateau-Degat ML, Papouin G, Saint-Val P, Lopez A: Effect of adapted karate training on quality of life and body balance in 50-year-old men. *Open Access J Sports Med.* 1. 143-50 (2010)
- Chen EW, Fu AS, Chan KM, Tsang WW: The effects of Tai Chi on the balance control of elderly persons with visual impairment: a randomised clinical trial. *Age Ageing.* 41(2). 254-9 (2012)
- Colcombe S & Kramer AF: Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci.* 14(2). 125-30 (2003)
- Colcombe SJ, Erickson KI, Raz N, Webb AG, Cohen NJ, McAuley E, Kramer AF: Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 58(2). 176-80 (2003)
- Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E, Elavsky S, Marquez DX, Hu L, Kramer AF: Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 61(11). 1166-70 (2006)
- Converse AK, Ahlers EO, Travers BG, Davidson RJ: Tai chi training reduces self-report of inattention in healthy young adults. *Front Hum Neurosci.* eCollection (2014)
- Daffner KR, Chong H, Sun X, Tarbi EC, Riis JL, McGinnis SM, Holcomb PJ: Mechanisms Underlying Age- and Performance-related Differences in Working Memory. *J Cogn Neurosci.* 23(6). 1298–314 (2001)
- Daselaar SM, Fleck MS, Dobbins IG, Madden DJ, Cabeza R: Effects of healthy aging on hippocampal and rhinal memory functions: an event-related fMRI study. *Cereb Cortex.* 16(12). 1771–82 (2006)
- Davis SW, Dennis NA, Daselaar SM, Fleck MS, Cabeza R: Que PASA? The posterior anterior shift in aging. *Cereb Cortex.* 18(5). 1201–09 (2008)
- Drueke B, Boecker M, Mainz V, Gauggeland S, Mungard L: Can executive control be influenced by performance feedback? Two experimental studies with younger and older adults. *Front Hum Neurosci.* 6. 1-7 (2012)
- Emmermacher P & Witte K: Bewegung einmal anders: Sturzprophylaxe sowie Erhalt und Verbesserung von Lern- und Gedächtnisleistungen im Alter durch ostasiatische Kampfkunst. Shaker Verlag. p. 2-7. Aachen 2012.
- Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, Kim JS, Heo S, Alves H, White SM, Wojcicki TR, Mailey E, Vieira VJ, Martin SA, Pence BD, Woods JA, McAuley E, Kramer AF: Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 108(7). 3017-22 (2011)
- Eurostat: Demographic outlook - National reports on the demographic developments in 2010. p. 20, 49. Publications Office of the European Union. Luxembourg 2012.

- Fabre C., Chamari K., Mucci P., Massé-Biron J,Préfaut C: Improvement of cognitive function by mental and/or individualized aerobic training in healthy elderly subjects. *Int J Sports Med.* 23(6). 415-21 (2002)
- Fjell AM, Westlye LT, Amlien I, Espeseth T, Reinvang I, Raz N, Agartz I, Salat DH, Greve DN, Fischl B, Dale AM, Walhovd KB: High consistency of regional cortical thinning in aging across multiple samples. *Cereb Cortex.* 19(9). 2001-12 (2009)
- Golomb J, Kluger A, de Leon MJ, Ferris SH: Hippocampal formation size predicts declining memory. *Neurology.* 47(3). 810-13 (1996)
- Grosser M, Starischka S: Tests of condition (Konditionstests). Vol. 42. München: Blv Sportwissen. 1986
- Head D., Rodrigue K. M., Kennedy K. M., Raz N: Neuroanatomical and cognitive mediators of age-related differences in episodic memory. *Neuropsychology.* 22(4). 491-507 (2008)
- Hertzog C, Kramer AF, Wilson RS, Lindenberger U: Enrichment effects on adult cognitive development: Can the functional capacity of older adults be preserved and enhanced?. *Psychol Sci Public Interest.* 9(1). 1-65 (2009)
- Hoffman BM, Blumenthal JA, Babyak MA, Smith PJ, Rogers SD, Doraiswamy PM, Sherwood A: Exercise fails to improve neurocognition in depressed middle-aged and older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 40(7). 1344-52 (2008)
- Hong Y, Li JX, Robinson PD: Balance control, flexibility, and cardiorespiratory fitness among older Tai Chi practitioners. *Br J Sports Med.* 34(1). 29-34 (2000)
- Horn J & Cattell RB: Age differences in primary mental ability factors. *J Gerontol.* 21(2). 210-20 (1966)
- Huang Y & Liu X: Improvement of balance control ability and flexibility in the elderly Tai Chi Chuan (TCC) practitioners: a systematic review and meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr.* 60(2). 233-8 (2015)
- Jansen P & Dahmen-Zimmer K: Effects of cognitive, motor, and karate training on cognitive functioning and emotional well-being of elderly people. *Front Psychol.* 3. 40 (2012)
- Jennings JR, Muldoon MF, Ryan C, Price JC, Greer P, Sutton-Tyrrell K, van der Veen FM, Meltzer CC: Reduced cerebral blood flow response and compensation among patients with untreated hypertension. *Neurology.* 64(8). 1358-65 (2005)
- Kalbe E, Kessler J, Calabrese P, Smith R, Passmore AP, Brand M, Bullock R: DemTect: a new, sensitive cognitive screening test to support the diagnosis of mild cognitive impairment and early dementia. *Int J Geriatr Psychiatry.* 19(2). 136-43 (2004)

- Kanfer R & Ackerman PL: A self-regulatory skills perspective to reducing cognitive interference. pp. 153-171. I.G. Sarason, G.R. Pierce & B.R.Sarason. *Cognitive Interference: Theories, Methods, and Findings*. Mahwah, NJ: Erlbaum 1996.
- Kanfer R & Ackerman PL: Motivation and cognitive abilities: an integrative/aptitude-treatment interaction approach to skill acquisition. *J Appl Psychol*. 74(4). 657-90 (1989)
- Kimura K, Yasunaga A, Wang LQ: Correlation between moderate daily physical activity and neurocognitive variability in healthy elderly people. *Arch Gerontol Geriatr*. 56(1). 109-17 (2013)
- Klusmann V & Heuser I: Körperliche und geistige Aktivierung. pp 59-68. *Demenz psychosozial behandeln: psychosoziale Interventionen bei Demenz in Praxis und Forschung*. Julia Habersroh. Heidelberg 2011.
- Kramer AF, Hahn S, Cohen NJ, Banich MT, McAuley E, Harrison CR, Chason J, Vakil E, Bardell L, Boileau RA, Colcombe A: Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*. 400(6743). 418-9 (1999)
- Kramer AF, Hahn S, McAuley E, Cohen NJ, Banich MT, Harrison CR: Exercise, aging and cognition: Healthy body, healthy mind?. pp. 91-120. *Human Factors Interventions for the Health Care of Older Adults*. A.D Fisk & W. Rogers. Hillsdale. NJ: Erlbaum 2002.
- Lambourne K & Tomporowski P: The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain Res*. 1341. 12-24 (2010)
- Langlois F, Vu TT, Chassé K, Dupuis G, Kergoat MJ, Bherer L: Benefits of Physical Exercise Training on Cognition and Quality of Life in Frail Older Adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 68(3). 400-4 (2012)
- Leung DP, Chan CK, Tsang HW, Tsang WW, Jones AY: Tai chi as an intervention to improve balance and reduce falls in older adults: A systematic and meta-analytical review. *Altern Ther Health Med*. 17(1). 40-8 (2011)
- Li JX, Hong Y, Chan KM: Tai chi: physiological characteristics and beneficial effects on health. *Br J Sports Med*. 35(3). 148-56 (2001)
- Li JX, Xu DQ, Hong Y: Effects of 16-week Tai Chi intervention on postural stability and proprioception of knee and ankle in older people. *Age Ageing*. 37(5). 575-8 (2008)
- Masley SC, Weaver W, Peri G, Phillips SE: Efficacy of lifestyle changes in modifying practical markers of wellness and aging. *Altern Ther Health Med*. 14(2). 24-9 (2008)
- Mattay VS, Fera F, Tessitore A, Hariri AR, Berman KF, Das S, Meyer-Lindenberg A, Goldberg TE, Callicott JH, Weinberger DR: Neurophysiological correlates of age-related changes in working memory capacity. *Neurosci Lett*. 392(1-2). 32-37 (2006)

- McMorris T, Collard K, Corbett J, Dicks M, Swain JP: A test of the catecholamines hypothesis for an acute exercise-cognition interaction. *Pharmacol Biochem Behav.* 89(1). 106-15 (2008)
- Missonnier P, Gold G, Leonards U, Costa-Fazio L, Michel JP, Ibáñez V, Giannakopoulos P: Aging and working memory: early deficits in EEG. *J Neural Transm.* 111(9). 1141-54 (2004)
- Muiños M & Ballesteros S: Sports can protect dynamic visual acuity from aging: A study with young and older judo and karate martial arts athletes. *Atten Percept Psychophys.* 77(6). 2061-73 (2015)
- Murray NP & Russoniello C: Acute physical activity on cognitive function: a heart rate variability examination. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 37(4). 219-27 (2012)
- Muscari A, Giannoni C, Pierpaoli L, Berzigotti A, Maietta P, Foschi E, Ravaioli C, Poggiopollini G, Bianchi G, Magalotti D, Tentoni C, Zoli M: Chronic endurance exercise training prevents aging-related cognitive decline in healthy older adults: a randomized controlled trial. *Int J Geriatr Psychiatry.* 25(10). 1055-64 (2010)
- Neuwirth W & Benesch M: Wiener Testsystem MANUAL Determinationstest. Version 35. pp. 35-43. G. Schuhfried. Mödling 2012.
- Oswald W, Gunzelmann T, Rupprecht R, Hagen B: Differential effects of single versus combined cognitive and physical training with older adults: the SimA study in a 5-year perspective. *Eur J Ageing* (3). 179-92 (2006)
- Padulo J, Chamari K, Chaabène H, Ruscello B, Maurino L, Sylos Labini P, Migliaccio GM: The effects of one-week training camp on motor skills in Karate kids. *J Sports Med Phys Fitness.* 54(6). 715-24 (2014)
- Pesce C: Shifting the Focus From Quantitative to Qualitative Exercise Characteristics in Exercise and Cognition Research. *J Sport Exerc Psychol.* 34(6). 766-86 (2012)
- Pliske G, Emmermacher P, Weinbeer V, Witte K: Changes in dual-task performance after 5 months of karate and fitness training for older adults to enhance fall prevention. *Aging Clin Exp Res.* Epub DOI: 10.1007/s40520-015-0508-z (2015)
- Raz N & Rodrigue KR: Differential aging of the brain: patterns, cognitive correlates and modifiers. *Neurosci Biobehav Rev.* 30(6). 730–48 (2006)
- Raz N: Aging of the brain and its impact on cognitive performance: Integration of structural and functional findings. pp 1-90. *Handbook of Aging and Cognition – II.* F.I.M. Craik & T.A. Salthouse. Mahwah: NJ: Erlbaum 2000.
- Reuter-Lorenz PA & Cappell KA: Neurocognitive Aging and the Compensation Hypothesis. *Curr Dir Psychol Sci.* 17(3). 177-82 (2008)

- Reuter-Lorenz PA & Sylvester CYC: The Cognitive Neuroscience of Working Memory and Aging. pp. 186-217. Cognitive neuroscience of aging: Linking cognitive and cerebral. R. Cabeza, L. Nyberg & D. Park. Oxford University Press. Oxford 2005.
- Richter G, Bode S, Köper B: Demografischer Wandel in der Arbeitswelt. p. 3. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/artikel30.html. Dortmund 2012.
- Rikli RE & Edwards DJ: Effects of a three-year exercise program on motor function and cognitive processing speed in older women. Res Q Exerc Sport. 62(1). 61-7 (1991)
- Rolland Y, van Kan GA, Vellas B: Physical Activity and Alzheimer's Disease: From Prevention to Therapeutic Perspectives. J Am Med Dir Assoc. 9(6). 390-405 (2008)
- Salthouse TA: The processing-speed theory of adult age differences in cognition. Psychol Rev. 103(3). 403-28 (1996)
- Schelling D: Wiener Testsystem MANUAL CORSI Corsi-Block-Tapping-Test. Version 25. pp. 1-6. G. Schuhfried. 1995
- Schuhfried G: Computergestützte Verfahren zur Leistungs- und Persönlichkeitsdiagnostik. Katalog 08/00. Mödling 2000.
- Shahgholian N, Eshghinezhad A, Mortazavi M: The effect of tai chi exercise on quality of life in hemodialysis patients. Iran J Nurs Midwifery Res. 19(2). 152-8 (2014)
- Statistik Austria: Bevölkerungsstand und Bevölkerungsveränderung (2013) www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/index.html (Stand: 07.01.2013)
- Statistisches Bundesamt: Bevölkerungsvorausberechnung (2012) www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerung.html (Stand: 23.08.2012)
- Statistisches Bundesamt: Demografischer Wandel in Deutschland. Heft 4. pp. 8-14. Auswirkungen auf die Entwicklung der Erwerbspersonenzahl. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Stuttgart 2009.
- Statistisches Bundesamt: Demografischer Wandel in Deutschland. Heft 1. pp. 8-28. Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklung im Bund und in den Ländern. Statistische Ämter des Bundes und der Länder. Wiesbaden 2011.
- Statistisches Bundesamt: Lebenserwartung in Deutschland (2013) www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Sterbefaelle/Tabellen/LebenserwartungDeutschland.html (Stand 17.05.2013)
- Statistisches Bundesamt: Sterbefälle, Lebenserwartung (2013)

www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Sterbefaelle/Sterbefaelle.html=7BC95D2881E3E7B4BACE50347E8BE03A.cae3 (Stand: 17.05.2013)

- Sullivan EV, Marsh L, Pfefferbaum A: A Preservation of hippocampal volume throughout adulthood in healthy men and women. *Neurobiol Aging*. 26(7). 1093-8 (2005)
- Taggart, HM: Effects of Tai Chi exercise on balance, functional mobility, and fear of falling among older women. *Appl Nurs Res*. 15(4). 235-42 (2002)
- Tarlov AR, Ware JE, Jr., Greenfield S, Nelson EC, Perrin E, Zubkoff M: The Medical Outcomes Study: An application of methods for monitoring the results of medical care. *JAMA*. 262(7). 925-930 (1989)
- Tisserand DJ & Jolles J: On the involvement of prefrontal networks in cognitive ageing. *Cortex*. 39(4-5). 1107–28 (2003)
- Touron DR, Hoyer WJ, Cerella J: Cognitive skill learning: Age-related differences in strategy shifts and speed of component operations. *Psychol Aging*. 19(4). 565–80 (2004)
- Tsang PS & Shaner TL: Age, attention, expertise and time-sharing performance. *Psychol Aging*. 13(2). 323–47 (1998)
- Tsang WWN & Hui-Chan CWY: Effect of 4- and 8-wk intensive tai chi training on balance control in the elderly. *Med Sci Sports Exerc*. 36(4). 648–57 (2004)
- Vallabhajosula S, Roberts BL, Hass CJ: Tai chi intervention improves dynamic postural control during gait initiation in older adults: a pilot study. *J Appl Biomech*. 30(6). 697-706 (2014)
- Velladics K & Liedtke PM: Generationenvertrag und demographischer Wandel. Deutscher Universitätsverlag. Wiesbaden 2004.
- Voss MW, Nagamatsu LS, Liu-Ambrose T, Kramer AF: Exercise, brain, and cognition across the life span. *J Appl Physiol*. 111(5). 1505-13 (2011)
- Wagner, H: Einfluss eines kombinierten Koordinations- und Krafttrainings auf der Basis von Karate auf Sturzrisiko, Kognition und Lebensqualität bei älteren Menschen. Dissertation .Universität München, Fakultät für Medizin 2009.
- West RL: An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychol Bull*. 120(2). 272–92 (1996)
- Weuve J, Kang JH, Manson JE, Breteler MM, Ware JH, Grodstein F: Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *JAMA*. 292(12). 1454-61 (2004)
- Wiegand I, Töllner T , Dyrholm M , Müller HJ , Bundesen C , Finke K: Neural correlates of age-related decline and compensation in visual attention capacity. *Neurobiol Aging*. 35(9). 2161-73 (2014)

- Winker R, Lukas I, Perkmann T, Haslacher H, Ponocny E, Lehrner J, Tscholakoff D, Dal-Bianco P: Cognitive function in elderly marathon runners: cross-sectional data from the marathon trial (APSOEM). *Wien Klin Wochenschr.* 122(23-24). 704-16 (2010)
- Witte K, Darius S, Emmermacher P, Böckelmann I: Change of cognitive functioning with advancing age in older adults under consideration of physical activity and gender. *AIJHS.* (2015a)
- Witte K, Kropf S, Darius S, Emmermacher P, Böckelmann I: Comparing the effectiveness of karate and fitness training on cognitive functioning in older adults - a randomized controlled trial. *J Sport Health Sci.* (2015b)
- Zago M, Mapelli A, Shirai YF, Ciprandi D, Lovecchio N, Galvani C, Sforza C: Dynamic balance in elite karateka. *J Electromyogr Kinesiol.* 25(6) 894-900 (2015)
- Zimmermann P & Fimm B: Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung. Version 2.1. Testhandbuch Teil 1. V. Fimm. Psytest. Herzogenrath 2007

Anlagen

Anlage 1 Ergebnisse des Reaktionstests älterer Probanden

Variable	Geschlecht		P T-Test
	Männer MW ± SD	Frauen MW ± SD	
Mittlere Reaktionszeit RW [ms]	287,1 ± 44,18	291,7 ± 56,70	0,684
Mittlere Reaktionszeit PR [%]	80,4 ± 17,41	77,1 ± 21,39	0,433
Mittlere Reaktionszeit T-Wert	60,2 ± 6,66	60,1 ± 9,14	0,955
Mittlere motorische Zeit RW [ms]	213,7 ± 59,79	250,0 ± 77,08	0,020*
Mittlere motorische Zeit PR [%]	54,7 ± 22,25	42,5 ± 24,64	0,018*
Mittlere motorische Zeit T-Wert	51,4 ± 6,66	47,6 ± 7,66	0,017*
Streuungsmaß Reaktionszeit RW [ms]	40,2 ± 13,57	43,8 ± 20,97	0,369
Streuungsmaß Reaktionszeit PR [%]	94,4 ± 9,08	91,7 ± 14,27	0,318
Streuungsmaß Reaktionszeit T-Wert	69,1 ± 5,82	68,3 ± 8,02	0,641
Streuungsmaß motorische Zeit RW [ms]	36,7 ± 17,55	41,5 ± 18,85	0,221
Streuungsmaß motorische Zeit PR [%]	70,8 ± 20,10	65,3 ± 20,81	0,214
Streuungsmaß motorische Zeit T-Wert	56,6 ± 6,72	54,8 ± 6,79	0,230
Richtig reagiert	27,8 ± 0,38	27,7 ± 0,62	0,273
Nicht reagiert	0,1 ± 0,35	0,1 ± 0,43	0,850
Unvollständig reagiert	0,0 ± 0,17	0,1 ± 0,44	0,086
Regressionsgerade Reaktionszeit	0,8 ± 0,58	0,7 ± 0,52	0,178
Regressionsgerade motorische Zeit	1,0 ± 0,70	0,9 ± 0,59	0,566

Anlage 2 Gesamtergebnisse des Determinationstests älterer Probanden, Modus Reaktion

Variable	Geschlecht		P T-Test
	Männer MW ± SD	Frauen MW ± SD	
Median Reaktionszeit, RW [ms]	949,7 ± 120,23	938,9 ± 101,9	0,647
Zeitgerechte, RW	357,7 ± 83,52	367,5 ± 78,53	0,571
Verspätete, RW	133,9 ± 56,26	122,6 ± 45,81	0,298
Falsche, RW	14,5 ± 10,69	15,3 ± 15,14	0,796
Ausgelassene, RW	41,7 ± 30,57	42,8 ± 38,51	0,883
Richtige, RW	491,5 ± 33,58	490,1 ± 44,03	0,871
Reaktionen, RW	506,0 ± 28,98	505,4 ± 36,11	0,929
Zeitgerechte, PR [%]	70,2 ± 13,54	72,1 ± 11,77	0,467
Verspätete PR [%]	26,9 ± 11,95	24,7 ± 10,08	0,354
Falsche PR [%]	2,9 ± 2,18	3,1 ± 3,25	0,733
Ausgelassene PR [%]	8,6 ± 6,83	9,1 ± 9,21	0,784
Richtige PR [%]	97,1 ± 2,18	96,9 ± 3,25	0,733

Anlage 3 Ergebnisse des Determinationstests älterer Probanden Intervall I, II und III

Variable	Geschlecht		p T-Test
	Männer MW ± SD	Frauen MW ± SD	
Intervall I			
Median Reaktionszeit RW [s]	0,9 ± 0,18	0,9 ± 0,09	0,454
Zeitgerechte, RW	175,3 ± 6,56	176,3 ± 4,22	0,378
Verspätete, RW	3,2 ± 5,31	2,5 ± 2,78	0,363
Falsche, RW	1,1 ± 1,57	0,9 ± 1,12	0,523
Ausgelassene, RW	0,9 ± 1,57	0,9 ± 1,59	0,847
Richtige, Rohwert	178,5 ± 2,67	178,8 ± 1,93	0,568
Reaktionen, RW	179,6 ± 1,63	179,7 ± 1,76	0,796
Zeitgerechte, PR [%]	97,6 ± 3,25	98,1 ± 1,88	0,345
Verspätete, PR [%]	1,8 ± 2,98	1,4 ± 1,57	0,366
Falsche, PR [%]	0,6 ± 0,89	0,5 ± 0,62	0,508
Ausgelassene, PR [%]	0,5 ± 0,89	0,5 ± 0,91	0,850
Richtige, PR [%]	99,4 ± 0,89	99,5 ± 0,62	0,508
Intervall II			
Median Reaktionszeit RW [s]	1,0 ± 0,14	1,0 ± 0,14	0,701
Zeitgerechte, RW	64,2 ± 43,0	68,8 ± 41,51	0,609
Verspätete, RW	84,3 ± 28,55	77,4 ± 25,30	0,232
Falsche, RW	7,4 ± 5,21	8,7 ± 7,64	0,370
Ausgelassene, RW	28,0 ± 18,91	29,8 ± 25,26	0,716
Richtige, RW	148,5 ± 20,49	146,2 ± 28,23	0,663
Reaktionen, RW	155,9 ± 18,23	155,0 ± 24,10	0,848
Zeitgerechte, PR [%]	39,3 ± 23,09	42,0 ± 21,72	0,572
Verspätete, PR [%]	55,7 ± 20,95	51,8 ± 18,82	0,354
Falsche, PR [%]	4,9 ± 3,74	6,2 ± 6,02	0,284
Ausgelassene, PR [%]	19,7 ± 15,52	22,9 ± 24,16	0,447
Richtige, PR [%]	95,1 ± 3,74	93,8 ± 6,02	0,284
Intervall III			
Median Reaktionszeit RW [s]	1,0 ± 0,14	0,9 ± 0,13	0,641
Zeitgerechte, RW	118,2 ± 40,67	122,4 ± 37,96	0,621
Verspätete, RW	46,3 ± 29,02	42,7 ± 24,21	0,522
Falsche, RW	6,0 ± 6,55	5,7 ± 8,32	0,819
Ausgelassene, RW	12,8 ± 12,75	12,2 ± 14,97	0,841
Richtige, RW	164,5 ± 14,21	165,1 ± 17,75	0,878
Reaktionen, RW	170,6 ± 11,59	170,7 ± 13,60	0,952
Zeitgerechte, PR [%]	68,4 ± 21,12	70,5 ± 19,18	0,618
Verspätete, PR [%]	28,0 ± 18,58	26,0 ± 16,44	0,592
Falsche, PR [%]	3,6 ± 3,84	3,4 ± 5,35	0,888
Ausgelassene, PR [%]	8,0 ± 8,76	8,0 ± 11,64	0,988
Richtige, PR [%]	96,4 ± 3,84	96,6 ± 5,35	0,888

Anlage 4 Ergebnisse des Corsi-Block-Tapping-Tests älterer Probanden

Variable	Geschlecht		p T-Test
	Männer MW ± SD	Frauen MW ± SD	
Unmittelbare Blockspanne RW	4,5 ± 0,74	4,4 ± 0,77	0,326
Unmittelbare Blockspanne PR [%]	40,3 ± 26,77	39,8 ± 26,18	0,930
Unmittelbare Blockspanne T-Wert	46,9 ± 8,50	46,8 ± 8,16	0,935
Supra Blockspanne RW	2,7 ± 3,24	2,5 ± 3,19	0,786
Unmittelbare Blockspanne Richtige RW	6,8 ± 2,03	6,4 ± 1,69	0,325
Unmittelbare Blockspanne Richtige PR [%]	31,6 ± 29,29	29,9 ± 23,29	0,756
Unmittelbare Blockspanne Richtige T-Wert	43,4 ± 10,15	43,4 ± 7,65	0,988
Unmittelbare Blockspanne Falsche RW	4,6 ± 1,32	4,3 ± 1,27	0,385
Unmittelbare Blockspanne Ausgelassene RW	0,2 ± 0,38	0,1 ± 0,26	0,184

Anlage 5 Ergebnisse des TAP-Geteilte Aufmerksamkeit älterer Probanden

Variable	Geschlecht		p T-Test
	Männer MW ± SD	Frauen MW ± SD	
auditiv Mittel	610,8 ± 77,91	593,0 ± 91,29	0,337
auditiv Median	595,8 ± 89,73	575,5 ± 103,89	0,335
auditiv PR [%]	36,2 ± 27,85	42,2 ± 29,94	0,339
auditiv Standardabweichung	138,4 ± 50,25	141,7 ± 39,31	0,721
auditiv Standardabweichung PR [%]	48,1 ± 30,11	41,2 ± 26,54	0,246
auditiv Korrelation	15,5 ± 0,91	15,4 ± 1,83	0,591
auditiv Ausgelassene	0,5 ± 0,91	0,7 ± 1,83	0,591
auditiv Ausgelassene PR [%]	32,1 ± 5,36	30,9 ± 7,80	0,401
auditiv Ausreißer	0,3 ± 0,47	0,4 ± 0,50	0,261
visuell Mittel	928,1 ± 128,07	936,7 ± 130,55	0,756
visuell Median	872,8 ± 94,88	888,7 ± 109,63	0,476
visuell PR [%]	57,6 ± 25,93	52,4 ± 29,04	0,383
visuell Standardabweichung	259,4 ± 125,93	283,4 ± 124,48	0,371
visuell Standardabweichung PR [%]	50,4 ± 32,75	43,4 ± 30,48	0,298
visuell Korrelation	15,1 ± 1,59	15,5 ± 1,28	0,243
visuell Ausgelassene	1,8 ± 1,58	1,5 ± 1,28	0,324
visuell Ausgelassene PR [%]	48,9 ± 27,82	51,9 ± 26,48	0,607
visuell Ausreißer	0,5 ± 0,51	0,6 ± 0,49	0,284
gesamte Fehler	3,6 ± 4,54	4,7 ± 6,49	0,378
gesamte Fehler PR [%]	36,0 ± 32,08	28,5 ± 27,69	0,235
gesamte Ausgelassene	2,3 ± 2,02	2,2 ± 2,19	0,792
gesamte Ausgelassene PR [%]	44,0 ± 27,23	45,2 ± 25,63	0,832
gesamte Ausreißer	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00	

Anlage 6 Ergebnisse des Reaktionstests jüngerer Probanden

Variable	Geschlecht		p T-Test
	Männer MW ± SD	Frauen MW ± SD	
Mittlere Reaktionszeit RW [ms]	246,8 ± 41,09	257,2 ± 34,78	0,457
Mittlere Reaktionszeit PR [%]	92,0 ± 9,78	90,2 ± 7,88	0,578
Mittlere Reaktionszeit T-Wert	67,5 ± 7,75	65,4 ± 7,56	0,455
Mittlere motorische Zeit RW [ms]	117,1 ± 42,06	139,1 ± 36,83	0,136
Mittlere motorische Zeit PR [%]	89,2 ± 13,76	84,1 ± 14,13	0,33
Mittlere motorische Zeit T-Wert	65,9 ± 8,02	61,5 ± 5,93	0,087
Streuungsmaß Reaktionszeit RW [ms]	26,7 ± 5,9	30,2 ± 15,72	0,469
Streuungsmaß Reaktionszeit PR [%]	99,3 ± 0,49	96,6 ± 9,33	0,318
Streuungsmaß Reaktionszeit T-Wert	75,3 ± 3,45	74,0 ± 7,22	0,541
Streuungsmaß motorische Zeit RW [ms]	17,0 ± 7,48	17,5 ± 4,97	0,815
Streuungsmaß motorische Zeit PR [%]	93,8 ± 8,1	93,9 ± 4,08	0,948
Streuungsmaß motorische Zeit T-Wert	68,3 ± 6,21	66,9 ± 4,73	0,497
Richtig reagiert	27,8 ± 0,58	28,0 ± 0,23	0,444
Nicht reagiert	0,2 ± 0,58	0,0 ± 0,0	0,214
Unvollständig reagiert	0,0 ± 0,0	0,05 ± 0,23	0,436
Regressionsgerade Reaktionszeit	0,8 ± 0,94	0,5 ± 0,77	0,254
Regressionsgerade motorische Zeit	1,2 ± 0,84	1,5 ± 0,84	0,254

Anlage 7 Gesamtergebnisse des Determinationstests jüngerer Probanden, Modus Reaktion

Variable	Geschlecht		p T-Test
	Männer MW ± SD	Frauen MW ± SD	
Median Reaktionszeit, RW [ms]	652,5 ± 84,97	668,4 ± 70,89	0,577
Zeitgerechte, RW	516 ± 28,31	518 ± 26,59	0,827
Verspätete, RW	11,67 ± 18,22	14,84 ± 20,68	0,667
Falsche, RW	14,75 ± 9,06	8,21 ± 7,8	0,041*
Ausgelassene, RW	4,17 ± 7,47	3,26 ± 4,81	0,684
Richtige, RW	527,67 ± 11,49	533,05 ± 8,47	0,144
Reaktionen, RW	542,42 ± 11,23	541,26 ± 6,7	0,722
Zeitgerechte, PR [%]	95,1 ± 4,33	95,72 ± 4,41	0,704
Verspätete, PR [%]	2,19 ± 3,48	2,77 ± 3,89	0,679
Falsche, PR [%]	2,71 ± 1,65	1,51 ± 1,43	0,041*
Ausgelassene, PR [%]	0,79 ± 1,44	0,61 ± 0,9	0,675
Richtige, PR [%]	97,3 ± 1,65	98,49 ± 1,43	0,041*

Anlage 8 Ergebnisse des Determinationstests jüngerer Probanden, Intervall I-III

Variable	Geschlecht		P T-Test
	Männer MW ± SD	Frauen MW ± SD	
Intervall I			
Median Reaktionszeit, RW [s]	0,7 ± 0,08	0,7 ± 0,06	0,52
Zeitgerechte, RW	178,4 ± 1,68	179,1 ± 1,46	0,204
Verspätete, RW	0,25 ± 0,452	0,16 ± 0,375	0,543
Falsche, RW	3,75 ± 3,02	1,68 ± 2,16	0,034*
Ausgelassene, RW	0,17 ± 0,389	0,11 ± 0,459	0,704
Richtige, RW	178,4 ± 1,621	179,32 ± 1,204	0,087
Reaktionen, RW	182,17 ± 3,07	181,0 ± 1,915	0,201
Zeitgerechte, PR [%]	97,96 ± 1,645	98,99 ± 1,24	0,057
Verspätete, PR [%]	0,14 ± 0,25	0,087 ± 0,207	0,543
Falsche, PR [%]	2,04 ± 1,59	0,92 ± 1,17	0,032*
Ausgelassene, PR [%]	0,09 ± 0,21	0,06 ± 0,25	0,708
Richtige, PR [%]	97,96 ± 1,59	99,08 ± 1,167	0,032*
Intervall II			
Median Reaktionszeit, RW [s]	0,65 ± 0,086	0,67 ± 0,08	0,551
Zeitgerechte, RW	166,3 ± 18,4	164,7 ± 18,73	0,818
Verspätete, RW	8,08 ± 12,76	11,21 ± 15,03	0,555
Falsche, RW	5,67 ± 5,1	3,42 ± 3,37	0,15
Ausgelassene, RW	2,75 ± 5,05	2,68 ± 3,92	0,968
Richtige, RW	174,42 ± 6,31	175,95 ± 5,34	0,475
Reaktionen, RW	180,08 ± 6,95	179,4 ± 4,09	0,72
Zeitgerechte, PR [%]	92,2 ± 8,7	91,72 ± 9,33	0,878
Verspätete, PR [%]	4,66 ± 7,64	6,37 ± 8,77	0,582
Falsche, PR [%]	3,11 ± 2,71	1,91 ± 1,89	0,158
Ausgelassene, PR [%]	1,6 ± 3,06	1,54 ± 2,31	0,946
Richtige, PR [%]	96,89 ± 2,71	98,09 ± 1,89	0,158
Intervall III			
Median Reaktionszeit, RW [s]	0,65 ± 0,087	0,66 ± 0,076	0,783
Zeitgerechte, RW	171,5 ± 10,0	174,32 ± 7,26	0,371
Verspätete, RW	3,33 ± 5,55	3,47 ± 6,03	0,949
Falsche, RW	5,33 ± 3,77	3,11 ± 3,14	0,086
Ausgelassene, RW	1,25 ± 2,53	0,47 ± 0,77	0,218
Richtige, RW	174,83 ± 4,86	177,79 ± 2,57	0,035
Reaktionen, RW	180,17 ± 2,33	180,89 ± 2,05	0,368
Zeitgerechte, PR [%]	95,16 ± 4,88	96,37 ± 4,07	0,461
Verspätete, PR [%]	1,87 ± 3,14	1,92 ± 3,32	0,968
Falsche, PR [%]	3,0 ± 2,11	1,71 ± 1,72	0,079
Ausgelassene, PR [%]	0,71 ± 1,44	0,26 ± 0,43	0,217
Richtige, PR [%]	97,03 ± 2,11	98,29 ± 1,72	0,079

Anlage 9 Ergebnisse des Corsi-Block-Tapping-Tests jüngerer Probanden

Variable	Geschlecht		p T-Test
	Männer MW ± SD	Frauen MW ± SD	
Unmittelbare Blockspanne RW	6,3 ± 0,89	6,3 ± 1,33	0,873
Unmittelbare Blockspanne PR [%]	66,0 ± 22,07	62,5 ± 28,92	0,725
Unmittelbare Blockspanne T-Wert	54,9 ± 6,63	53,6 ± 11,25	0,713
Supra Blockspanne RW	3,6 ± 3,58	2,8 ± 3,34	0,536
Unmittelbare Blockspanne Richtige RW	12,3 ± 2,54	11,8 ± 2,73	0,62
Unmittelbare Blockspanne Richtige PR [%]	64,9 ± 24,61	60,4 ± 28,44	0,652
Unmittelbare Blockspanne Richtige T-Wert	55,4 ± 8,79	53,2 ± 10,38	0,537
Unmittelbare Blockspanne Falsche RW	4,0 ± 1,04	5,1 ± 1,66	0,049
Unmittelbare Blockspanne Ausgelassene RW	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,091

Anlage 10 Ergebnisse des TAP-Geteilte Aufmerksamkeit jüngerer Probanden

Variable	Geschlecht		pT-Test
	Männer MW ± SD	Frauen MW ± SD	
auditiv Mittel	553,4 ± 60,96	532,8 ± 74,18	0,428
auditiv Median	549,1 ± 68,33	531,2 ± 71,14	0,495
auditiv PR [%]	42,2 ± 22,78	48,2 ± 25,05	0,508
auditiv Standardabweichung	94,3 ± 34,0	96,5 ± 25,17	0,842
auditiv Standardabweichung PR [%]	62,8 ± 27,47	61,2 ± 20,59	0,852
auditiv Korrelation	15,8 ± 0,39	15,7 ± 0,58	0,441
auditiv Ausgelassene	0,2 ± 0,39	0,3 ± 0,58	0,441
auditiv Ausgelassene PR [%]	34,3 ± 1,56	32,8 ± 5,78	0,392
auditiv Ausreißer	0,5 ± 0,52	0,6 ± 0,51	0,679
visuell Mittel	777,4 ± 94,87	787,8 ± 91,25	0,762
visuell Median	750,9 ± 86,9	754,9 ± 80,1	0,897
visuell Prozentrang [%]	48,8 ± 24,89	46,1 ± 22,33	0,749
visuell Standardabweichung	149,5 ± 59,07	162,4 ± 61,08	0,566
visuell Standardabweichung PR [%]	69,8 ± 23,85	60,6 ± 28,34	0,36
visuell Korrelation	16,6 ± 0,67	16,1 ± 1,76	0,378
visuell Ausgelassene	0,4 ± 0,67	0,9 ± 1,76	0,378
visuell Ausgelassene PR [%]	61,3 ± 20,21	54,7 ± 24,25	0,445
visuell Ausreißer	0,9 ± 0,29	0,6 ± 0,51	0,045*
gesamte Fehler	0,5 ± 0,67	0,5 ± 0,61	0,911
gesamte Fehler PR [%]	52,8 ± 19,9	51,6 ± 16,87	0,852
gesamte Ausgelassene	0,6 ± 0,9	1,2 ± 1,93	0,302
gesamte Ausgelassene PR [%]	67,8 ± 26,59	57,1 ± 29,48	0,318
gesamte Ausreißer	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00	

Anlage 11 Ergebnisse des Reaktionstests im Altersvergleich

Variable	Alter		p T-Test
	Ältere MW ± SD	Jüngere MW ± SD	
Mittlere Reaktionszeit RW [ms]	287,2 ± 50,48	253,2 ± 37,03	0,001**
Mittlere Reaktionszeit PR [%]	79,5 ± 19,11	90,9 ± 8,55	0,002**
Mittlere Reaktionszeit T-Wert	60,5 ± 8,05	66,2 ± 7,59	0,001***
Mittlere motorische Zeit RW [ms]	235,9 ± 72,72	130,6 ± 39,77	< 0,001***
Mittlere motorische Zeit PR [%]	47,4 ± 24,61	86,0 ± 13,99	< 0,001***
Mittlere motorische Zeit T-Wert	49,1 ± 7,56	63,2 ± 7,04	< 0,001***
Streuungsmaß Reaktionszeit RW [ms]	41,8 ± 18,27	28,8 ± 12,81	< 0,001***
Streuungsmaß Reaktionszeit PR [%]	93,1 ± 12,33	97,7 ± 7,36	0,058
Streuungsmaß Reaktionszeit T-Wert	68,9 ± 7,11	74,5 ± 6,01	< 0,001***
Streuungsmaß motorische Zeit RW [ms]	19,6 ± 18,64	17,3 ± 5,95	< 0,001***
Streuungsmaß motorische Zeit PR [%]	67,5 ± 20,75	93,8 ± 5,84	< 0,001***
Streuungsmaß motorische Zeit T-Wert	55,6 ± 6,83	67,4 ± 5,29	< 0,001***
Richtig reagiert	27,8 ± 0,51	27,9 ± 0,4	0,219
Nicht reagiert	0,1 ± 0,35	0,1 ± 0,36	0,526
Unvollständig reagiert	0,1 ± 0,37	0,03 ± 0,18	0,328
Regressionsgerade Reaktionszeit	0,7 ± 0,54	0,6 ± 0,84	0,407
Regressionsgerade motorische Zeit	0,9 ± 0,62	1,4 ± 0,84	0,001**

Anlage 12 Regressionsgeraden des Reaktionstests im Altersvergleich

Regressionsgerade	Ältere Anzahl (Prozent)	Jüngere Anzahl (Prozent)
Reaktionszeit, keine Veränderung	29 (24,0 %)	19 (15,7 %)
Reaktionszeit, Zunahme	57 (47,1 %)	5 (4,1 %)
Reaktionszeit, Abnahme	4 (3,3 %)	7 (5,8 %)
Motorische Zeit, keine Veränderung	21 (17,4 %)	7 (5,8 %)
Motorische Zeit, Zunahme	55 (45,5 %)	5 (4,1 %)
Motorische Zeit, Abnahme	14 (11,6 %)	19 (15,7 %)

Anlage 13 Gesamtergebnisse des Determinationstests im Altersvergleich, Modus Reaktion

Variable	Alter		p T-Test
	Ältere MW ± SD	Jüngere MW ± SD	
Median Reaktionszeit, RW [ms]	942,2 ± 109,51	662,3 ± 75,66	< 0,001***
Zeitgerechte, RW	363,8 ± 80,7	517,4 ± 26,82	< 0,001***
Verspätete, RW	126,6 ± 50,44	13,6 ± 19,52	< 0,001***
Falsche, RW	14,9 ± 13,71	10,7 ± 8,78	0,119
Ausgelassene, RW	42,7 ± 35,83	3,6 ± 5,88	< 0,001***
Richtige, RW	490,4 ± 40,53	531 ± 9,93	< 0,001***
Reaktionen, RW	505,2 ± 33,63	541,7 ± 8,59	< 0,001***
Zeitgerechte, PR [%]	71,5 ± 12,53	95,5 ± 4,32	< 0,001***
Verspätete, PR [%]	25,5 ± 10,9	2,5 ± 3,69	< 0,001***
Falsche, PR [%]	3 ± 2,92	2 ± 1,6	0,059
Ausgelassene, PR [%]	9 ± 8,43	0,7 ± 1,12	< 0,001***
Richtige, PR [%]	97,0 ± 2,92	98,0 ± 1,6	0,059

Anlage 14 Ergebnisse des Determinationstests im Altersvergleich, Intervall I-III

Variable	Alter		p T-Test
	Ältere MW ± SD	Jüngere MW ± SD	
Intervall I			
Median Reaktionszeit, RW [ms]	898,4 ± 131,6	668,1 ± 71,01	< 0,001***
Zeitgerechte, RW	176 ± 5,23	178,8 ± 1,57	0,003**
Verspätete, RW	2,7 ± 3,92	0,2 ± 0,4	0,001**
Falsche, RW	1 ± 1,32	2,5 ± 2,68	< 0,001***
Ausgelassene, RW	1 ± 1,59	0,1 ± 0,43	0,008**
Richtige, RW	178,7 ± 2,26	179,0 ± 1,43	0,5
Reaktionen, RW	179,6 ± 1,72	181,5 ± 2,45	< 0,001***
Zeitgerechte, PR [%]	97,9 ± 2,49	98,6 ± 1,48	0,176
Verspätete, PR [%]	1,5 ± 2,2	0,11 ± 0,22	0,001**
Falsche, PR [%]	0,54 ± 0,74	1,35 ± 1,43	< 0,001***
Ausgelassene, PR [%]	0,51 ± 0,91	0,07 ± 0,24	0,008**
Richtige, PR [%]	99,5 ± 0,74	98,6 ± 1,43	< 0,001***
Intervall II			
Median Reaktionszeit, RW [ms]	1003,5 ± 138,66	662,9 ± 81,58	< 0,001***
Zeitgerechte, RW	67,13 ± 42,187	165,4 ± 18,322	< 0,001***
Verspätete, RW	79,83 ± 26,9	10,0 ± 14,059	< 0,001***
Falsche, RW	8,12 ± 6,887	4,29 ± 4,197	0,004**
Ausgelassene, RW	29,29 ± 23,209	2,71 ± 4,307	< 0,001***
Richtige, RW	146,97 ± 5,726	175,35 ± 5,684	< 0,001***
Reaktionen, RW	155,09 ± 2,171	179,65 ± 5,276	< 0,001***
Zeitgerechte, PR [%]	41,09 ± 22,3	91,92 ± 8,946	< 0,001***
Verspätete, PR [%]	53,27 ± 19,775	5,71 ± 8,259	< 0,001***
Falsche, PR [%]	5,64 ± 5,343	2,37 ± 2,276	0,001**
Ausgelassene, PR [%]	21,87 ± 21,51	1,56 ± 2,57	< 0,001***
Richtige, PR [%]	94,36 ± 5,34	97,63 ± 2,276	0,001**
Intervall III			
Median Reaktionszeit, RW [ms]	944,7 ± 135,22	658,4 ± 79,08	< 0,001***
Zeitgerechte, RW	120,63 ± 39,199	173,23 ± 8,377	< 0,001***
Verspätete, RW	44,09 ± 26,31	3,42 ± 5,755	< 0,001***
Falsche, RW	5,79 ± 7,735	3,97 ± 3,516	0,209
Ausgelassene, RW	12,53 ± 14,205	0,77 ± 1,687	< 0,001***
Richtige, RW	164,72 ± 16,55	176,65 ± 3,843	< 0,001***
Reaktionen, RW	170,51 ± 12,84	180,61 ± 2,155	< 0,001***
Zeitgerechte, PR [%]	69,7 ± 20,059	95,9 ± 4,364	< 0,001***
Verspätete, PR [%]	26,79 ± 17,394	1,90 ± 3,2	< 0,001***
Falsche, PR [%]	3,51 ± 4,863	2,19 ± 1,949	0,147
Ausgelassene, PR [%]	8,12 ± 10,694	0,44 ± 0,96	< 0,001***
Richtige, PR [%]	96,49 ± 4,86	97,81 ± 1,949	0,147

Anlage 15 Ergebnisse des Corsi-Block-Tapping-Tests im Altersvergleich

Variable	Alter		p T-Test
	Ältere MW ± SD	Jüngere MW ± SD	
UBS Rohwert	4,42 ± 0,749	6,29 ± 1,16	< 0,001***
UBS PR	39,76 ± 26,007	63,87 ± 26,143	< 0,001***
SBS Rohwert	2,5 ± 3,174	3,1 ± 3,4	0,377
UBS Richtige Rohwert	6,56 ± 1,812	12,03 ± 2,627	< 0,001***
UBS Richtige PR [%]	30,41 ± 25,37	62,13 ± 26,689	< 0,001***

Anlage 16 Ergebnisse des TAP-Geteilte Aufmerksamkeit im Altersvergleich

Variable	Alter		p T-Test
	Ältere MW ± SD	Jüngere MW ± SD	
auditiv Mittel	599,9 ± 87,61	540,8 ± 69,05	0,001**
auditiv Median	583,0 ± 100,09	538,1 ± 69,48	0,023
auditiv PR [%]	40,1 ± 29,5	45,8 ± 24,0	0,331
auditiv Standardabweichung	141,0 ± 43,86	95,7 ± 28,37	< 0,001***
auditiv Standardabweichung PR [%]	43,6 ± 27,98	61,8 ± 23,06	0,001**
auditiv Korrelation	15,5 ± 1,49	15,7 ± 0,51	0,335
auditiv Ausgelassene	0,52 ± 1,49	0,26 ± 0,51	0,335
auditiv Ausgelassene PR [%]	32,4 ± 6,60	33,4 ± 4,63	0,409
auditiv Ausreißer	0,37 ± 0,49	0,55 ± 0,51	0,078
visuell Mittel	932,7 ± 129,11	783,8 ± 91,23	< 0,001***
visuell Median	883,6 ± 105,34	753,4 ± 81,39	< 0,001***
visuell PR [%]	54,2 ± 28,22	47,1 ± 22,98	0,212
visuell Standardabweichung	273,7 ± 121,92	157,4 ± 59,66	< 0,001***
visuell Standardabweichung PR [%]	45,9 ± 31,03	64,1 ± 26,67	0,004**
visuell Korrelation	15,4 ± 1,40	16,3 ± 1,44	0,003**
visuell Ausgelassene	1,59 ± 1,397	0,71 ± 1,442	0,003**
visuell Ausgelassene PR [%]	51,5 ± 26,83	57,3 ± 22,65	0,287
visuell Ausreißer	0,58 ± 0,497	0,71 ± 0,461	0,197
gesamte Fehler	4,4 ± 5,89	0,48 ± 0,626	< 0,001***
gesamte Fehler PR [%]	31,2 ± 29,95	52,1 ± 17,80	< 0,001***
gesamte Ausgelassene	2,1 ± 2,02	0,97 ± 1,62	0,005**
gesamte Ausgelassene PR [%]	45,7 ± 25,89	61,2 ± 28,43	0,006**
gesamte Ausreißer	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00	

Anlage 17 Kovarianzanalyse des Reaktionstests

Variable	MW RZ [ms]	MW MZ [ms]	Richtige Reaktionen	Keine Reaktion	Regressionsgrade RZ	Regressionsgrade MZ	
Freiheitsgrade	2; 79	2; 79	2; 79	2; 79	2; 79	2; 79	
F	0,486	1,793	1,026	0,592	1,957	1,437	
p	0,617	0,173	0,363	0,556	0,48	0,244	
Kar	MW	1,75	14,536	-0,143	0,143	0,071	0,036
	SD	47,603	58,28	0,705	0,448	0,663	0,881
Alt-F	MW	-10,192	-13,462	0,231	-0,077	0,115	-0,077
	SD	52,769	69,237	0,951	0,744	0,653	0,935
Kontr	MW	-9,241	-16,517	0,035	0,034	0,276	0,069
	SD	35,648	60,065	0,566	0,499	0,922	0,651

Anlage 18 Kovarianzanalyse des Determinationstests

Variable	Median Reaktionszeit [ms]	Zeitgerechte	Ver-spätete	Falsche	Aus-gelassene	Richtige	Gesamte Reaktionen	
Freiheitsgrade	2; 78	2; 78	2; 78	2; 78	2; 78	2; 78	2; 78	
F	0,513	0,373	1,05	0,309	0,345	0,37	1,365	
p	0,601	0,69	0,355	0,735	0,71	0,692	0,261	
Kar	MW	-0,042	30,741	-16,0	-2,148	-13,259	14,741	12,593
	SD	0,051	36,802	25,368	6,068	28,567	30,767	28,698
Alt-F	MW	-0,032	23,385	-14,039	-0,308	-8,385	9,346	9,039
	SD	0,06	44,687	34,236	12,142	18,19	22,81	17,106
Kontr	MW	-0,043	30,345	-23,448	-1,138	-6,172	6,897	-9,138
	SD	0,039	28,808	27,621	6,3	15,678	15,938	80,855

Anlage 19 Kovarianzanalyse des CORSI-Block-Tapping-Tests

Variable	UBS RW	SBS RW	UBS Richtige RW	UBS Falsche RW	UBS Ausgelassene RW	UBS SF RW	
Freiheitsgrade	2; 79	2; 79	2; 79	2; 79	2; 79	2; 79	
F	0,174	0,314	3,373	0,444	0,969	1,076	
p	0,841	0,732	0,039*	0,643	0,384	0,346	
Kar	MW	-0,036	0	-0,107	-0,179	-0,071	-0,321
	SD	0,64	2,8	1,81	1,634	0,378	1,307
Alt-F	MW	0,153	-1,269	0,539	0,039	-0,115	-0,615
	SD	0,83	4,513	1,726	1,637	0,326	1,551
Kontr	MW	0,138	-0,069	0,966	-0,379	-0,103	-0,759
	SD	0,79	3,38	1,679	1,801	0,31	1,455

Anlage 20 Kovarianzanalyse des Tests zur geteilten Aufmerksamkeit

Variable	auditiv Mittel	auditiv Median	Auditiv Ausgelassene	Auditiv Ausreißer	Visuell Mittel	Visuell Median	
Freiheitsgrade	2; 79	2; 79	2; 79	2; 79	2; 79	2; 79	
F	0,296	3,227	0,686	0,199	0,386	0,416	
p	0,744	0,045*	0,506	0,82	0,681	0,661	
Kar	MW	-5,321	-44,75	-0,643	0,071	-44,321	-40,929
	SD	97,518	122,022	2,542	0,716	139,118	104,354
Alt-F	MW	-8,769	-1,885	-0,192	0,154	-13,769	-12,808
	SD	64,47	55,818	1,096	0,675	123,096	102,735
Kontr	MW	4,552	20,172	0,035	0,035	-17,724	-3,69
	SD	80,731	76,705	0,626	0,731	103,4	93,331

Anlage 21 Fortsetzung der Kovarianzanalyse des Tests zur geteilten Aufmerksamkeit

Variable	Visuell Ausgelassene	Visuell Ausreißer	Gesamte Fehler	Gesamt Ausgelassene	Gesamt Ausreißer	
Freiheitsgrade	2; 79	2; 79	2; 79	2; 79	2; 79	
F	0,284	0,091	0,829	1,002	0,929	
p	0,754	0,913	0,44	0,372	0,399	
Kar	MW	-0,179	0,107	-1,679	-0,464	0
	SD	1,541	0,629	7,827	2,769	0
Alt-F	MW	-0,154	-0,077	-0,462	-0,346	0
	SD	1,434	0,688	8,994	1,696	0
Kontr	MW	0,241	-0,069	-0,966	3,586	0,034
	SD	1,185	0,651	3,977	17,453	0,186

Anlage 22 Vergleich der Ergebnisse des Reaktionstests von Test und Retest-Untersuchung der einzelnen Gruppen älterer Probanden

Variable		Mittlere Reaktionszeit [ms]	Mittlere Reaktionszeit PR [%]	Mittlere Reaktionszeit T-Wert	Mittlere motorische Zeit [ms]	Mittlere motorische Zeit PR [%]	Mittlere motorische Zeit T-Wert	Streuungsmaß RZ [ms]	Streuungsmaß RZ PR [%]	Streuungsmaß RZ T-Wert	Streuungsmaß motorische Zeit [ms]
Kar	MW ± SD Test	279,0 ± 52,25	82,2 ± 20,14	61,9 ± 8,14	226,3 ± 74,89	50,8 ± 25,14	50,3 ± 8,11	37,6 ± 11,69	96,1 ± 5,81	70,4 ± 5,61	38,0 ± 20,28
	MW ± SD Retest	280,7 ± 49,60	81,7 ± 17,48	61,8 ± 8,12	240,9 ± 71,78	44,9 ± 24,41	48,5 ± 7,56	44,5 ± 23,16	91,3 ± 15,56	67,9 ± 8,13	38,4 ± 17,76
	pWILCOXON	0,943	0,694	0,949	0,059	0,086	0,109	0,086	0,038*	0,074	0,750
	pVORZEICHENTEST	1,000	0,845	0,845	0,089	0,170	0,170	0,248	0,238	0,238	0,571
Alt-F	MW ± SD Test	301,4 ± 50,60	74,6 ± 21,00	58,2 ± 7,52	239,6 ± 70,02	45,7 ± 24,54	48,5 ± 7,31	41,6 ± 14,70	93,6 ± 11,08	68,7 ± 6,20	39,5 ± 16,47
	MW ± SD Retest	288,0 ± 56,09	78,3 ± 20,66	60,4 ± 8,69	219,0 ± 73,40	51,9 ± 25,60	50,5 ± 7,83	40,8 ± 15,62	93,3 ± 10,25	68,6 ± 7,06	35,3 ± 12,45
	pWILCOXON	0,409	0,581	0,406	0,204	0,316	0,195	0,879	0,512	0,867	0,989
	pVORZEICHENTEST	0,556	0,690	0,541	0,327	0,327	0,230	0,678	0,815	1,000	1,000
Kontr	MW ± SD Test	280,6 ± 47,17	81,9 ± 15,48	61,7 ± 8,22	240,8 ± 74,92	46,1 ± 24,72	48,7 ± 7,44	45,7 ± 24,88	90,1 ± 16,74	67,8 ± 8,94	41,1 ± 19,61
	MW ± SD Retest	270,6 ± 43,70	85,2 ± 14,49	63,1 ± 7,84	228,5 ± 66,22	48,6 ± 25,17	49,8 ± 7,55	41,0 ± 15,39	93,5 ± 9,35	68,7 ± 6,90	39,7 ± 17,26
	pWILCOXON	0,165	0,174	0,263	0,198	0,166	0,132	0,249	0,270	0,575	0,502
	pVORZEICHENTEST	0,345	0,441	0,327	0,265	0,265	0,265	0,248	0,503	0,503	0,850

Anlage 23 Fortsetzung der Ergebnisse des Reaktionstests von Test und Retest-Untersuchung der einzelnen Gruppen älterer Probanden

Variable		Streuungsmaß motorische Zeit PR [%]	Streuungsmaß motorische Zeit T-Wert	Richtig reagiert	Nicht reagiert	Unvollständig reagiert	Regres- sionsgrade Reaktionszeit	Regressions- grade motorische Zeit
Kar	MW ± SD Test	69,6 ± 20,69	56,4 ± 7,22	27,9 ± 0,38	0,0 ± 0,00	0,1 ± 0,38	0,7 ± 0,46	0,8 ± 0,63
	MW ± SD Retest	69,1 ± 20,68	56,1 ± 6,79	27,8 ± 0,57	0,1 ± 0,45	0,1 ± 0,26	0,8 ± 0,50	0,8 ± 0,61
	pWILCOXON	0,656	0,685	0,334	0,102	1,000	0,564	0,830
	pVORZEI- CHENTEST	0,700	0,424	0,375	0,250	1,000	1,000	1,000
Alt-F	MW ± SD Test	67,6 ± 19,81	55,3 ± 5,92	27,6 ± 0,68	0,3 ± 0,51	0,2 ± 0,45	0,7 ± 0,54	1,0 ± 0,63
	MW ± SD Retest	71,3 ± 17,33	56,5 ± 5,86	27,8 ± 0,43	0,2 ± 0,40	0,0 ± 0,20	0,8 ± 0,59	0,9 ± 0,52
	pWILCOXON	0,737	0,931	0,204	0,593	0,257	0,366	0,674
	pVORZEI- CHENTEST	1,000	0,664	0,607	1,000	0,625	0,727	0,804
Kontr	MW ± SD Test	65,6 ± 22,18	55,2 ± 7,46	27,9 ± 0,34	0,1 ± 0,25	0,1 ± 0,25	0,8 ± 0,62	1,0 ± 0,61
	MW ± SD Retest	67,8 ± 19,66	55,5 ± 5,95	27,9 ± 0,41	0,1 ± 0,41	0,0 ± 0,00	1,0 ± 0,57	1,1 ± 0,53
	pWILCOXON	0,459	0,580	0,739	0,705	0,157	0,123	0,564
	pVORZEI- CHENTEST	0,850	0,424	0,687	1,000	0,500	0,180	1,000

Anlage 24 Determinationstest, Test-Retest-Vergleich

Gesamt Modus Reaktion								
Variable		Median Reaktionszeit [ms]	Zeitgerecht RW	Verspätet RW	Falsch RW	Ausgelassen RW	Richtig RW	Reaktionen RW
Kar	MW ± SD Test	958,1 ± 133,99	352,9 ± 89,52	134,3 ± 54,99	15,3 ± 9,53	46,0 ± 39,81	487,3 ± 43,56	502,6 ± 38,38
	MW ± SD Retest	915,9 ± 119,98	383,7 ± 89,22	118,3 ± 61,41	13,2 ± 9,33	32,7 ± 29,57	502,0 ± 32,96	515,2 ± 27,19
	pWILCOXON	< 0,001***	0,001**	0,003**	0,044*	0,038*	0,028*	0,047*
	pVORZEICHENTEST	0,001**	0,001**	0,007**	0,031*	0,307	0,248	0,124
Alt-F	MW ± SD Test	942,6 ± 102,83	360,0 ± 79,73	126,9 ± 48,95	18,0 ± 19,79	44,7 ± 36,20	486,9 ± 43,40	504,9 ± 33,00
	MW ± SD Retest	907,7 ± 116,25	387,4 ± 86,68	114,7 ± 51,77	15,4 ± 17,92	31,5 ± 38,74	502,1 ± 45,20	517,5 ± 36,71
	pWILCOXON	0,002**	0,011*	0,049*	0,171	0,007**	0,006**	0,004**
	pVORZEICHENTEST	0,011*	0,011*	0,031*	0,405	0,043*	0,011*	0,031*
Kontr	MW ± SD Test	928,1 ± 92,79	377,0 ± 74,16	119,5 ± 48,38	11,4 ± 7,68	37,9 ± 32,32	496,5 ± 35,07	507,9 ± 30,63
	MW ± SD Retest	880,0 ± 95,54	413,8 ± 76,32	94,7 ± 52,74	9,5 ± 6,79	27,0 ± 30,37	508,5 ± 32,34	503,1 ± 91,82
	pWILCOXON	< 0,001***	< 0,001***	< 0,001***	0,491	0,005**	0,004**	0,010*
	pVORZEICHENTEST	0,001**	< 0,001***	0,001**	0,700	0,005**	0,003**	0,001**
Intervall I								
Kar	MW ± SD Test	925,9 ± 113,59	175,1 ± 6,93	3,9 ± 5,78	1,0 ± 1,32	0,7 ± 1,36	179,0 ± 1,82	180,0 ± 1,51
	MW ± SD Retest	885,2 ± 98,50	177,0 ± 5,13	2,4 ± 4,11	1,0 ± 1,29	0,5 ± 0,94	179,4 ± 1,12	180,3 ± 1,39
	pWILCOXON	0,003**	0,013*	0,022*	0,723	0,587	0,253	0,221
	pVORZEICHENTEST	0,002**	0,007**	0,011*	0,804	1,000	0,549	0,791
Alt-F	MW ± SD Test	905,2 ± 77,80	176,4 ± 5,01	2,1 ± 2,90	1,0 ± 1,59	0,9 ± 1,86	178,6 ± 2,90	179,6 ± 2,05
	MW ± SD Retest	871,9 ± 106,51	175,1 ± 16,04	2,6 ± 7,56	1,9 ± 0,17	1,4 ± 5,66	177,7 ± 8,57	179,5 ± 5,74
	pWILCOXON	0,002**	0,072	0,187	0,395	0,258	0,358	0,258
	pVORZEICHENTEST	0,003**	0,307	0,824	0,791	0,508	1,000	0,629
Kontr	MW ± SD Test	867,7 ± 178,51	176,3 ± 3,53	2,2 ± 2,40	0,9 ± 1,02	1,1 ± 1,51	178,5 ± 1,90	179,4 ± 1,52
	MW ± SD Retest	857,9 ± 81,34	178,5 ± 1,83	1,0 ± 1,55	0,7 ± 1,04	0,2 ± 0,47	179,6 ± 0,87	180,2 ± 0,87
	pWILCOXON	0,005**	0,002**	0,005**	0,503	0,005**	0,014*	0,010*
	pVORZEICHENTEST	0,005**	0,019*	0,031	0,359	0,013*	0,035*	0,049*

Intervall II								
Kar	MW ± SD Test	1010,0 ± 152,21	64,6 ± 43,39	80,7 ± 26,37	8,6 ± 5,89	30,6 ± 25,04	145,4 ± 27,12	154,0 ± 23,69
	MW ± SD Retest	968,1 ± 149,23	80,3 ± 47,81	75,4 ± 33,51	6,7 ± 4,56	21,4 ± 16,82	155,7 ± 18,01	162,4 ± 15,73
	pWILCOXON	0,018*	0,004**	0,253	0,073	0,017*	0,016*	0,030*
	pVORZEICHENTEST	0,021*	0,021*	0,152	0,170	0,124	0,078	0,230
Alt-F	MW ± SD Test	1009,7 ± 138,55	64,5 ± 42,00	79,5 ± 26,72	9,6 ± 8,93	31,6 ± 23,17	144,0 ± 26,61	153,6 ± 22,20
	MW ± SD Retest	975,0 ± 142,08	79,2 ± 44,54	76,5 ± 30,55	7,8 ± 7,21	21,0 ± 21,57	155,7 ± 23,54	163,5 ± 20,64
	pWILCOXON	0,070	0,012*	0,388	0,231	0,007**	0,009**	0,002**
	pVORZEICHENTEST	0,093	0,078	0,327	0,170	0,031*	0,064	0,023*
Kontr	MW ± SD Test	991,6 ± 129,98	72,0 ± 42,28	79,4 ± 28,38	6,2 ± 4,79	25,9 ± 21,94	151,4 ± 23,76	157,6 ± 21,28
	MW ± SD Retest	911,4 ± 122,64	96,7 ± 44,86	60,7 ± 29,59	5,9 ± 4,22	19,5 ± 20,52	157,4 ± 21,97	163,3 ± 19,73
	pWILCOXON	< 0,001***	< 0,001***	< 0,001***	0,705	0,063	0,130	0,087
	pVORZEICHENTEST	< 0,001***	< 0,001***	< 0,001***	0,690	0,137	0,265	0,137
Intervall III								
Kar	MW ± SD Test	962 ± 156,6	113,2 ± 44,58	49,7 ± 30,04	5,6 ± 4,25	14,8 ± 16,61	162,9 ± 17,91	168,5 ± 16,38
	MW ± SD Retest	924,8 ± 155,25	126,4 ± 41,73	40,4 ± 28,15	5,5 ± 5,48	10,9 ± 14,40	166,9 ± 16,71	172,4 ± 13,08
	pWILCOXON	0,026*	0,013*	0,007**	0,574	0,109	0,113	0,072
	pVORZEICHENTEST	0,108	0,021*	0,011*	0,327	0,064	0,152	0,078
Alt-F	MW ± SD Test	953 ± 143,4	119,1 ± 39,51	45,3 ± 24,93	7,4 ± 12,00	12,2 ± 14,56	164,4 ± 19,00	171,7 ± 11,36
	MW ± SD Retest	904,2 ± 135,39	133,2 ± 37,59	35,5 ± 23,45	5,8 ± 10,06	9,1 ± 14,61	168,7 ± 17,10	174,5 ± 14,23
	pWILCOXON	0,005**	0,005**	0,007**	0,372	0,059	0,030*	0,073
	pVORZEICHENTEST	0,011*	0,015*	0,015*	0,327	0,015*	0,007**	0,307
Kontr	MW ± SD Test	921 ± 104,3	128,7 ± 33,24	38,0 ± 23,64	4,4 ± 3,35	10,9 ± 11,55?	166,7 ± 12,55	171,0 ± 10,80
	MW ± SD Retest	885,2 ± 116,42	138,6 ± 33,28	33,0 ± 25,69	2,9 ± 2,96?	7,3 ± 11,57	171,6 ± 12,11	174,5 ± 10,79
	pWILCOXON	0,016*	0,035*	0,092	0,064	0,106	0,030*	0,032*
	pVORZEICHENTEST	0,005**	0,003**	0,038*	0,015*	0,093	0,011*	0,011*

Anlage 25 Vergleich der Ergebnisse des Determinationstests von Test und Retest-Untersuchung der einzelnen Gruppen älterer Probanden

Variable		Gesamt Modus Reaktion					Intervall I				
		Zeitgerecht PR [%]	Verspätet PR [%]	Falsch PR [%]	Ausgelassen PR [%]	Richtig PR [%]	Zeitgerecht PR [%]	Verspätet PR [%]	Falsch PR [%]	Ausgelassen PR [%]	Richtig PR [%]
Kar	MW ± SD Test	69,5 ± 13,64	27,4 ± 12,19	3,1 ± 2,10	9,8 ± 9,37	96,9 ± 2,10	97,3 ± 3,60	2,2 ± 3,24	0,6 ± 0,73	0,4 ± 0,77	99,4 ± 0,73
	MW ± SD Retest	73,9 ± 14,19	23,5 ± 12,95	2,6 ± 1,97	6,7 ± 6,57	97,4 ± 1,97	98,1 ± 2,60	1,3 ± 2,30	0,5 ± 0,70?	0,3 ± 0,52	99,5 ± 0,70
	pWILCOXON	0,001**	0,001**	0,037*	0,055	0,037*	0,041*	0,013*	0,527	0,563	0,527
	pVORZEI- CHENTEST	0,007**	0,002**	0,021*	0,248	0,021*	0,043*	0,007**	1,000	1,000	1,000
Alt-F	MW ± SD Test	70,8 ± 12,66	25,5 ± 10,44	3,7 ± 4,19	9,4 ± 8,51	96,3 ± 4,19	98,2 ± 2,00	1,2 ± 1,66	0,6 ± 0,90	0,5 ± 1,07	99,4 ± 0,90
	MW ± SD Retest	74,2 ± 13,76	22,7 ± 11,34	3,1 ± 3,69	6,7 ± 9,55	96,9 ± 3,69	97,3 ± 6,94	1,6 ± 4,97	1,1 ± 2,06	0,9 ± 3,72	98,9 ± 2,06
	pWILCOXON	0,032*	0,038*	0,144	0,006**	0,144	0,412	0,199	0,545	0,241	0,545
	pVORZEI- CHENTEST	0,011*	0,011*	0,327	0,031*	0,327	0,424	0,832	1,000	0,344	1,000
Kontr	MW ± SD Test	73,8 ± 11,37	23,9 ± 10,23	2,3 ± 1,61	7,9 ± 7,60	97,7 ± 1,61	98,3 ± 1,54	1,2 ± 1,34	0,5 ± 0,57	0,6 ± 0,86	99,5 ± 0,57
	MW ± SD Retest	100,5 ± 111,12	28,0 ± 53,79	2,6 ± 4,16	9,8 ± 25,01	128,5 ± 163,22	99,0 ± 0,99	0,6 ± 0,86	0,4 ± 0,57	0,1 ± 0,26	99,6 ± 0,57
	pWILCOXON	< 0,001***	0,001**	0,417	0,023*	0,150	0,008**	0,004**	0,204	0,003**	0,204
	pVORZEI- CHENTEST	< 0,001***	0,001**	0,458	0,009**	0,265	0,035*	0,019*	0,263	0,013*	0,263

Variable		Intervall II					Intervall III					
		Zeitgerecht PR [%]	Verspätet PR [%]	Falsch PR [%]	Ausgelassen PR [%]	Richtig PR [%]	Zeitgerecht PR [%]	Verspätet PR [%]	Falsch PR [%]	Ausgelassen PR [%]	Richtig PR [%]	PR
Kar	MW ± SD Test	39,4 ± 22,86	54,5 ± 20,34	6,1 ± 5,00	23,1 ± 22,24	93,9 ± 5,00	65,6 ± 22,25	31,0 ± 20,40	3,4 ± 2,66	10,0 ± 13,31	96,6 ± 2,66	
	MW ± SD Retest	47,5 ± 25,22	48,2 ± 23,60	4,3 ± 3,04	14,3 ± 12,79	95,8 ± 3,04	72,1 ± 21,13	24,5 ± 18,51	3,4 ± 2,66	7,1 ± 10,68	96., ± 3,74	
	pWILCOXON	0,006**	0,021*	0,052	0,016*	0,052	0,016*	0,006**	0,409	0,086	0,409	
	pVORZEICHENTEST	0,021*	0,124	0,248	0,124	0,248	0,054	0,002**	0,327	0,031*	0,327	
Alt-F	MW ± SD Test	39,8 ± 22,40	53,5 ± 19,55	6,7 ± 6,77	23,5 ± 21,73	93,3 ± 6,77	68,4 ± 20,87	27,11 ± 16,28	4,5 ± 7,56	7,7 ± 10,42	95,5 ± 7,56	
	MW ± SD Retest	46,6 ± 23,09	48,4 ± 20,96	5,0 ± 4,82	15,1 ± 19,28	95,0 ± 4,82	75,5 ± 19,41	21,1 ± 15,48	3,4 ± 5,53	6,0 ± 11,31	96,6 ± 5,53	
	pWILCOXON	0,023*	0,082	0,174	0,009**	0,174	0,009**	0,006**	0,269	0,054	0,269	
	pVORZEICHENTEST	0,078	0,327	0,078	0,031*	0,078	0,078	0,078	0,327	0,015*	0,327	
Kontr	MW ± SD Test	43,8 ± 22,19	52,0 ± 20,08	4,2 ± 3,58	19,2 ± 21,09	95,8 ± 3,58	74,5 ± 16,57	22,8 ± 15,17	2,6 ± 2,06	6,9 ± 8,28	97,4 ± 2,06	
	MW ± SD Retest	57,5 ± 22,98	38,7 ± 20,83	3,8 ± 2,93	13,8 ± 16,33	96,2 ± 2,93	79,0 ± 17,10	19,3 ± 15,80	1,7 ± 1,86	4,7 ± 8,10	98,3 ± 1,9	
	pWILCOXON	< 0,001***	< 0,001***	0,721	0,112	0,721	0,025*	0,050	0,039*	0,137	0,039*	
	pVORZEICHENTEST	< 0,001***	0,001**	0,710	0,137	0,710	0,001**	0,009**	0,007**	0,064	0,007**	

Anlage 26 Corsi-Block-Tapping-Test, Test-Retest-Vergleich

Variable		UBS	UBS PR [%]	UBS T-Wert	SBS	UBS Richtige	UBS Richtige PR [%]	UBS Richtige T-Wert	UBS Falsche	UBS Ausgelassene	UBS SF	UBS SF PR [%]	UBS SF T-Wert
Kar	MW ± SD Test	4,6 ± 0,69	44,2 ± 25,79	48,3 ± 7,81	2,33 ± 2,73	6,8 ± 1,89	33,3 ± 29,35	44,6 ± 9,66	4,6 ± 1,40	0,1 ± 0,32	2,5 ± 1,40	44,9 ± 33,49	47,6 ± 13,53
	MW ± SD Retest	4,5 ± 0,84	45,3 ± 26,73	48,5 ± 8,36	2,3 ± 2,91	6,7 ± 2,18	35,3 ± 28,14	45,0 ± 9,22	4,4 ± 1,42	0,0 ± 0,19	2,1 ± 1,27	53,4 ± 34,00	50,1 ± 14,19
	pWILCOXON	0,763	0,677	0,951	0,938	0,888	0,668	0,654	0,489	0,317	0,154	0,262	0,432
	pVORZEICHENTEST	1,000	1,000	1,000	0,804	1,000	0,824	0,824	1,000	0,625	0,824	0,824	0,824
Alt-F	MW ± SD Test	4,4 ± 0,72	40,1 ± 24,24	46,8 ± 7,72	3,6 ± 3,69	6,3 ± 1,75	28,0 ± 22,24	42,6 ± 7,72	4,3 ± 1,29	0,1 ± 0,34	2,7 ± 1,29	40,6 ± 29,67	45,0 ± 13,23
	MW ± SD Retest	4,5 ± 0,71	43,2 ± 23,94	48,0 ± 7,28	2,0 ± 2,77	6,9 ± 1,74	33,3 ± 24,33	45,0 ± 7,68	4,3 ± 0,93	0,0 ± 0,00	2,4 ± 1,36	49,0 ± 34,84	48,5 ± 14,23
	pWILCOXON	0,346	0,606	0,597	0,249	0,110	0,364	0,147	0,936	0,083	0,065	0,086	0,055
	pVORZEICHENTEST	0,607	0,607	0,607	1,000 ^a	0,454	0,454	0,454	0,774	0,250	0,041*	0,064	0,064
Kontr	MW ± SD Test	4,3 ± 0,83	35,4 ± 27,95	45,3 ± 8,90	1,7 ± 2,75	6,6 ± 1,82	30,3 ± 25,01	43,0 ± 8,50	4,5 ± 1,26	0,1 ± 0,30	2,6 ± 1,41	41,6 ± 33,68	45,8 ± 14,96
	MW ± SD Retest	4,6 ± 0,63	43,0 ± 24,65	47,6 ± 7,87	1,7 ± 2,48	7,8 ± 1,57	46,7 ± 26,65	48,8 ± 7,96	4,1 ± 1,15	0,0 ± 0,00	1,8 ± 0,93	61,5 ± 27,43	54,1 ± 8,67
	pWILCOXON	0,346	0,162	0,165	0,648	0,008**	0,008**	0,006**	0,374	0,083	0,011*	0,010*	0,008**
	pVORZEICHENTEST	0,607	0,607	0,607	0,424	0,017*	0,017*	0,017*	0,424	0,250	0,064	0,064	0,064

Anlage 27 Test zur geteilten Aufmerksamkeit, Test-Retest-Vergleich

Variable		auditiv Mittel	auditiv Median	auditiv PR [%]	auditiv SD	auditiv Korrelation	auditiv Ausgelassene	auditiv Ausreißer	visuell Mittel	visuell Median	Visuell PR [%]	visuell SD
Kar	MW ± SD Test	599,6 ± 98,30	594,3 ± 112,20	34,8 ± 31,38	140,2 ± 48,11	15,1 ± 2,43	0,9 ± 2,43	0,4 ± 0,50	942,9 ± 143,88	900,9 ± 114,00	50,6 ± 28,71	300,1 ± 140,57
	MW ± SD Retest	594,3 ± 68,38	549,6 ± 95,82	45,6 ± 26,91	148,1 ± 45,78	15,7 ± 0,54	0,3 ± 0,54	0,5 ± 0,51	898,5 ± 109,71	859,9 ± 100,71	60,9 ± 27,26	229,8 ± 80,55
	PWILCOXON	0,210	0,030*	0,039*	0,307	0,124	0,124	0,593	0,258	0,026*	0,054	0,004**
	PVORZEI- CHENTEST	0,345	0,038*	0,089	0,124	0,302	0,302	0,791	0,845	0,014*	0,015*	0,038*
Alt-F	MW ± SD Test	602,9 ± 86,71	587,4 ± 100,49	39,8 ± 30,60	139,9 ± 40,36	15,6 ± 0,80	0,4 ± 0,80	0,4 ± 0,49	931,4 ± 131,10	877,7 ± 111,58	56,2 ± 29,58	257,6 ± 109,55
	MW ± SD Retest	586,7 ± 83,66	576,7 ± 95,88	41,8 ± 31,36	121,3 ± 72,98	15,9 ± 0,61	0,2 ± 0,61	0,5 ± 0,51	916,1 ± 86,31	867,8 ± 93,76	58,6 ± 21,50	224,9 ± 62,58
	PWILCOXON	0,501	0,585	0,615	0,052	0,272	0,272	0,248	0,694	0,525	0,658	0,517
	PVORZEI- CHENTEST	0,690	0,845	1,000	0,078	0,289	0,289	0,388	0,845	0,327	0,541	0,845
Kontr	MW ± SD Test	597,3 ± 80,87	568,5 ± 89,09	45,2 ± 26,56	142,9 ± 44,60	15,7 ± 0,59	0,3 ± 0,59	0,4 ± 0,49	924,7 ± 116,07	873,9 ± 91,44	55,4 ± 26,98	266,1 ± 115,48
	MW ± SD Retest	601,4 ± 84,42	586,7 ± 96,14	40,9 ± 27,62	129,0 ± 40,30	15,7 ± 0,67	0,3 ± 0,67	0,4 ± 0,50	900,1 ± 118,01	861,5 ± 98,20	61,1 ± 25,01	232,5 ± 107,51
	PWILCOXON	0,837	0,076	0,112	0,144	0,783	0,783	0,796	0,469	0,399	0,303	0,163
	PVORZEI- CHENTEST	1,000	0,089	0,108	0,710	1,000	1,000	1,000	1,000	0,137	0,170	0,458

Anlage 28 Fortsetzung des Tests zur geteilten Aufmerksamkeit, Test-Retest-Vergleich

Variable		visuell SD PR [%]	visuell Korrelation	visuell Ausgelassene	visuell Ausgelassene PR [%]	visuell Ausreißer	gesamte Fehler	gesamte Fehler PR [%]	gesamte Ausgelassene	gesamte Ausgelassene PR [%]	gesamte Ausreißer
Kar	MW ± SD Test	40,4 ± 30,98	15,3 ± 1,44	1,6 ± 1,42	50,6 ± 27,59	0,5 ± 0,51	4,4 ± 7,43	37,0 ± 32,06	2,6 ± 2,69	40,8 ± 23,90	0,0 ± 0,00
	MW ± SD Retest	56,3 ± 27,36	15,2 ± 1,25	1,8 ± 1,25	46,2 ± 23,72	0,6 ± 0,50	2,7 ± 2,19	33,6 ± 26,72	2,1 ± 1,42	43,4 ± 21,79	0,0 ± 0,00
	pWILCOXON	0,003**	0,718	0,527	0,433	0,366	0,860	0,716	0,667	0,751	1,000
	pVORZEICHENTEST	0,004**	1,000	0,804	1,000	0,549	1,000	1,000	1,000	0,824	1,000
Alt-F	MW ± SD Test	49,7 ± 30,62	15,2 ± 1,48	1,8 ± 1,48	47,7 ± 26,84	0,6 ± 0,50	4,9 ± 4,91	24,1 ± 28,81	2,2 ± 1,77	44,3 ± 27,38	0,0 ± 0,00
	MW ± SD Retest	56,1 ± 22,93	15,4 ± 1,62	1,7 ± 1,62	52,1 ± 29,26	0,5 ± 0,51	3,9 ± 8,04	39,5 ± 29,81	1,8 ± 1,67	51,9 ± 29,48	0,0 ± 0,00
	pWILCOXON	0,819	0,543	0,543	0,184	0,564	0,037*	0,042*	0,454	0,092	1,000
	pVORZEICHENTEST	0,845	0,077	0,077	0,031	0,774	0,078	0,078	0,143	0,027*	1,000
Kontr	MW ± SD Test	47,0 ± 31,81	15,7 ± 1,31	1,4 ± 1,31	56,1 ± 26,32	0,7 ± 0,49	3,94 ± 5,354	33,13 ± 28,616	1,7 ± 1,43	51,4 ± 25,83	0,0 ± 0,00
	MW ± SD Retest	58,7 ± 29,10	15,5 ± 1,18	1,5 ± 1,18	52,6 ± 26,51	0,6 ± 0,5	2,2 ± 2,49	41,8 ± 27,93	5,1 ± 17,53	45,1 ± 26,60	0,0 ± 0,19
	pWILCOXON	0,068	0,298	0,298	0,339	0,564	0,124	0,387	0,149	0,177	0,317
	pVORZEICHENTEST	0,571	0,481	0,481	0,664	0,774	0,248	0,441	0,167	0,286	

Ehrenerklärung

Ich erkläre, dass ich die der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel

Der Einfluss unterschiedlicher Sportaktivitäten auf die kognitive Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter

im Bereich Arbeitsmedizin

mit Unterstützung durch Frau Prof. Dr. med. habil. I. Böckelmann und

Herrn Prof. Dr. rer. nat. S. Kropf, Institut für Biometrie und Medizinische Informatik

sowie in Kooperationsarbeit mit dem Untersuchungsteam der Gesamtstudie „Bewegung einmal anders“ des Bereichs Arbeitsmedizin und Instituts für Sportwissenschaften der Fakultät für Humanwissenschaften

ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Bei der Abfassung der Dissertation sind Rechte Dritter nicht verletzt worden.

Ich habe diese Dissertation bisher an keiner in- oder ausländischen Hochschule zur Promotion eingereicht. Ich übertrage der Medizinischen Fakultät das Recht, weitere Kopien meiner Dissertation herzustellen und zu vertreiben.

Magdeburg, den 11.02.2016

Danksagung

Ich möchte Frau Prof. Dr. med. habil. Irina Böckelmann für ihre intensive Betreuung und Hilfsbereitschaft zu jeder Zeit danken. Ihre Unterstützung und Motivation trugen merklich zu der Fertigstellung der Dissertationsschrift bei. Mein Dank geht auch an Frau Dr. med. Sabine Darius für ihre Hilfe und Unterstützung.

Weiter gilt mein Dank den Mitarbeitern des Instituts für Sportwissenschaften der Fakultät für Humanwissenschaften, insbesondere Frau Prof. Dr. Witte und Dr. Emmermacher, welche die Initiative dieses Projekts bereiteten, es konzipierten und im Rahmen weiterer Fragestellungen dieser großangelegter Studie viele zusätzliche Informationen lieferten.

Es gilt mein Dank ebenso Herrn Prof. Dr. rer. nat. Kropf, Leiter des Institutes für Biometrie und Informatik der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität, für die freundliche Unterstützung durch Ergänzen meiner univariaten Analyse um die komplexere statistische Datenauswertung.

Danken möchte ich Cornelius Lange, der mir bei den letzten Zügen der Fertigstellung dieser Arbeit hilfreich zur Seite stand.

Meinen Eltern danke ich für jede Unterstützung auf meinem Lebensweg. Meine Mutter war mir immer ein großes Vorbild. Insbesondere ihr Durchsetzungsvermögen und ihre Zielstrebigkeit beeindruckten mich stets. Mein Vater half mir in vielen Zeiten, in dem er Gelassenheit und Geduld bewies.

Ein Dankeschön gilt zudem meiner Großmutter, die mir stets den Rücken freihielt und immer ein offenes Ohr für anfallende Problematiken hatte, welche unentwegt wichtiger zu sein schienen als eigene Belange.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Juliane Handtke
Früherer EheName: Materzok
Geburtsdatum: 07.02.1989
Geburtsort: Halberstadt
Anschrift: Ströbecker Straße 49
38820 Halberstadt
Deutschland
Mobil: +49 177 758 1620
E-Mail: Juliane.Handtke@web.de



Schulbildung

05/1995 - 07/1999 Grundschule Gleim, Halberstadt
09/1999 - 06/2001 Sekundarschule Gleim, Halberstadt
08/2001 - 07/2007 Gymnasium Martineum, Halberstadt
07.07.2007 Allgemeine Hochschulreife

Studium

WS 2007/2008 Immatrikulation als Medizinstudentin der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
SS 2009 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
WS 2010/2011 Fortsetzung des Studiums an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg
WS 2011 Beginn der Anfertigung meiner Promotionsschrift im Bereich Arbeitsmedizin der Universität Magdeburg mit dem Thema „Der Einfluss unterschiedlicher Sportaktivitäten auf die kognitive Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter“
13.05.2014 Abschluss des Medizinstudiums
01.10.2014 Anstellung als Assistenzärztin für Innere Medizin, Spital Aarberg, Schweiz

Praktische Tätigkeiten

02/2008 - 03/2008	Pflegepraktikum am Klinikum Magdeburg
07/2008 - 09/2008	Pflegepraktikum am AMEOS Klinikum Halberstadt
03/2010 - 04/2010	Famulatur in der Inneren Medizin, Städtisches Klinikum Bielefeld
08/2010 – 09/2010	Famulatur in HNO, AMEOS Klinikum Halberstadt
03/2011	Famulatur in Hausärztlicher Praxis, Dr. Hausbrandt, Braunschweig
09/2011	Famulatur in Urologischer Gemeinschaftspraxis, Dr. Maßek und Dr. Blonski, Braunschweig
03/2012	Famulatur in der Gynäkologie und Geburtshilfe, AMEOS Klinikum Halberstadt
02-06/2013	1. Terial Praktisches Jahr, Augenklinik der Universitätsklinik Magdeburg
06-10/2013	2. Terial Praktisches Jahr, Innere Medizin im Spital Aarberg, Schweiz
10-12/2013	3. Terial Praktisches Jahr, Chirurgie im Zieglerspital Bern, Schweiz

Sonstiges

Fremdsprachen:	Englisch, Französisch
Hobbys:	Joggen, Volleyball, Snowboarden, Reisen

Bern, 16.06.2015

Publikationsverzeichnis

Tagungsbandbeiträge

Materzok J*, Darius S, von Hintzenstern J, Emmermacher P, Witte K, Böckelmann I (2013) Einfluss unterschiedlicher Sportarten auf die mentale Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter. In: Tagungsband zur 53. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (DGAUM), 13.-16. März 2013 in Bregenz. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 48(3): 820-821

Materzok J*, Darius S, von Hintzenstern J, Emmermacher P, Witte K, Böckelmann I (2013) Die Effekte bestimmter Sportaktivitäten auf die kognitiven Fähigkeiten im höheren Lebensalter. In: Chancen durch Arbeits-, Produkt- und Systemgestaltung - Zukunftsfähigkeit für Produktions- und Dienstleistungsunternehmen. 59. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, Fachhochschule Krefeld, 27.02.-01.03.2013, GfA Press: 853-856

Poster:

Materzok J*, Darius S, von Hintzenstern J, Emmermacher P, Witte K, Böckelmann I (2013) Einfluss unterschiedlicher Sportarten auf die mentale Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter. Poster. 53. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (DGAUM), 13.-16. März 2013 in Bregenz. Eine Sonderpublikation von DGAUM, ÖGA, SGARM und ASU. Gentner Verlag. 151

Materzok J*, Darius S, von Hintzenstern J, Emmermacher P, Witte K, Böckelmann I (2013) Die Effekte bestimmter Sportaktivitäten auf die kognitiven Fähigkeiten im höheren Lebensalter. Poster. GfA-Kongress, 27.02.-01.03.2013, Krefeld

Materzok J*, Darius S, von Hintzenstern J, Emmermacher P, Witte K, Böckelmann I (2012) Der Einfluss unterschiedlicher Sportaktivitäten auf die kognitive Leistungen im höheren Lebensalter. Poster. 16. Symposium Arbeitsmedizin und Arbeitswissenschaft für Nachwuchswissenschaftler, 09.-11.11.2012 in Bad Münde