



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

Schwimmen, Krafttraining und Auswirkungen auf
Raumvorstellung und Stimmung

Verfasser

Kristofer Haas

Angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2014

Studienkennzahl: A 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: ao. Univ.-Prof. Dr. Georg Gittler

„ ... I wish you could swim
like the dolphins
like dolphins can swim ...“
(Bowie, 1977).

Danksagung

Durch Herrn Univ. Prof. Dr. Georg Gittler, Frau Mag.a Eva-Maria Adlmann und Frau Dipl.-Rehpsych. (FH) Anne Milatz wurde ich bestens beraten. Danke für die Betreuung, Zusammenarbeit und für die Bereitstellung des Endlosschleifentests.

Herrn Prof. Dr. Elmar Brähler von der Universität Leipzig möchte ich für die Übermittlung der Testfassung des Profile of Mood States und der Forschungspublikationen danken.

Herr Univ. Prof. Dr. Norbert Bachl (nachfolgend Herr Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Arnold Baca), Herr Prof. Dr. Andreas Kellner und Herr Mag. Christian Schöller vom Universitäts-Sport-Institut haben mich in meinem Anliegen, die Diplomarbeit zu erstellen, unterstützt. Zusätzlich möchte ich mich für die Anregungen, die mir besonders in der Endphase der Arbeit weiterhalfen, bedanken.

Den Kursleiterinnen und Kursleitern, die mir die Möglichkeit gaben, die Studienteilnehmer am Universitäts-Sport-Zentrum zu testen, möchte ich für ihre Offenheit und Kooperation Dank aussprechen.

Ohne die Teilnahme der Sportlerinnen und Sportler wäre die Realisierung der Arbeit nicht möglich gewesen, ihnen gebührt ein besonderes Dankeschön.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meinem Freundeskreis, bei meinen Geschwistern und ganz besonders bei meinen Eltern für ihre Unterstützung herzlich bedanken.

Inhaltsverzeichnis

Theoretischer Teil

1. Einleitung	7
2. Sportpsychologie (SP)	10
3. Sport	10
3.1. Schwimmen	10
3.1.1. Trainingsformen	11
3.1.2. Wirkung auf den Körper	11
3.2. Krafttraining	11
3.2.1. Trainingsformen	12
3.2.2. Wirkung auf den Körper	12
4. Raumvorstellung	12
4.1. Geschlechtsunterschiede	14
4.2. Einflussfaktoren auf die Raumvorstellung	16
4.2.1. Händigkeit und Raumvorstellung	16
4.2.2. Einfluss von Alter auf Raumvorstellung	17
4.2.3. Einfluss von Übung / Unterricht in Darstellender Geometrie auf Raumvorstellung	18
5. Androgene und Raumvorstellung	19
5.1. Androgene	19
5.1.1. Methodologische Herangehensweisen an Testosteronmessungen	20
5.1.2. Raumvorstellung und pathologische Syndrome	20
5.1.2.1. Turner Syndrom und Raumvorstellung	20
5.1.2.2. Hypogonadismus bei Männern und Raumvorstellung	21
5.1.2.3. Congenitale Adrenale Hyperplasie (CAH) bei Frauen und Raumvorstellung	21
5.2. Testosteron und Wirkung auf die Raumvorstellung bei Erwachsenen	22
5.2.1. Testosteron und Auswirkungen bei Frauen	22
5.2.2. Testosteron und Auswirkungen bei Männern	23
5.3. Resümee	25
6. Sport und Auswirkungen auf den Testosteronspiegel	26
6.1. Wechselwirkungen zwischen Geschlechtshormonen und Verhalten	26
6.2. Ausdauersport	27
6.2.1. Indirekte, längerfristige Wirkung	27

6.2.2. Direkte, kurzfristige Effekte	28
6.3. Krafttraining	29
6.3.1. Indirekte, längerfristige Wirkung	29
6.3.2. Direkte, kurzfristige Effekte	29
7. Sport und Auswirkungen auf Kognition	30
7.1. Sport und Auswirkungen auf Raumvorstellung	31
8. Stimmung	32
8.1. Sport und Auswirkungen auf die Stimmung	32
9. Problemdarstellung	35
10. Fragestellungen	36

Empirischer Teil

11. Stichprobenbeschreibung	40
12. Erhebungsinstrumente	42
12.1. Endlosschleifentest (EST)	42
12.1.2. Weighted-likelihood-estimates (WLE) nach Warm (1989)	44
12.2. Profile of Mood States (POMS)	46
13. Datenerhebung	47
13.1. Untersuchungsablauf	47
13.2. Testraum	47
13.3. Testvorgabe	47
13.4. Kursort	48
14. Datenanalyse	49
14.1. Raumvorstellung	50
14.1.1. Gruppenspezifische Unterschiede / Gesamttest	50
14.1.2. Leistungsveränderung	52
14.1.2.1. Gruppenspezifische Unterschiede	53
14.1.2.2. Leistungsveränderung der Geschlechter	57
14.1.3. Geschlechtsspezifische Unterschiede / Gesamttest	63
14.1.3.1. Globale Unterschiede	63
14.1.3.2. Geschlechtsunterschiede innerhalb der Gruppen	64
14.1.4. Bildung und Einfluss auf die Raumvorstellung	66
14.1.5. Alter und Einfluss auf die Raumvorstellung	67

14.1.6. DG Unterricht und Auswirkungen auf die Raumvorstellung	71
14.1.7. Händigkeit und Auswirkungen auf die Raumvorstellung.....	73
14.1.8. Bearbeitungszeit.....	78
14.2. Stimmung	82
14.2.1. Effektstärken	82
14.2.2. Gruppenspezifische Stimmungsveränderungen.....	83
14.2.3. Unterschiede der Stimmungsveränderungen zwischen den Gruppen.....	90
14.2.4. Stimmungsveränderungen bei Anfängerschwimmerinnen und Kraft- trainingssportlerinnen	94
15. Interpretation und Diskussion.....	104
16. Zusammenfassung	111
17. Literaturverzeichnis	114
18. Tabellenverzeichnis	129
19. Abbildungsverzeichnis	131
20. Anhang.....	132
21. Lebenslauf	133

1. Einleitung

Dadurch, dass Schwimmen zu meinen liebsten Freizeitbeschäftigungen zählt und ich bei Univ. Prof. Dr. Georg Gittler ein Forschungsseminar zum Thema Raumvorstellungsmessung absolvierte, welches ich sehr interessant fand, bin ich auf folgende Thematik gestoßen.

Das Ziel dieser Diplomarbeit war, die Auswirkungen des Schwimmsports und im Vergleich dazu den Einfluss von Krafttraining auf die Raumvorstellungsfähigkeit und Stimmung näher zu betrachten.

Anfängerschwimmer^{*}, fortgeschrittene Schwimmer und Personen, die Krafttraining betrieben und auf dem Universitäts-Sport-Zentrum (USZ) in Wien den jeweiligen Sport ausübten, wurden bezüglich Auswirkungen dieser Sportart auf diese beiden Bereiche miteinander verglichen.

Insgesamt wurden die Daten von 150 Personen für die Auswertung herangezogen, 78 Frauen und 72 Männer nahmen an den Testungen teil.

Als Testmaterialien wurden der „Endlosschleifentest“ (EST) von Gittler und Arendasy (© 2003) und das „Profile of mood states“ (POMS)[†] vorgegeben.

Ein Pre- Posttest Design wurde gewählt, wobei im Hinblick auf die Raumvorstellungsmessung der erste Teil des ESTs vor dem Sport, der zweite Teil nach dem Sport eingesetzt wurde. So wurde es möglich, eine durch den Sport beeinflusste Gesamtleistung zu betrachten, aber auch eine Veränderungsmessung im Bereich der Raumvorstellungsfähigkeit durchzuführen.

Die Stimmung wurde vor der sportlichen Betätigung, im Anschluss an den ersten Teil des ESTs, mit dem POMS erhoben. Der POMS wurde auch nach dem Sportkurs, im Anschluss an den EST, zum Beantworten vorgelegt. So wurde es möglich, die Stimmung vor und nach dem Sport zu erheben. Es wurden Effektstärken bezüglich Stimmungsveränderungen berechnet, und die Gruppen wurden im Hinblick auf die Stimmungsvariationen miteinander verglichen.

Als Nebenfragestellungen wurde auch den Einflüssen von Geschlecht, Bildung, Alter, Unterricht in darstellender Geometrie (DG), und der Händigkeit nachgegangen. Auf die Bearbeitungszeit des ESTs wurde ebenfalls Bezug genommen.

^{*} Ausschließlich aufgrund der leichteren Lesbarkeit, beziehungsweise der besseren Übersichtlichkeit, wurde in erster Linie die maskuline Schreibweise verwendet. Natürlich werden, wenn nicht anders angemerkt, Frauen durch diese Schreibweise miteinbezogen.

[†] Die Forschungsfassung wurde mir von Prof. Dr. Elmar Brähler per E-Mail übermittelt.

Es wird berichtet, dass es nur vereinzelt Studien gibt, die sich mit der Frage, ob körperliche Aktivität zu einer Veränderung von kognitiven Funktionen führt, beschäftigen (Grebott, Gros Lambert, Pernin, Burtheret & Rouillon, 2003; Krüger et al., 2007).

Einige wenige Studien betrachteten Auswirkungen von Sport auf das Raumvorstellungsvermögen (vgl. Tomporowski & Ellis, 1986). Manche Autoren (vgl. Ozel, Larue & Molinaro, 2002) gehen davon aus, dass durch Ausübung bestimmter Sportarten eine positive Auswirkung auf die Raumvorstellungsfähigkeit erzielt wird, da durch körperliche Rotation auch die mentale Rotation beansprucht wird.

Aktuell findet man jedoch kaum Untersuchungen, die sich im Hinblick auf die Wirkung von Sport auf die Raumvorstellung unmittelbar nach Beendigung der Aktivität beschäftigen.

Da durch Schwimmen und Krafttraining auch die Testosteronausschüttung beeinflusst wird und Testosteron bei Männern und Frauen mit der Raumvorstellungsfähigkeit in Beziehung steht (Bonifazi et al., 1995; Kraemer et al., 1998; Moffat & Hampson, 1996) wird in der vorliegenden Studie auch auf diese Zusammenhänge näher eingegangen.

Dass Sport einen positiven Einfluss auf die Stimmung hat, ist oftmals nachgewiesen worden (McDonald & Hodgdon, 1991).

Der theoretische Teil der Arbeit ist folgendermaßen gegliedert: Zu Beginn wird die Sportpsychologie näher beschrieben, danach werden die Sportarten Schwimmen und Krafttraining kurz vorgestellt, im Anschluss wird auf Raumvorstellung detailliert eingegangen. Mit dem Zusammenhang zwischen Androgenen und Raumvorstellung beschäftigt sich danach ein eigenes Kapitel, wobei das Androgen Testosteron näher betrachtet wird. Dann wird ein Überblick über Sport und Auswirkungen auf den Testosteronspiegel gegeben, nachfolgend wird auf Sport und Auswirkungen auf Kognition näher Bezug genommen. Anschließend wird das Thema Sport und Auswirkungen auf die Stimmung näher betrachtet.

Theoretischer Teil

2. Sportpsychologie (SP)

„Sportpsychologie befasst sich mit Verhalten und Erleben im Rahmen sportlicher Aktivität. Sie ist darauf gerichtet, dieses Verhalten und Erleben zu beschreiben, zu erklären, zu beeinflussen, und das gewonnene Wissen praktisch anzuwenden“ (Alfermann & Stoll, 2005, S. 16).

Sportpsychologie stellt eine relativ junge Disziplin dar, seit den sechziger Jahren hat sich dieses Fach in universitärer Hinsicht etabliert (Gabler, Nitsch & Singer, 2000).

Dieses Teilgebiet der Psychologie beschäftigt sich mit Fragestellungen, die mit der Differentiellen-, Allgemeinen-, Bio-, Umwelt-, Sozial- oder auch mit der Entwicklungspsychologie im Zusammenhang stehen können (Gabler et al., 2000).

Sportpsychologische Fragestellungen befassen sich mit zwei Bereichen (Gabler et al., 2000). Der erste Bereich betrifft die psychologischen Eigenschaften sportlich aktiver Menschen und dem Einfluss dieser psychologischen Eigenschaften auf Sport (Gabler et al., 2000). Im Leistungssport spielen diese Einflussvariablen beispielsweise eine Rolle. In diesem Bereich haben oft Persönlichkeitseigenschaften oder Erfahrungen mit mentalem Training Auswirkungen auf sportliche Leistungen.

Der zweite Bereich betrifft die Wirkung von Sport auf Erleben und Verhalten. Fragen, wie zum Beispiel, ob Sport Einfluss auf die Befindlichkeit oder auf die Gesundheit hat, werden versucht zu beantworten (Gabler et al., 2000).

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit Fragestellungen, welche mit dem zweiten Bereich in Beziehung stehen.

3. Sport

Nachfolgend wird auf die beiden Sportarten Schwimmen und Krafttraining näher eingegangen.

3.1. Schwimmen

Schwimmen stellt eine Kombination von Auftrieb im Wasser und einem Antrieb, der vom Schwimmer selbst erzeugt wird, dar. Der Körper bewegt sich in der horizontalen Ebene. Im Gegensatz zum Tauchen wird regelmäßig über der Wasseroberfläche eingeatmet.

3.1.1. Trainingsformen

Schwimmen gilt als eine technisch anspruchsvolle Sportart. Eine umfangreiche Schulung der Technik und Koordination ist Voraussetzung, damit diesem Sport nachgegangen werden kann. Im Vergleich dazu benötigen sportlich Aktive etwa beim Laufen eine weniger komplexe Technik und Koordination (Bucher, 2009).

Die motorische Komplexität dieser Disziplin wird folgendermaßen beschrieben: „Schwimmen zeichnet sich gegenüber anderen zyklischen Sportarten durch eine hohe Ereignisdichte an simultanen und sukzessiven Bewegungsaktionen aus ...“ (Bucher, 2009, S. 2).

Aktuell unterscheidet man vier Stile beim Schwimmsport: 1.) Brustschwimmen, 2.) Kraulschwimmen, 3.) Rückenschwimmen und 4.) Delphinschwimmen sind verschiedene Techniken, diese werden innerhalb des Wettkampfsports als unterschiedliche Disziplinen anerkannt. Begabung und körperliche Voraussetzungen sind wichtige Einflussfaktoren auf den Trainingserfolg beim Schwimmen (Seelig, 2002).

3.1.2. Wirkung auf den Körper

Schwimmen wirkt sich auf die Atmung, den Bewegungsapparat und auf das Herz-Kreislaufsystem förderlich aus (Reischle, 2002). Außerdem beeinflusst Schwimmen die Ausdauer positiv (Strass & Wilke, 2006). Mit Ausdauer wird die Eigenschaft, sich einer Belastung körperlich und geistig stellen zu können, dieser Belastung zu widerstehen und sich wieder regenerieren zu können, bezeichnet (Kayser, 2003; Strass & Wilke, 2006). Es lässt sich sagen, dass Schwimmen zu den Ausdauersportarten gezählt wird. Die Wirkung auf die Ausdauerleistung ist prinzipiell gleich wie bei anderen Sportarten, welche die Ausdauer trainieren (Skipka, 2002). Bei Ausdauersportarten werden jedoch andere Muskelreaktionen provoziert als bei Sportarten, die in erster Linie Schnelligkeit oder Kraft ansprechen (Schulte, 2002).

3.2. Krafttraining

Kraft bezeichnet die Fähigkeit der Muskeln, einen Widerstand zu überwinden, ihm auch nachgeben und diesen halten zu können (Schmidtbleicher, 2003a).

Krafttraining wird in unserer Gesellschaft, in welcher laut Muller, Dennis & Gorrow (2006) der Körperkult eine starke Rolle spielt, oftmals als Instrument zur Formung des Körpers eingesetzt. Außerdem wird es auch im Hinblick auf Rehabilitation oder zur Gesundheitsförderung verwendet. In vielen Leistungssportarten kommt es als begleitendes Training zum Tragen.

3.2.1. Trainingsformen

Mit verschiedenen Trainingsgeräten, teilweise auch mit Hanteln oder dem eigenen Körpergewicht, wird Krafttraining betrieben (Schmidtbleicher, 2003b) und prinzipiell nach dem Belastungs- und Erholungsschema durchgeführt.

Beispielsweise wird ein Gewicht mit fünf Kilogramm zehnmal bewegt, was als Satz bezeichnet wird. Nach einem Satz wird generell eine Pause eingelegt, und der Satz wird zum Beispiel dreimal mit einer Pause zwischen den Sätzen wiederholt. Verschiedene Muskelgruppen werden durch diese Trainingsart meistens nacheinander angesprochen, zum Beispiel zuerst die Brust- und dann die Schultermuskulatur (Fry & Newton, 2002).

3.2.2. Wirkung auf den Körper

Das primäre Ziel bei dieser Trainingsart ist es, die Kraftfähigkeiten zu steigern. (Schmidtbleicher, 2003b). Außerdem wirkt Krafttraining einer Abnahme der Muskelmasse und möglicher Degeneration des Stützapparates durch den Alterungsprozess entgegen (Strass & Wilke, 2006).

4. Raumvorstellung

„Seit Jahrhunderten diskutieren Philosophen und Psychologen über das Wesen des Raumes: Ist es ein empirisches, aus der wahrnehmungsmäßigen und bildlichen Anschauung entstandenes Wesen, ein apriorisch (rational und sensibles) Gegebenes, eine operatorische oder noch eine andere Realität? “ (Piaget & Inhelder, 1975, S.15).

Thurstone betrachtete die Struktur der Intelligenz, er sah mehrere Intelligenzfaktoren für die Leistung in einem Intelligenztest als ausschlaggebend an. Als Methode verwendete Thurstone die multiple Faktorenanalyse und erforschte den Aufbau der Intelligenz (Amelang, Bartussek, Stemmler & Hagemann, 2006; Neubauer & Fink, 2006).

So postulierte Thurstone 1938 (nach Amelang et al., 2006; Neubauer & Fink, 2006), dass sieben „primäre“ Intelligenzfaktoren existieren, wobei auch der Faktor „Räumliches Vorstellungsvermögen“ erwähnt wird:

1. Verbales Verständnis (verbal comprehension),
2. Wortflüssigkeit (word fluency),
3. Rechenfähigkeit (number),
4. Räumliches Vorstellungsvermögen (space),
5. Merkfähigkeit (memory),
6. Wahrnehmungs- und Auffassungsgeschwindigkeit (perceptual speed),
7. Schlussfolgerndes Denken (reasoning)

Thurstone beschreibt den Intelligenzfaktor „Räumliches Vorstellungsvermögen (space)“ folgendermaßen:

„Bewältigung von Aufgaben, die räumliches Vorstellen und Orientieren sowie das Erkennen von Objekten unter anderem Bezugswinkel erfordern (der Faktor untergliedert sich entsprechend dieser Beschreibung häufig in zwei oder drei speziellere s-Faktoren)“ (Thurstone & Thurstone, 1941, zitiert nach Amelang et al., 2006, S.181).

In Thurstones Definition des räumlichen Vorstellungsvermögens kommen bereits zwei Beschreibungen, welche den Raumvorstellungsbegriff genauer charakterisieren, vor. Diese wurden auch in späteren Arbeiten (vgl. McGee, 1979) erwähnt. Einerseits beschrieb Thurstone die „Visualization ability“ (räumliche Vorstellungsfähigkeit), andererseits die „Spatial orientation ability“ (räumliche Orientierungsfähigkeit) näher (McGee, 1979).

Unter „Visualization ability“ (räumliche Vorstellungsfähigkeit) wird die Fähigkeit verstanden, ein bildhaft präsentiertes Objekt mental manipulieren, rotieren, drehen oder auf den Kopf stellen zu können (McGee, 1979).

Mit „Spatial orientation ability“ (räumliche Orientierungsfähigkeit) wird die Fähigkeit näher bezeichnet, die Anordnung von bildhaft präsentiertem Material zu verstehen und nach einer räumlichen Veränderung dieses wiedererkennen zu können (McGee, 1979; Kimura, 2002).

Durch zahlreiche Studien, die seit den 30er Jahren durchgeführt wurden, ist die Existenz dieser Raumvorstellungsfaktoren untermauert worden (McGee, 1979).

Ein anderer Ansatz (Linn & Petersen, 1985) teilt Raumvorstellungsfaktoren in drei Kategorien ein:

- Räumliche Wahrnehmung (Spatial Perception)
Hiermit wird die Fähigkeit bezeichnet, räumliche Beziehungen trotz ablenkender Stimuli zu bestimmen.
- Mentale Rotation (Mental Rotation)
Bezeichnet die Fähigkeit, eine zwei- oder dreidimensionale Figur schnell und genau rotieren zu lassen, wobei die Rotation mental durchgeführt wird.
- Räumliche Visualisierung (Spatial Visualization)
Steht mit Fähigkeiten in Verbindung, welche mehrdimensionale Manipulationen von bildhaft präsentierter Information beinhalten. Räumliche Wahrnehmung und mentale Rotation kommt hier ebenso wie multiple Lösungsstrategien zum Einsatz (Linn & Petersen, 1985).

4.1. Geschlechtsunterschiede

Frauen erzielen die durchschnittlich besseren Ergebnisse bei verbalen Fähigkeiten, Männer schneiden bei Raumvorstellungsaufgaben besser ab (Kimura, 1997, 2002). Es wird darauf hingewiesen, dass sich die Unterschiede auf die durchschnittlichen Leistungen beziehen und, dass es große Überschneidungen in den Testergebnissen von Männern und Frauen in diesen Bereichen gibt (Kimura, 2002). Auf die Geschlechtsunterschiede im Bereich der Raumvorstellung wird in diesem Kapitel genauer eingegangen.

Maccoby und Jacklin (1974) betrachteten mittels einer Metaanalyse 77 Studien, welche Raumvorstellungsleistungen überprüften. Bis zur Pubertät kam es laut den Autorinnen zu keinen nennenswerten Raumvorstellungsveränderungen zwischen den Geschlechtern. Bei Erwachsenen kamen einige Studien zu dem Schluss, dass keine Geschlechtsunterschiede resultierten. Bei den Studien, welche eine Differenz zwischen den Geschlechtern feststellten, tauchte diese zu Gunsten der Männer auf. Die Wissenschaftlerinnen weisen darauf hin, dass die inkonsistenten Ergebnisse möglicherweise deswegen zustande kamen, weil auch nicht-westliche Kulturen bei den Studien miteinbezogen wurden. Pauschalisierend wird von den Autorinnen der Schluss gezogen, dass in der frühen Adoleszenz der Geschlechtsunterschied bezüglich der Raumvorstellung erstmals auftaucht und auch im Erwachsenenalter zu Gunsten der Männer ausfällt (Maccoby & Jacklin, 1974).

Im Hinblick auf räumliche Wahrnehmung kamen Linn und Petersen (1985) zu dem Ergebnis, dass bereits bei 8-Jährigen Geschlechtsunterschiede auftauchten und auch in den folgenden Altersklassen zu Gunsten der Männer konsistent blieben. Erst bei 18-jährigen und älteren Menschen waren diese Unterschiede signifikant (Linn & Petersen, 1985).

In Bezug auf mentale Rotation kamen die Autorinnen zu dem Resümee, dass ab der Altersklasse, in welcher diese Fähigkeit überprüft werden kann (10-11 Jahre), signifikante Geschlechtsunterschiede auftraten. Im Hinblick auf räumliche Visualisierung wird von keinem signifikanten Geschlechtsunterschied berichtet. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den Ergebnissen von Maccoby und Jacklin (1974) in Bezug auf diese Fähigkeitsdimension.

Hyde kam 1981 nach einer Metaanalyse, welche sich mit Raumvorstellung befasste, zu dem Ergebnis, dass ein signifikanter Geschlechtsunterschied bestand. Voyer, Voyer und Bryden (1995) führten ebenfalls eine Metaanalyse durch. Die gesamte Analyse ergab signifikante Geschlechtsunterschiede, wobei Männer durchschnittlich bessere Leistungen zeigten. Die Autoren klassifizierten unter anderem die Raumvorstellungsfähigkeiten nach dem Schema von Linn und Petersen (1985). Bei Aufgabenstellungen zur mentalen Rotation, ließ sich ein signifikanter Geschlechtsunterschied erkennen. Bei räumlicher Wahrnehmung zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Geschlechtsunterschied und bei räumlicher Visualisierung war der Unterschied nicht signifikant.

Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass im Allgemeinen nur bei dreidimensionalen Rotationsaufgaben, welche mental durchgeführt werden, diese signifikanten Geschlechtsunterschiede zum Tragen kommen (Alfermann, 2005; Birbaumer & Schmidt, 2006; Christiansen, 2001; Kimura, 1997; Parsons et al., 2004).

Bei anderen Aufgaben, die mit der räumlichen Intelligenz in Zusammenhang stehen, und zwar bei „Figuren erkennen“ und „Zweidimensionale Figuren drehen“, tritt kein Unterschied zwischen den Geschlechtern auf (Alfermann, 2005). In der nach Linn und Petersen (1985) definierten Kategorie „räumliches Visualisieren“ kommt ebenfalls kein signifikanter Unterschied zum Tragen (Linn & Petersen, 1985; Voyer et al., 1995).

4.2. Einflussfaktoren auf die Raumvorstellung

Insgesamt fünf Faktoren wirken auf die Raumvorstellungsleistung ein (McGee, 1979):

- Übungseffekte
- Umgebungseinflüsse
- Genetische Einflüsse
- Neurologische Einflüsse
- Hormonelle Einflüsse

Da Sport die Hormonausschüttung beeinflusst (Zitzmann & Nieschlag, 2001), wird im Rahmen dieser Studie der Fokus in erster Linie auf den letzten Punkt gelegt. Es wird den Einflüssen von Testosteron auf die Raumvorstellung näher nachgegangen und Zusammenhänge zwischen Sport und Testosteronlevel werden aufgezeigt.

4.2.1. Händigkeit und Raumvorstellung

Im Hinblick auf den Einfluss von Händigkeit auf das Raumvorstellungsvermögen erzielten 6 linkshändige Frauen signifikant schlechtere Werte als 60 rechtshändige Frauen, 13 linkshändige Männer zeigten bessere Werte als 33 Rechtshänder, wobei dieser Unterschied nicht signifikant ausfiel (McGee, 1976). Die Ergebnisse haben jedoch aufgrund der geringen Anzahl der linkshändigen Personen eine sehr eingeschränkte Aussagekraft. In einer anderen Studie wurden 109 linkshändige und 115 rechtshändige Studenten auf Raumvorstellungsleistungen überprüft. Bei den Männern ($n = 99$) zeigten die Rechtshänder beim Mental Rotation Test signifikant bessere Leistungen als die Linkshänder (Snyder & Harris, 1993). Frauen, die sich als absolut rechtshändig beschrieben, erzielten im Vergleich zu Frauen, die sich nicht als vollkommen rechtshändig einschätzten, signifikant bessere Ergebnisse in einem Raumvorstellungstest (Ecuyer-Dab, Tremblay, Joanne & Passini, 2005). In einer anderen Studie wurde kein Unterschied im Raumvorstellungsvermögen zwischen links- und rechtshändigen Personen gefunden (Martino & Winner, 1995). Weiters wurde angeführt, dass Menschen, die sich als beidhändig einschätzten, bessere Leistungen bei einem Raumvorstellungstest erbrachten (McGee, 1978).

Gegenteilige Ergebnisse präsentierten Peters, Reimers und Manning (2006). Sie kamen zu dem Schluss, dass beidhändige Probanden im Vergleich zu Personen, die klare links- oder rechtshändige Präferenzen angaben, signifikant geringere Leistungen in einem Raumvorstellungstest erbrachten.

Diese sich widersprechenden Ergebnisse in der Literatur sind möglicherweise unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Einschätzung der Händigkeit durch sehr viele verschiedene Methoden geschah. Zusätzlich haben viele Studien eine eingeschränkte statistische Aussagekraft. Außerdem ist eine ausreichend große Personengruppe, die sich als beidhändig oder linkshändig einschätzt, schwer zu rekrutieren (Peters et al., 2006).

4.2.2. Einfluss von Alter auf Raumvorstellung

Eine breitangelegte Studie hatte die Veränderung von kognitiven Funktionen durch den Alterungsprozess zum Thema (Salthouse, 2009). Der Autor ließ Daten von „Cross-sectional“, „Longitudinal“ und von „Short-term-retest“ Untersuchungen zusammenfließen. Bei den „Cross-sectional“ Studien wurden Testleistungen von verschiedenen Personen unterschiedlichen Alters analysiert, während in den „Longitudinal“-Studien bei verschiedenen Menschen zweimal getestet wurde, mit einem längeren Zeitabschnitt dazwischen. Schließlich wurden in den „Short-term-retest“ Untersuchungen Teilnehmer jeweils zweimal getestet, mit einem kurzen Zeitintervall dazwischen. Durch Analysen dieser Studien wurden so Effekte eliminiert, welche durch eine wiederholte Testung von Personen zustandekamen. An der „Cross-sectional“ Studie nahmen 2350 Personen teil, an der „Longitudinal“ Studie 729 und an der „Short-term-retest“ Studie 139 (Salthouse, 2009). Insgesamt wurde eine Test-Batterie von 12 Tests vorgegeben, die zur Beurteilung von vier verschiedenen kognitiven Fähigkeitsdimensionen herangezogen wurden: Gedächtnis, schlussfolgerndes Denken, räumliche Visualisierung und Verarbeitungsgeschwindigkeit (Salthouse, 2009). Es resultierte das Ergebnis, dass die Raumvorstellungsleistungen mit 22 Jahren einen Höhepunkt erreichten und dann kontinuierlich abnahmen. Die Resultate der Studie besagen, dass es zwischen 22 und 27 Jahren zu den höchsten Leistungen kommt, im Vergleich dazu zeigten die Untersuchungsteilnehmer im Altersbereich von 27 bis 42 Jahren signifikant schlechtere Leistungen. Dieser negative Trend setzte sich bis ins hohe Alter fort (Salthouse, 2009).

Auch Shute, Pellegrino, Hubert und Reynolds (1983) kamen zu dem Schluss, dass Raumvorstellungsfähigkeiten während der Pubertät bei beiden Geschlechtern ein Plateau erreichen, in den späten 20ern beginnen diese Fähigkeiten abzunehmen.

Bei älteren Menschen kommt es generell zu einem Defizit in Raumvorstellungsleistungen (Driscoll, Hamilton, Yeo, Brooks & Sutherland, 2005).

4.2.3. Einfluss von Übung / Unterricht in Darstellender Geometrie auf Raumvorstellung

Ob Übung von Raumvorstellungsaufgaben einen Effekt auf Raumvorstellung hat, untersuchten Kyllonen, Lohman und Snow (1984). Sie ließen zwei Gruppen einerseits ein Visualisations-Training und andererseits ein analytisch-strategisches Training in Bezug auf Raumvorstellungsaufgaben durchlaufen. Beide Gruppen zeigten bei nachfolgenden Raumvorstellungstests bessere Leistungen. Vasta, Knott und Gaze (1996) fanden heraus, dass Geschlechtsunterschiede durch Übungen zum Verschwinden gebracht werden konnten.

Der Frage, ob auch längerfristige Auswirkungen von Übungen im Bereich der Raumvorstellung existieren, wurde von Gittler und Glück (1998) im Rahmen einer Langzeitstudie nachgegangen. Der Einfluss von Unterricht in Darstellender Geometrie* auf das Raumvorstellungsvermögen wurde von ihnen näher erforscht. Insgesamt 275 österreichische Jugendliche nahmen an der Untersuchung teil. Beim ersten Testzeitpunkt waren sie durchschnittlich 16 und beim zweiten 18 Jahre alt (Gittler & Glück, 1998). Obwohl es allgemein zu einem Anstieg bei den Jugendlichen in der Raumvorstellungsleistung kommt, belegen die Resultate, dass diese Unterrichtsform auf weibliche und männliche Jugendliche gleichermaßen einen zusätzlichen förderlichen Effekt erzielte (Gittler, 1994; Gittler & Glück, 1998).

Die Raumvorstellungsleistung bei jungen Ingenieuren wurde vor und nach zwei Semestern Studium, während denen ein Kurs in Darstellender Geometrie angeboten wurde, evaluiert (Németh, 2007). Nach den zwei Semestern erzielten die Versuchsteilnehmer signifikant bessere Raumvorstellungsleistungen als zuvor. Der Geschlechtsunterschied war jedoch auch nach dem Kurs vorhanden, wobei der Anstieg in der Raumvorstellungsleistung bei den Männern stärker war als bei den Frauen (Németh, 2007).

Die Forschungsergebnisse sprechen somit für eine positive Auswirkung von Übung (Kyllonen et al., 1984; Vasta et al., 1996) bzw. Unterricht in Darstellender Geometrie (Gittler, 1994; Gittler & Glück, 1998; Németh, 2007) auf Raumvorstellungsfähigkeiten.

* „Eine Aufgabe der Darstellenden Geometrie ist es, die verschiedenen Projektionsarten bzw. Abbildungsarten im Hinblick auf ihre Tauglichkeit zur Darstellung räumlicher Objekte und ihrer Anschaulichkeit, d.h. auf eine möglichst wirklichkeitsgetreue Bildwirkung hin, zu bewerten“ (Brackhage & Pütz, 1992, S.1).

5. Androgene und Raumvorstellung

In der vorliegenden Arbeit werden das Androgen Testosteron und seine Wirkungen näher betrachtet, da dieses Hormon mit körperlicher Aktivität in Verbindung steht und zusätzlich auf Raumvorstellungsfähigkeiten einwirkt (Christiansen, 1999; Enea et al., 2009; Hackney, Szczepanowska & Viru, 2003; Maresh et al., 1994; Mujika, Chatard, Padilla, Guezennec & Geyssant, 1996; Tyndall, Kobe & Houmard, 1996; A. L. T. Uusitalo, Huttunen, Hanin, A. J. Uusitalo & Rusko, 1998; Celec, Ostatnikova, Putz & Kudela, 2002; Driscoll et al. 2005; Moffat & Hampson, 1996; Kimura, 2002; Moffat et al., 2002).

5.1. Androgene

Androgene sind die Sexualhormone des Mannes, das bedeutendste Androgen ist Testosteron (Birbaumer & Schmidt, 2006). Die Wirkung dieses Geschlechtshormons beginnt schon im Frühstadium der Entwicklung des Menschen (Birbaumer & Schmidt, 2006; Sherry & Hampson, 1997). In der siebten und achten Schwangerschaftswoche werden beim Fetus Vorstufen der Hoden ausgebildet. Die Androgene, wobei auch in diesem Zusammenhang Testosteron das wichtigste Androgen darstellt, führen zu einer Differenzierung hin zum männlichen Geschlecht (Birbaumer & Schmidt, 2006).

Beim Mann werden vom Hypothalamus, Vorläufer der gonadotropen Hormone ausgeschüttet. Diese regen über die stoßweise freigesetzten Hypophysenhormone, die Gonaden dazu an, die Geschlechtshormone Testosteron und Östrodial (ein Östrogen) zu produzieren (Birbaumer & Schmidt, 2006; Schandry, 2006).

Bei Frauen werden deutlich geringere Mengen von Testosteron in den Ovarien gebildet. Die Behaarung der Achseln und des Genitalbereiches wird dadurch bei ihnen beeinflusst, die Klitoris wird durch Einfluss von Testosteron gebildet, das Knochenwachstum und vermutlich das Sexualverhalten werden angeregt (Schweiger & Pirke, 1999).

Testosteron ist ein Hormon, das seine Wirkung in allen körperlichen Organen und Systemen entfalten kann und einen deutlichen Einfluss auf wichtige Lebensaspekte hat, wie zum Beispiel auf das körperliche Erscheinungsbild, auf Verhalten, Mentalität, bestimmte Fähigkeiten, Sexualität und den Sozialstatus (Zitzmann & Nieschlag, 2001).

Unterschiede in der Konzentration von Geschlechtshormonen beeinflussen kognitive Leistungen bei Erwachsenen. Das wurde durch Variationen der Hormonkonzentration, die durch den Tagesverlauf, durch die Menstruation oder auch durch Jahreszeiten beeinflusst wurden, nachgewiesen (Kimura, 1997).

5.1.1. Methodologische Herangehensweisen an Testosteronmessungen

Die Auswirkungen von Hormonen auf Menschen sind nach Christiansen (2001) schwierig zu zeigen, da sich die Forschung auf Korrelationsstudien von endogenen Hormonspiegeln und Verhalten stützt. Dadurch kann jedoch der Hormoneinfluss nicht genau festgestellt werden.

Einige Erkenntnisse wurden durch klinische Studien gewonnen, bei denen Menschen während speziellen Entwicklungsperioden atypischen Konzentrationen von Hormonen ausgesetzt waren (Christiansen, 2001). Nur bei sehr wenigen Ausnahmefällen wurde bei Menschen die Konzentration von Hormonen manipuliert, um dadurch die Auswirkung auf das Gehirn und auf das Verhalten festzustellen (Christiansen, 2001). Durch Double – Blind- und Placebo Studien ist es teilweise möglich, zu dem Schluss zu gelangen, dass ein bestimmtes Hormon mit einem bestimmten Verhalten in Zusammenhang steht. Solche Studien stellen jedoch eher die Ausnahme in der Forschung dar (Christiansen, 2001).

5.1.2. Raumvorstellung und pathologische Syndrome

Zu allererst fanden Wissenschaftler durch Studienergebnisse im pathologischen Bereich heraus, dass Sexualhormone eine wichtige Rolle im Hinblick auf Unterschiede in den Kognitionen, zwischen und innerhalb der Geschlechter, spielen (Christiansen, 1999).

Zum Beispiel gelten das Turner Syndrom, Hypogonadismus und Congenitale Hyperplasie als pathologische Syndrome (Christiansen, 1999; Hines et al., 2003).

5.1.2.1. Turner Syndrom und Raumvorstellung

Frauen, welche das Turner Syndrom aufweisen, zeigen eine Abweichung der Geschlechtschromosomen. Frauen mit Turner Syndrom weisen keinen einheitlichen Karyotyp* auf, meistens fehlt ein X-Chromosom. Es gibt auch die Möglichkeit, dass weniger als die Hälfte der Zellen ein zweites X- bzw. Y-Chromosom beinhalten. Dadurch treten vielfältige Abweichungen auf. Betroffene Frauen entwickeln beispielsweise keine Eierstöcke, wodurch keine gonadalen Sexualhormone ausgeschüttet werden. Durch äußere weibliche Genitalien ist die Geschlechtsidentität klar weiblich (Christiansen, 1999).

Frauen mit Turner Syndrom erreichten in verbalen Tests durchschnittliche Leistungen, bei Raumvorstellungsaufgaben schnitten diese jedoch schlechter ab als gesunde Frauen (Silbert, Wolff & Lilienthal, 1977; Serra, Pizzamiglio, Boari & Spera, 1978; Rovet & Netley, 1982).

* „Gesamtsatz der Chromosomen einer Zelle, geordnet nach Größe, Form und Zahl“ (Alberts et al., 2011, S.1864).

Diese Resultate könnten mit dem niedrigeren Level der Sexualhormone in Zusammenhang stehen (Serra et al., 1978). Aber auch andere Schädigungen, die mit dem Turner-Syndrom auftauchen, könnten für die schwächeren Leistungen verantwortlich sein (Christiansen, 1999).

5.1.2.2. Hypogonadismus bei Männern und Raumvorstellung

Männer mit normalem Karyotyp (46, XY) weisen Hypogonadismus auf, jedoch durchlaufen diese keine Pubertät, wobei die Gonaden unterentwickelt und die primären und sekundären Geschlechtsmerkmale nur wenig ausgebildet sind (Christiansen, 1999).

In einer Studie von O'Connor, Archer, Hair und Wu (2001) wurde die Beziehung zwischen Testosteronkonzentration und geschlechtstypischen kognitiven Fähigkeiten bei normal entwickelten (eugonadalen) und hypogonadalen Männern näher beleuchtet. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die hypogonadalen Männer schlechter als die Männer, welche nicht von dieser Störung betroffen waren, in der Raumvorstellungsfähigkeit abschnitten (O'Connor et al., 2001).

In einer Längsschnittstudie von Moffat et al. (2002) wurden über einen durchschnittlichen Zeitraum von 10 Jahren 407 Männer begleitet. Mit dieser Längsschnittstudie konnte belegt werden, dass hypogonadale Männer im Vergleich zu eugonadalen Männern bei Raumvorstellungstests schlechter abschnitten. Männer, die als hypogonadal eingestuft wurden, zeigten signifikant negativere Leistungen in den Bereichen Gedächtnis und Raumvorstellung, und eine größere Leistungsabnahme im Bereich visuelles Gedächtnis (Moffat et al., 2002).

5.1.2.3. Congenitale Adrenale Hyperplasie (CAH) bei Frauen und Raumvorstellung

Congenitale Adrenale Hyperplasie ist eine genetischen Störung, welche eine pränatale Überproduktion von Androgenen verursacht (Hines et al., 2003; Nordenström, Servin, Bohlin, Larsson & Wedell, 2002).

Der wahrscheinliche Einfluss von Androgenen auf die Organisation von Raumvorstellung bei Erwachsenen wird durch Studien, die an Mädchen mit Congenitaler Adrenalen Hyperplasie (CAH) durchgeführt wurden, unterstützt (Kimura, 1997).

Frauen mit CAH waren bei zwei verschiedenen Raumvorstellungstests deutlich besser als Frauen, die von der genetischen Störung unbeeinflusst waren (Hines et al., 2003).

Mädchen mit CAH zeigten in einer weiteren Studie außerdem anderes Spielverhalten als Gleichaltrige. Sie interessierten sich stärker für typisch männliche Verhaltensweisen und

Karrieren, welche signifikant von denen der weiblichen Kontrollgruppe abwichen (Berenbaum, 1999).

In einer weiteren wissenschaftlichen Arbeit wurde ebenfalls das Spielverhalten von Mädchen mit CAH näher untersucht (Nordenström et al., 2002). Es stellte sich auch hier heraus, dass sich diese, verglichen mit einer Kontrollgruppe, vermehrt mit maskulinem Spielzeug beschäftigten. Laut den Autoren unterstützen die Ergebnisse die Vermutung, dass eine erhöhte pränatale Androgenexposition einen organisierenden Effekt auf das Gehirn ausübt, und so spezielle Aspekte des geschlechtsspezifischen Verhaltens geprägt werden. Es wird jedoch auch angemerkt, dass zusätzliche Faktoren, wie Erziehung oder kultureller Einfluss, ebenfalls auf das Verhalten einwirken (Nordenström et al., 2002).

5.2. Testosteron und Wirkung auf die Raumvorstellung bei Erwachsenen

Testosteron hat verschiedene Auswirkungen auf Raumvorstellungsleistungen, diese Auswirkungen sind jedoch bei Männern und Frauen unterschiedlich.

5.2.1. Testosteron und Auswirkungen bei Frauen

Der Zusammenhang zwischen dem körperlichen Erscheinungsbild und Leistungen bei kognitiven Tests wurde in einer Studie näher betrachtet. In einem Alter von 18 Jahren zeigten androgynere Frauen (mit einem maskulineren Körperbau) bei Raumvorstellungsaufgaben bessere Leistungen als Frauen mit einem femininen Körperbau (Petersen, 1976).

In einer anderen Studie (Shute et al., 1983) wurde bei 48 Frauen zwischen 16 und 41 Jahren mittels Regressionsanalysen ein linearer Trend, der jedoch nicht signifikant war ($r = 0,12$), zwischen Testosteronspiegel und Raumvorstellung nachgewiesen: Frauen mit niedrigerem Testosteronspiegel erzielten schlechtere Leistungen als Frauen mit höherem Testosteronspiegel (Shute et al., 1983). Es gab jedoch Probleme bei der Analyse der Blutproben, dadurch ließ sich nicht exakt bestimmen, welche Hormone mit welchen kognitiven Leistungen in Zusammenhang standen (Christiansen, 1999).

Eine andere Studie wurde mit 27 Frauen und 26 Männern durchgeführt (Celec et al., 2002). Der Testosteronwert wurde bei 22 Personen einmal gemessen, bei 31 Personen wurde er täglich über eine Periode von 30 Tagen festgestellt, alle Studienteilnehmer wurden ebenfalls bezüglich der Raumvorstellungsleistung getestet. Der Testosteronlevel korrelierte bei den Frauen positiv mit der Leistung in der Raumvorstellung. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Testleistungen, die während der Phase mit dem niedrigsten Testosteronspiegel

und den Testleistungen, welche während der Phase mit dem höchsten Testosteronspiegel auftraten, wurde bei den Frauen eruiert (Celec et al., 2002).

Das Ziel einer anderen Studie war es, zu zeigen, dass Raumvorstellungsfähigkeiten bei Frauen durch den Menstruationszyklus beeinflusst werden, und zu analysieren, welches Hormon für diese kognitiven Leistungen verantwortlich ist (Hausmann, Slabbekoorn, Van Goozen, Cohen-Kettenis & Güntürkün, 2000). Es wurden Blutproben über einen Zeitraum von sechs Wochen, in einem Intervall von drei Tagen, gesammelt, 12 junge Frauen mit einem normalen menstrualen Zyklus waren die Studienteilnehmerinnen. Danach wurde die Konzentration von Estradiol, Progesteron, Testosteron, luteinisierendem Hormon und follikelstimulierendem Hormon festgestellt. Die Leistung bei drei Raumvorstellungstests wurde während der menstrualen und midlutealen Phase gemessen. Dabei wurde ein signifikanter Raumvorstellungsunterschied durch den „Mental-Rotation-Test“ eruiert. Während der menstrualen Phase wurden hohe Leistungen gemessen, während der midlutealen Phase wurden signifikant schlechtere Raumvorstellungsleistungen erbracht. Testosteron hatte dabei einen starken und positiven Einfluss auf die Leistung bei dem „Mental-Rotation-Test“ (Hausmann et al., 2000). Bei den anderen beiden Raumvorstellungstests (Mirror Pictures Test, Hidden Figures Test) kam es in der menstrualen und midlutealen Phase zu keinen signifikanten Unterschieden in der Raumvorstellungsleistung. Die Ergebnisse belegen, dass Testosteron die Raumvorstellungsfähigkeit während des Menstruationszyklus beeinflussen kann (Hausmann et al., 2000).

In einer anderen Studie wurde ebenfalls berichtet, dass bei Frauen ein Effekt bezüglich des Menstruationszyklus auf die Raumvorstellung festgestellt wurde (Postma, Winkel, Tuiten & Van Honk, 1999). In der nichtmenstrualen Phase waren die Frauen jedoch besser als während der Menstruation. Eine genauere Analyse des Testosterons im Speichel ergab jedoch keine signifikante Korrelation von Leistungen in der Raumvorstellung und dem Testosteronspiegel.

5.2.2. Testosteron und Auswirkungen bei Männern

Petersen (1976) betrachtete den Zusammenhang zwischen dem körperlichen Erscheinungsbild und Leistungen bei kognitiven Tests näher. Die Daten von 35 Männern, welche mit 13, 16 und mit 18 Jahren getestet wurden, flossen in die Analysen ein. In einem Alter von 16 und 18 Jahren zeigten androgynere Männer (auf ihr körperliches Erscheinungsbild bezogen) bessere Leistungen in Raumvorstellungstests als bei sprachlichen Aufgaben. Männer mit einem eher maskulinen Erscheinungsbild erbrachten in sprachlichen Aufgaben bessere Ergebnisse als in Raumvorstellungstests (Petersen, 1976). Die Resultate ließen vermuten, dass ein

androgyneres Erscheinungsbild mit besseren Raumvorstellungsleistungen, ein maskulinere Erscheinungsbild mit schlechteren Raumvorstellungsleistungen in Beziehung stand (Petersen, 1976).

Shute et al. (1983) wiesen bei 43 Männern, welche zwischen 20 und 40 Jahre alt waren, mittels Regressionsanalysen einen kurvilinearen Zusammenhang von Androgenwerten und den durchschnittlichen Raumvorstellungsleistungen nach. Sechs verschiedene Raumvorstellungstests wurden vorgegeben. Ein hochsignifikanter, nicht linearer Regressionskoeffizient dritter Ordnung ($r = 0,59$), und somit ein kurvilinearere Zusammenhang, resultierte. Die besten Leistungen wurden mit überdurchschnittlichen Androgenwerten erzielt. Bei einem sehr hohen Androgenspiegel reduzierte sich die Raumvorstellungsleistung wieder (Shute et al., 1983).

Bei der bereits erwähnten Studie von Celec et al. (2002) kam es bei den Männern zu einer negativen Korrelation zwischen dem Testosteronwert und der Raumvorstellungsleistung. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Testleistungen, die während der Phase mit dem niedrigsten Testosteronspiegel und den Testleistungen, welche während der Phase mit dem höchsten Testosteronspiegel auftraten, wurde eruiert. Die Raumvorstellungsleistungen waren bei einem niedrigeren Testosteronspiegel besser als bei einem höheren Testosteronspiegel (Celec et al., 2002).

O'Connor et al. (2001) beleuchteten die Beziehung zwischen Testosteronkonzentration und geschlechtstypischen kognitiven Fähigkeiten bei eugonadalen und hypogonadalen Männern näher. Die 30 eugonadalen Männer wurden per Zufall entweder auf die aktive Gruppe, die über einen Zeitraum von acht Wochen Testosteron erhielt, oder auf die Placebo Gruppe, die ein unwirksames Medikament erhielt, aufgeteilt (O'Connor et al., 2001). Alle Gruppen nahmen an einer Reihe von neuropsychologischen Tests teil. Das zirkulierende Testosteron wurde bei der Baseline und in der vierten und achten Behandlungswoche gemessen (O'Connor et al., 2001). Unter anderem wurde mittels „Block Design“ – Subtest des „Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised“ die Raumvorstellungsfähigkeit getestet (O'Connor et al., 2001). Im Hinblick auf die Raumvorstellung wurde in dieser Fähigkeitsdimension eine Abnahme in der vierten Woche bei der aktiven Gruppe, im Gegensatz zu der Placebo Gruppe, festgestellt (O'Connor et al., 2001). So kam man in dieser Studie zu dem Ergebnis, dass eine höhere Testosteronkonzentration einen Effekt auf kognitive Funktionen ausübt (O'Connor et al., 2001) wobei das Raumvorstellungsvermögen dadurch bei gesunden eugonadalen Männern verschlechtert wurde.

Postma et al. (1999) berichteten jedoch in einer Publikation, dass bei Männern eine genauere Analyse des Testosterons im Speichel keine signifikante Korrelation mit Raumvorstellungsleistungen ergab.

Die Wirkung von Testosteron auf kognitive Funktionen wurde auch bei älteren Männern näher untersucht. Moffat et al. (2002) untersuchten in einer Längsschnittstudie 407 ältere Männer, welche für einen durchschnittlichen Zeitraum von 10 Jahren begleitet wurden. Am Anfang der Studie waren die Studienteilnehmer 50 – 91 Jahre alt. Ein höherer Wert an frei zirkulierendem Testosteron wurde mit besseren Leistungen in den Bereichen visuelles und verbales Gedächtnis, Raumvorstellungsfunktionen und visumotorische Leistung assoziiert. Zusätzlich wurde ein höherer Wert des männlichen Sexualhormons mit einer geringeren Leistungsabnahme im Bereich visuelles Gedächtnis im Verlauf des Älterwerdens in Verbindung gebracht. Von den Autoren wird ein möglicher positiver Einfluss von Testosteron auf bestimmte kognitive Bereiche bei älteren Männern angenommen (Moffat et al., 2002).

Nach einer Analyse klinischer Studien und Reviews, die bei älteren Männern kognitive Fähigkeiten und endogene Testosteronkonzentrationen beurteilten, kommt Beauchet (2006) zu dem Ergebnis, dass die Resultate uneindeutig sind. Es lässt sich jedoch vermuten, dass die Gabe von Testosteron möglicherweise moderate Effekte auf kognitive Fähigkeiten bei Männern haben könnte (Beauchet, 2006). Jedoch ist zu solchen Studien anzumerken, dass die Studienteilnehmer meistens einen Testosteronspiegel hatten, der unter dem durchschnittlichen Wert bei jungen Männern, also unter dem optimalen Wert, lag (Kimura, 2002).

Auf Unterschiede zwischen Links- und Rechtshänder wurde ebenfalls in der Forschung, welche sich mit den Zusammenhängen zwischen Testosteronlevel und Raumvorstellung befasst, näher eingegangen. Moffat und Hampson (1996) berichteten, dass bei rechtshändigen Männern eine negative Korrelation zwischen dem Testosteronlevel und Raumvorstellungsleistung besteht. Bei Frauen kommt eine positive Korrelation zum Tragen. Jedoch wurde in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass bei linkshändigen Personen dieses Wirkungsgefüge nicht auftrat (Moffat & Hampson, 1996).

5.3. Resümee

Kimura berichtete 2002, dass man unter anderem durch Untersuchungen an Menschen mit hormonellen Störungen zu dem Schluss kommen kann, dass pränatale Androgene die kognitiven Fähigkeiten bei Erwachsenen beeinflussen. Es wird jedoch auch erwähnt, dass die Beziehung zwischen der pränatalen Ausschüttung von Androgenen und späteren kognitiven

Fähigkeiten wie beispielsweise dem Raumvorstellungsvermögen nicht linear sein muss (Kimura, 2002).

Es wird auch von Christiansen (2001) vermutet, dass Geschlechtshormone, im Speziellen Androgene, eine wichtige Rolle bei geschlechtstypischen kognitiven Funktionen spielen. Außerdem beeinflussen sie auch individuelle Unterschiede innerhalb der Geschlechter.

Studien, welche bei Frauen mit Turner Syndrom (Silbert et al., 1977; Serra et al., 1978; Rovet & Netley, 1982), Congenitaler Hyperplasie (Hines et al., 2003; Berenbaum, 1999; Nordenström et al., 2002) und bei Männern mit Hypogonadismus (Moffat et al., 2002; O'Connor et al., 2001) durchgeführt wurden, unterstützen Vermutungen, dass Androgene einen Einfluss auf Raumvorstellungsfähigkeiten ausüben.

Bei Frauen wurde berichtet, dass bei einem hohen Testosteronspiegel eine bessere Leistung bei Raumvorstellungstests erbracht wurde, als bei einem niedrigeren Hormonspiegel (Celec et al., 2002; Moffat & Hampson, 1996; Kimura, 2002). In diesem Zusammenhang wurde auch ein linearer Trend festgestellt, der nicht signifikant war (Shute et al., 1983).

Studien mit jüngeren Männern als Teilnehmer legen den Schluss nahe, dass sich ein höherer Testosteronspiegel negativ auf das Raumvorstellungsvermögen auswirkt, bei einem niedrigeren Hormonlevel kommt es zu besseren Leistungen (Celec et al., 2002; Moffat & Hampson, 1996; Kimura, 2002). Shute et al. (1983) sprechen in diesem Zusammenhang von einer kurvilinearen Beziehung.

Studien, welche mit älteren Männern durchgeführt wurden, belegen förderliche Wirkungen von Testosteron auf die Raumvorstellung (Driscoll et al., 2005; Moffat et al., 2002).

6. Sport und Auswirkungen auf den Testosteronspiegel

Da Testosteron auf Raumvorstellungsleistungen wirkt, soll in diesem Kapitel die Wirkung von Sport auf den Testosteronlevel näher betrachtet werden.

6.1. Wechselwirkungen zwischen Geschlechtshormonen und Verhalten

Die Interaktion zwischen Geschlechtshormonen und Verhalten ist sehr komplex. Endogene und genetische Faktoren, welche das gonadale System beeinflussen, wie zum Beispiel tageszeitlich bedingte Hormonveränderungen, altersbezogene Veränderungen und körperliche Verfassung spielen eine Rolle (Christiansen, 1999).

Der Androgenlevel einer Person und das Verhalten sind voneinander abhängig, Geschlechtshormone können das Verhalten beeinflussen, aber das Verhalten kann auch auf das Niveau der Geschlechtshormone wirken (Christiansen, 2001).

Als Verhaltensweisen, welche das Androgenniveau und im besonderen das Testosteronniveau beeinflussen, werden sexuelles Verhalten, Alkoholkonsum, Ernährung, psychischer oder psychosomatischer Stress und körperliche Aktivität genannt (Christiansen, 2001).

Es gibt viele Studienergebnisse, die sich auf die Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf den Testosteronspiegel und umgekehrt beziehen. Vielen dieser Studien fehlt es jedoch an Kontrollgruppen, manche haben sehr geringe Teilnehmerzahlen, und bei einigen werden verschiedene Auswirkungen auf den Hormonspiegel berücksichtigt. Zusätzlich muss zwischen körperlichen Aktivitäten, welche die Ausdauer beanspruchen, und denen, die Kraft trainieren, unterschieden werden (Zitzmann & Nieschlag, 2001).

6.2. Ausdauersport

Ausdauersport kann ebenfalls den Testosteronlevel beeinflussen, auf die speziellen Veränderungen soll im folgenden Kapitel eingegangen werden.

6.2.1. Indirekte, längerfristige Wirkung

Mit indirekter, längerfristiger Wirkung sind in diesem Zusammenhang die Auswirkungen von Ausdauersport auf den Testosteronlevel im Allgemeinen, das heißt nicht direkt nach dem Sport, gemeint.

Die Forschung legt generell die Vermutung nahe, dass Männer, die Ausdauersport betreiben, einen niedrigeren Testosteronspiegel aufweisen (Christiansen, 1999; Hackney et al., 2003).

Auch bei Ausdauersportlerinnen ist dieser Effekt festzustellen (Enea et al., 2009; Uusitalo et al., 1998). Die physiologischen Prozesse, welche diese Resultate bedingen, sind noch weitgehend unklar (Daly, Seegers, Rubin, Dobridge & Hackney, 2005; Hackney et al., 2003).

Bei Schwimmern wurde über einen niedrigeren, gleichbleibenden aber auch ansteigenden Testosteronspiegel berichtet (Maresh et al., 1994; Mujika et al., 1996; Tyndall et al., 1996).

Bei Schwimmerinnen fanden Tyndall et al. (1996) heraus, dass sich der Testosteronspiegel nicht verändert.

6.2.2. Direkte, kurzfristige Effekte

Wird die Messung des Testosteronspiegels direkt nach dem Sport durchgeführt, so resultieren direkte, kurzfristige Effekte, welche sich von den längerfristigen Effekten unterscheiden können.

Bei Männern blieb der Testosteronwert nach einer Dauer von 45 Minuten bzw. 60 Minuten Laufen bzw. 60 Minuten Radfahren unbeeinflusst. Nach 90 Minuten nahm der Hormonspiegel jedoch bei männlichen Läufern signifikant ab (Daly et al., 2005; Goto, Higashiyama, Ishii & Takamatsu, 2005; White, Dressendorfer, Ferguson & Wade, 2002).

Bei einer anderen Studie wurden acht ausdauertrainierte Männer untersucht (Tremblay, Copeland & Van Helder, 2005). Sie nahmen an einem 40, 80 und 120 minütigen Lauf teil. Während der ersten Stunde stieg der Testosteronwert an, danach nahm er kontinuierlich ab.

15 männliche Triathleten wurden in einer anderen Studie getestet (Guadalupe-Grau et al., 2010). 48 Stunden nach einem „Ironman“ – Triathlon war der Testosteronwert um 10 Prozent niedriger als zuvor, dieser Wert unterschied sich mit $p = 0,07$ jedoch nicht signifikant von dem vorherigen Messergebnis (Guadalupe-Grau et al., 2010). Nach einem normalen Triathlon wurde von einer signifikanten Abnahme des Testosteronwertes berichtet (Neubauer, König & Wagner, 2008).

Es wurden jedoch auch gegenteilige Ergebnisse evaluiert: Bei sechs Eliteruderern fand man einen signifikanten Anstieg nach 60-minütigem Rudertraining (Kokalas, Tsalis, Tsigilis & Mougios, 2004). Bei Frauen erhöhte sich nach längerem Radfahren der Testosteronwert ebenfalls (Enea et al., 2009). Viru et al. (2001) ließen 12 ausdauertrainierte Männer in einer Studie zwei Stunden lang laufen. Es resultierte ein signifikant höherer Testosteronwert nach dem Sport. Bei männlichen Schwimmern war der Testosteronwert direkt nach dem Training höher als zuvor (Bonifazi et al., 1995). Bei Männern stieg nach sehr kurzfristigen intensiven körperlichen Belastungen durch Fahrradfahren (Hackney, 2006) bzw. Schwimmen (Maresh et al., 1994) der Testosteronspiegel an.

Die unterschiedlichen Resultate können möglicherweise mit der unterschiedlichen Sportdauer, unterschiedlichen Messzeitpunkten und verschiedenen Messmethoden zusammenhängen. Außerdem interagieren Geschlechtshormone mit tageszeitlichen Rhythmen, mit körperlicher Verfassung und anderen endogenen Faktoren (Christiansen, 1999).

6.3. Krafttraining

Krafttraining kann ebenfalls zu signifikanten Veränderungen des Testosteronspiegels führen.

6.3.1. Indirekte, längerfristige Wirkung

Krafttraining scheint, im Gegensatz zu Ausdauersport, längerfristig zu einer Erhöhung des Testosteronspiegels bei jüngeren Männern zu führen (Izquierdo et al., 2000; Kraemer et al., 1998). Es wurde jedoch auch von keinen Veränderungen (Häkkinen, Pakarinen, Kraemer, Newton & Allen, 2000) berichtet, bzw. bei älteren Männern wurde eine Abnahme beschrieben (Izquierdo et al., 2000).

Bei Frauen wurde einerseits über eine Erhöhung des Testosteronspiegels (Kraemer et al., 1998), aber andererseits auch über keine Veränderungen referiert (Häkkinen et al., 2000).

Über eine positive Korrelation zwischen Testosteronspiegel und Kraftfähigkeiten im Allgemeinen wurde bei Männern und Frauen berichtet (Hansen, Bangsbo, Twisk & Klausen, 1999; Häkkinen et al., 2000; Häkkinen et al., 2001; Izquierdo et al., 2000; Zitzmann & Nieschlag, 2001).

6.3.2. Direkte, kurzfristige Effekte

Testosteron ist ein Hormon, das im Hinblick auf Muskeladaptionen nach Kraftanstrengungen eine wichtige Rolle spielt. Prinzipiell kommt es nach Krafttraining zu einem Anstieg des Testosteronlevels (Vingren et al., 2008).

Eine Veränderung der Krafttrainingsvariablen, wie zum Beispiel Intensität, Umfang des Trainings oder Pausen zwischen den Übungssätzen beeinflussen die endokrine Reaktion des Organismus (Volek, Kraemer, Bush, Incledon & Boetes, 1997).

Bei Männern wurde oftmals über einen Anstieg des Testosteronlevels berichtet (Häkkinen et al., 2000; Kraemer et al., 1998; Kraemer et al., 1999; Tremblay, Copeland & Van Helder, 2003; Volek et al., 1997).

Bei Frauen wurden keine signifikanten Veränderungen registriert (Kraemer et al., 1993; Häkkinen et al., 2000).

7. Sport und Auswirkungen auf Kognition

Kognition kann als Bezeichnung für Vorgänge des Gehirns, welche beispielsweise mit dem Gedächtnis, mit logischem Denken und mit Raumvorstellungsfähigkeit in Zusammenhang stehen, beschrieben werden (Grebott et al., 2003). Kognition „Schließt Wahrnehmen, Erkennen, Denken, Vorstellen, Erinnern und Urteilen ein.“ (Peters, 2007, S. 293).

Die physiologischen Auswirkungen von körperlicher Aktivität sind, wie ausschnittsweise im vorherigen Kapitel dargestellt wurde, umfassend untersucht worden. Es existieren aber nur wenige Studien, die sich mit der Frage beschäftigen, ob körperliche Aktivität Auswirkungen auf kognitive Funktionen hat (Grebott et al., 2003; Krüger et al., 2007).

Tomporowski und Ellis (1986) betrachteten mehrere Studien welche sich mit dem Thema befassten. Einige Publikationen sprachen dafür, dass körperliche Betätigung kurzzeitige positive Effekte auf die Kognition ausübte. Insgesamt zeigten sich jedoch widersprechende Resultate. Manche Forscher präsentierten Ergebnisse, welche während oder nach körperlicher Aktivität positive Auswirkungen auf kognitive Bereiche feststellten, andere wiederum kamen zu dem Ergebnis, dass körperliche Aktivität einen negativen Einfluss auf kognitive Faktoren zeigte (Tomporowski & Ellis, 1986).

In einer Meta-Analyse wurde gezeigt, dass Ausdauersport bei 55 – 80 jährigen Männern positive Übertragungseffekte auf die Kognition erzielte (Colcombe & Kramer, 2003). Es resultierte eine Effektstärke von 0,5 in diesem Zusammenhang und somit ein mittlerer Effekt. Bei Erwachsenen zeigte eine Studie von Krüger et al. (2007), dass eine intensive, körperliche Belastung, die aus Steigerungsläufen bestand, nach einer Woche zu einer signifikanten Verbesserung der Lerngeschwindigkeit und des Erinnerungsvermögens führte. Nach den Steigerungsläufen kam es zu einer Verbesserung des Kurzzeit- und des Langzeitlernvermögens. Eine moderate Belastung (Dauerlauf) hatte anscheinend keinen Einfluss auf das Lernvermögen (Krüger et al., 2007).

Personen, welche regelmäßig Sport betreiben, profitieren laut Krüger et al. (2007) von einer positiven Wirkung der Bewegung auf kognitive Funktionen. Außerdem wird die Gefahr verringert, im fortgeschrittenen Alter an Demenz zu erkranken (Krüger et al., 2007).

In einer anderen Studie wurde der Wirkung vom Anfängerschwimmen nachgegangen (Wilke, Völker & Gerl, 1985). Es wurden 162 vormalige Nichtschwimmer über einen Zeitraum von maximal 16 Wochen untersucht. Bei dem Test „Gleichgewicht stabilisieren“ korrelierte die erbrachte Testleistung signifikant mit der Schwimmleistung. Diese Korrelation trat allgemein, nicht nur nach dem Schwimmtraing, auf (Wilke et al., 1985).

7.1. Sport und Auswirkungen auf Raumvorstellung

Die Beziehung zwischen sportlicher Aktivität und Leistung bei einem Raumvorstellungstest wurde von Ozel et al. (2002) näher erforscht. Ein klassischer Raumvorstellungstest, bei dem die Versuchspersonen abstrakte Stimuli mental rotierten, wurde drei Gruppen vorgegeben.

Der Test wurde einerseits von Turnern absolviert, welche mentale und körperliche Rotation in ihrer Praxis einsetzen. Bei der zweiten Gruppe nahmen Athleten teil, deren Aktivitäten sehr wenig motorische Rotation beinhalteten. Die Kontrollgruppe bestand aus Personen, die keinen Sport betrieben (Ozel et al., 2002). Beide Sportgruppen zeigten eine ähnliche Leistung und brauchten signifikant weniger Zeit bei der Beantwortung des Raumvorstellungstests als die Gruppe der Nichtathleten (Ozel et al., 2002). Es wird vermutet, dass die regelmäßige Ausübung von Tätigkeiten, die das Raumvorstellungsvermögen beanspruchen, wie zum Beispiel die Ausübung von Sportarten, mit den Kapazitäten des Raumvorstellungsvermögens der jeweiligen Person in Verbindung stehen könnten (Ozel et al., 2002).

In einer Studie von Gérin-Lajoie et al. wurden im Jahr 2007 Navigationsstrategien bezüglich schnellen Gehens verglichen. Die Bewegungen von acht Athletinnen und acht Frauen, die keinen Sport betrieben, wurden gemessen, als sie so schnell wie möglich durch verschiedene Hinderniskurse navigierten. Beide Gruppen absolvierten den Kurs in einem normalen Schema und in einem Modus, in dem der Kurs schwach beleuchtet war (Gérin-Lajoie et al., 2007).

Bei der Studie wurden Elite-Athletinnen, wie zum Beispiel Fußballspielerinnen, Hockey- oder Basketballspielerinnen, und dem Alter entsprechende Personen, die keinen Sport betrieben, gegenübergestellt. In den Vergleich flossen verschiedene Parameter, wie die Komplexität der Hindernisse, die Anordnung der Hindernisse und die Sichtbarkeit ein. Die Athletinnen absolvierten den Kurs schneller als Personen, die keinen Sport betrieben. Laut den Autoren scheint es so, dass Sportler visuell-räumliche Informationen schneller verarbeiten können und, dass Sportler und Nicht-Sportler ähnliche Entscheidungen im Hinblick auf die Navigation treffen. Athleten können sich jedoch durch eine neue, komplexe Umgebung besser bewegen (Gérin-Lajoie et al., 2007).

Colcombe und Kramer (2003) zeigten in einer Meta-Analyse, dass Ausdauersport bei 55 – 80 jährigen Männern positive Übertragungseffekte auf die Kognition erzielte. Im Zusammenhang mit Aufgabenstellungen, die Raumvorstellung maßen, resultierte eine Effektstärke von 0,43 (Colcombe & Kramer, 2003).

8. Stimmung

Stimmung kann mit bestimmten Befindlichkeitszuständen genauer umschrieben werden, wie zum Beispiel mit Aktiviertheit oder Niedergeschlagenheit. Diese Stimmungszustände entstehen nicht durch besondere Vorfälle, sie beschreiben eher ein generelles Gefühl. Der Ursprung von Stimmungszuständen ist oft schwer auszumachen, beispielsweise kann man sich ohne triftigen Grund niedergeschlagen fühlen. Stimmungen scheinen als diffus wahrgenommen zu werden, und sie sind in ihrer Intensität eher schwach (Biddle & Mutrie, 2008). Stimmungszustände können stunden-, tage- oder auch wochenlang anhalten (Oatley & Jenkins, 1996).

8.1. Sport und Auswirkungen auf die Stimmung

Im Hinblick auf Auswirkungen von Sport und körperlicher Aktivität auf die Stimmung wurden zahlreiche Studien durchgeführt. Teilweise mangelt es diesen jedoch an Kontrollgruppen. Bei manchen Untersuchungen, besonders bei Studien mit Spitzensportlern, ist die Teilnehmerzahl sehr gering.

Das Profile of Mood States, kurz POMS, wurde häufig für die Erfassung der Stimmung eingesetzt.

Körperliche Aktivität steht grundsätzlich mit positiver Stimmung in Zusammenhang (Biddle & Mutrie, 2008). Moderates Training führt zu einem Stimmungsgewinn (Berger, Grove, Prapavessis & Butki, 1997; Peluso & Guerra de Andrade, 2005), während zu intensives Training zu einer Stimmungsverschlechterung führt (Berger et al., 1997; Kenttä, Hassmén & Raglin, 2006; Peluso & Guerra de Andrade, 2005).

Schwimmen zeichnet sich als Sportart aus, welche positiven Einfluss auf die Stimmung ausübt, sei es durch eine allgemeine, längerfristige (Wilke et al., 1985; Yavari, 2008) oder durch eine direkte, kurzfristige Wirkung (Berger et al., 1997; Muller et al., 2006).

Krafttraining hat auch einen allgemeinen, längerfristigen (Annesi, Westcott & Gann, 2004; Cassilhas, Antunes, Tufik & De Mello, 2010; McLafferty, Wetzstein & Hunter, 2004) bzw. direkten, kurzfristigen (Muller et al., 2006), stimmungsförderlichen Effekt.

McDonald und Hodgdon (1991) führten eine Metaanalyse durch, bei der sie 26 Studien berücksichtigten, welche Ausdauer-Sportarten überprüften. Häufig wurde auch hier der POMS eingesetzt. Bei 18 Studien wurde dieser Stimmungsfragebogen verwendet.

In Bezug auf diese 18 Studien resultierte folgendes Profil:

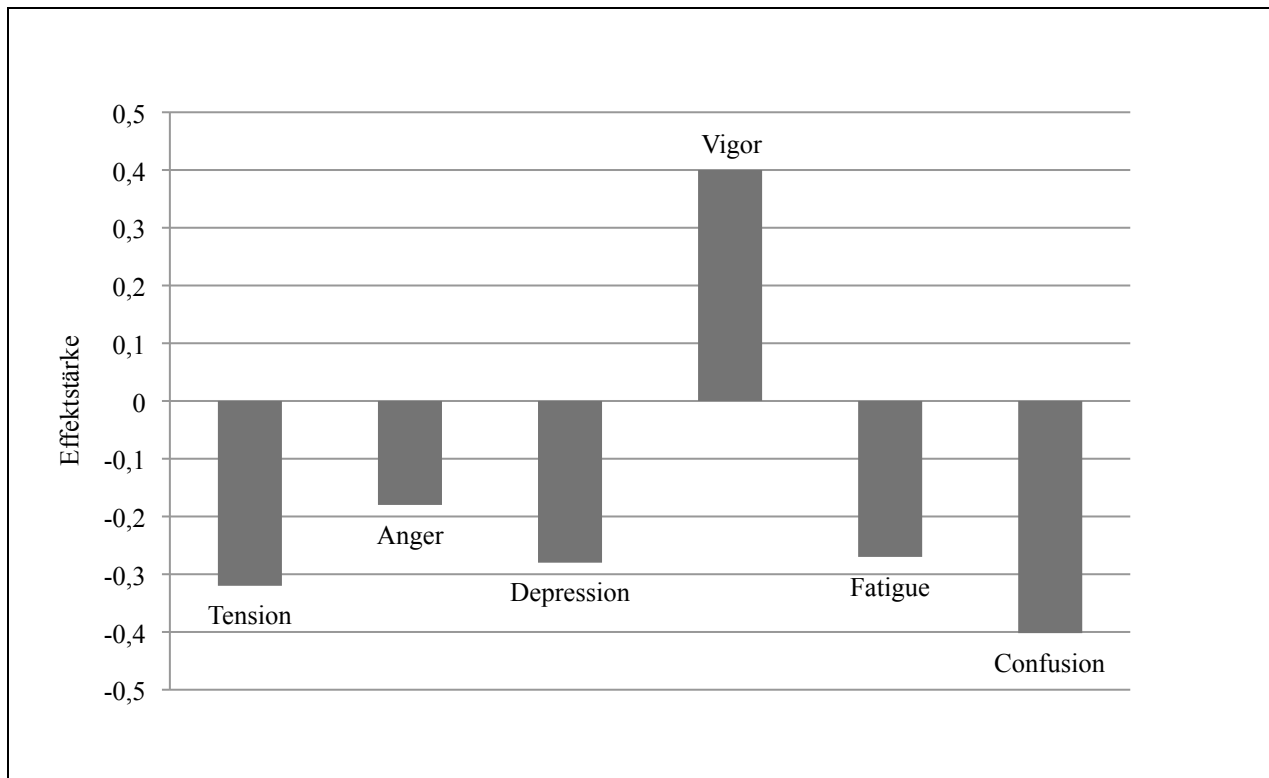


Abb. 1: Die Ergebnisse der Metaanalyse von McDonald & Hodgdon (1991). Effektstärken der einzelnen POMS Skalen.

Die Effektstärke repräsentiert die Stimmungsveränderung welche durch Ausdauersport bewirkt wurde, wobei eine positive Effektstärke eine Zunahme der jeweiligen Stimmung, welche durch die Skala beschrieben wird, bezeichnet. Eine negative Effektstärke beschreibt eine Abnahme der jeweiligen Stimmung.

Eine positive Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und „Vigor“ ist klar zu erkennen, ebenso eine Abnahme an negativer Stimmung, was in den negativen Effektstärken in den Skalen „Tension“, „Anger“, „Depression“, „Fatigue“ und „Confusion“ ersichtlich ist.

Die Autoren kommen zu dem Schluss: „... it has been well demonstrated that aerobic fitness training produces some positive change in mood ... at least on a short-term basis“ (McDonald & Hodgdon, 1991, S. 98).

Außerdem können mit sportlichen Betätigungen einige psychische Erkrankungen, wie zum Beispiel Angststörungen (Peluso & Guerra de Andrade, 2005) oder Depressionen (Bartholomew, Morrison & Ciccolo, 2005; Peluso & Guerra de Andrade, 2005; Yavari, 2008) behandelt werden. Im Hinblick auf Depressionen wurde ein antidepressiver Effekt beispielsweise bei Studenten durch Schwimmtraining belegt (Yavari, 2008).

Auch Krafttraining kann zum Beispiel bei älteren Menschen Angstzustände und das Risiko, an Depressionen zu erkranken, verringern (Cassilhas et al., 2010).

Lawlor und Hopker (2001) kamen durch eine Meta-Analyse zu dem Schluss, dass Sport im Vergleich zu keiner sportlichen Aktivität die Symptome von Depressionen stark reduzierte ($d = -1,1$). Dieser Effekt ist mit der Wirkung von kognitiver Therapie vergleichbar (Lawlor & Hopker, 2001). Die Autoren erwähnen jedoch, dass das Studiendesign der inkludierten Publikationen von mangelhafter Qualität war (Lawlor & Hopker, 2001). Es wird zudem kritisch angemerkt, dass der positive Effekt von körperlicher Betätigung auf die Stimmung mit der sozialen Interaktion, welche während der Kurse möglich ist, zusammenhängen könnte. In keiner der Studien welche in die Meta-Analyse einbezogen wurden, waren die Teilnehmer alleine aktiv, entweder andere Sportler oder Trainer waren anwesend (Lawlor & Hopker, 2001).

Bei einer weiteren Studie führte man eine Kontrollgruppe, in der man Sozialkontakte hatte, aber keinen Sport betrieb, ein (McNeil, LeBlanc & Joyner, 1991). Es wurde kein signifikanter Unterschied bei depressiver Symptomatik zwischen der sportlich aktiven Versuchsgruppe und der Kontrollgruppe gefunden (McNeil et al., 1991).

Dieses Ergebnis widerspricht den Resultaten von Cassilhas et al. (2010). Hier wurde bei der Kontrollgruppe ein abgeschwächtes Krafttraining mit Sozialkontakten angewandt. Trotzdem zeigte die Versuchsgruppe, die anstrengendes Krafttraining durchführte, nach dem gleichen Untersuchungszeitraum signifikant bessere Stimmung, im Vergleich zur Kontrollgruppe (Cassilhas et al., 2010). Allerdings bestand die Stichprobe aus nicht depressiven Probanden.

9. Problemdarstellung

Die Sportarten Schwimmen und Krafttraining haben offensichtlich eine Wirkung auf den Testosteronlevel, wie in den vorherigen Kapiteln erläutert wurde. Sportartspezifisch und geschlechtsspezifisch kommt es dabei meistens zu mehr oder weniger signifikanten verschiedenen Veränderungen der Hormonlevel.

Da Testosteron mit Raumvorstellung in Verbindung steht, (Celec et al., 2002; Shute et al., 1983) könnten in dieser Untersuchung etwaig auftretende, unterschiedliche Testosteronlevel, verschiedene Raumvorstellungsleistungen bedingen.

Es wird darüber berichtet, dass bei jüngeren Männern mit höherem Testosteronspiegel Raumvorstellungsleistungen geringer sind, als bei Männern mit niedrigerem Testosteronspiegel (Celec et al., 2002; Kimura, 2002; Moffat & Hampson, 1996). Geht man von den Forschungsbefunden aus, so würde das für diese Studie bedeuten, dass bei den männlichen Schwimmern nach dem Sport die Raumvorstellungsleistungen besser sein könnten, als bei den männlichen Kraftsportlern, da Ausdauersport zu einem niedrigerem, Krafttraining jedoch zu einem höheren Testosteronspiegel führen kann.

Bei Frauen ist dieser Einfluss uneindeutig, da viele Studien von keinen signifikanten Auswirkungen von Ausdauersport bzw. von Krafttraining auf den Testosteronlevel berichten. Für die Studienteilnehmerinnen kann somit keine Richtung angegeben werden, in welche sich die Raumvorstellungsleistungen entwickeln könnten. Falls jedoch nach Krafttraing eine höhere Raumvorstellungsleistung resultiert, so könnte das auf einen höheren Testosteronspiegel nach dem Sport zurückzuführen sein, umgekehrt könnte eine Verschlechterung der Raumvorstellungsfähigkeit auf einen niedrigeren Testosteronspiegel nach dem Sport hinweisen.

Bei Schwimmerinnen könnte ein Anstieg der Raumvorstellungsleistung mit einer Erhöhung des Testosteronlevels in Verbindung gebracht werden, bei niedrigeren Raumvorstellungsleistungen wäre zu vermuten, dass der Testosteronspiegel abgefallen ist.

Außerdem ist es von Interesse, möglichen Geschlechtsunterschieden in der Raumvorstellung nachzugehen.

Es existieren viele Studien, die eine positive Wirkung von Ausdauersportarten auf die Stimmung belegten (vgl. McDonald & Hodgdon, 1991). Auch Krafttraining zeigte einen direkten positiven Effekt auf die Stimmung (Muller et al., 2006).

Es gibt aber auch Studien, welche negative Auswirkungen von Sport auf die Stimmung belegen, es kommt nach intensivem Training zu einer Verschlechterung der Stimmung (Berger et al., 1997; Kenttä et al., 2006; Peluso & Guerra de Andrade, 2005). Es wird in dieser Diplomarbeit der Frage nachgegangen, ob es zu positiven Stimmungsveränderungen nach dem Sport kommt. Es wird auch darüber berichtet, dass bei Schwimmern nach einem anstrengenden Training die Stimmung negativer war, als bei Schwimmern, welche ein weniger intensives Training absolvierten (Berger et al., 1997). Somit könnte bei dieser Studie ein Unterschied zwischen Anfängerschwimmern und fortgeschrittenen Schwimmern in Bezug auf Stimmungsveränderungen resultieren.

Zusätzlich, zu den genannten Hauptfragestellungen, wird Bildung und Auswirkungen auf Raumvorstellungen näher betrachtet, Altersgruppen werden in Bezug auf Raumvorstellung näher analysiert. Außerdem wird der Einfluss von Händigkeit auf Raumvorstellung nachgegangen und die Bearbeitungszeit wird ebenfalls näher ausgewertet.

Somit gelangt man zu folgenden Fragestellungen:

10. Fragestellungen

- Unterscheiden sich Anfängerschwimmer, fortgeschrittene Schwimmer und Krafttrainingssportler in der Gesamtleistung des Raumvorstellungsvermögens?

Es wird getestet, ob es Unterschiede zwischen den Anfängerschwimmern, fortgeschrittenen Schwimmern und der Krafttrainingsgruppe in der Gesamtleistung des ESTs gibt.

- Unterscheiden sich Anfängerschwimmer, fortgeschrittene Schwimmer und Krafttrainingssportler in der Leistungsveränderung der Raumvorstellung?

Es wird der Frage nachgegangen, ob es zwischen den drei Sportstichproben im Hinblick auf die Leistungsveränderung in der Raumvorstellung signifikante Unterschiede gibt.

Die Leistungsveränderung im EST wird zwischen Anfängerschwimmern, fortgeschrittenen Schwimmern und der Krafttrainingsgruppe verglichen.

Zusätzlich wird nach Geschlechtern getrennt der Frage, ob es unterschiedliche Leistungsveränderungen im EST gibt, nachgegangen.

- Gibt es geschlechtsspezifische Unterschiede in der Raumvorstellungsleistung?

Es soll analysiert werden, ob es Geschlechtsunterschiede im Gesamtergebnis des ESTs gibt, das heißt, ob in der Gesamtstichprobe Unterschiede zwischen Männern und Frauen in den Raumvorstellungsleistungen existieren.

Diese Frage soll ebenfalls bei den beiden Versuchsgruppen und der Kontrollgruppe näher beantwortet werden, es werden somit zusätzlich bei den Anfängerschwimmern, fortgeschrittenen Schwimmern und bei der Krafttrainingsgruppe Geschlechtsunterschiede näher betrachtet.

- Gibt es zwischen verschiedenen Bildungsgruppen Unterschiede im Raumvorstellungsvermögen?

Ob sich Bildungsgruppen voneinander unterscheiden, wird ebenfalls näher geprüft, es werden Akademiker, mit der Gruppe, welche als höchsten Abschluss die Matura aufweist, im Hinblick auf Unterschiede in der Raumvorstellungsleistung verglichen.

- Gibt es zwischen verschiedenen Altersklassen Unterschiede im Raumvorstellungsvermögen?

Es wird überprüft, ob sich die Altersgruppen voneinander unterscheiden, es werden die unter 27-Jährigen mit den 27 - 40 Jährigen verglichen.

- Unterscheiden sich Untersuchungsteilnehmer mit Erfahrung in DG von Untersuchungsteilnehmern ohne Erfahrung in DG?

Es wird in dieser Diplomarbeit außerdem überprüft, ob es Unterschiede zwischen der Gruppe welche Unterricht in Darstellender Geometrie erhalten hat und der Gruppe welche keinen erhielt, gibt.

- Existieren zwischen Links- und Rechtshändern Unterschiede in der Raumvorstellung?

Die Frage, ob sich linkshändige von rechtshändigen Personen in der Gesamtleistung unterscheiden, ist von Interesse, weiters wird untersucht ob sich Linkshänder von Rechtshändern in der Leistungsveränderung unterscheiden.

- Gibt es Unterschiede in der Bearbeitungszeit zwischen den Geschlechtern, Gruppen, Altersklassen?

Es wird der Frage nachgegangen, ob sich die Geschlechter in der Bearbeitungszeit voneinander unterscheiden, weiters wird näher analysiert, ob sich die Gruppen in der Bearbeitungszeit unterscheiden. Zusätzlich wird auf mögliche Unterschiede in der Bearbeitungszeit zwischen den Altersklassen näher eingegangen.

- Kommt es in den Skalen des Poms nach dem Sport zu signifikanten Veränderungen?

Die Frage, ob es bei den 3 Sportgruppen signifikante Stimmungsveränderungen innerhalb der Skalen Niedergeschlagenheit, Müdigkeit, Tatendrang und Missmut gibt, wird näher beantwortet.

- Gibt es Unterschiede in den Stimmungsveränderungen zwischen den Gruppen?

Weiters wird der Frage nachgegangen, ob sich die 3 Sportgruppen signifikant in ihren Stimmungsveränderungen unterscheiden.

Empirischer Teil

11. Stichprobenbeschreibung

Da eine Randomisierung nicht möglich war, wurde ein quasiexperimentelles Design verwendet, wobei in diesem Zusammenhang zu erwähnen ist, dass quasiexperimentelle Untersuchungen eine geringere interne Validität aufweisen, als Untersuchungen in denen eine Randomisierung möglich ist (Trimmel, 2009). Es wurden zwei Versuchsgruppen und eine Kontrollgruppe gebildet.

Versuchsgruppe 1 (Vg1): Anfängerschwimmen

Für die Versuchsgruppe 1, kamen Studenten und Akademiker in Frage, die einen 90-minütigen Schwimmkurs für Anfänger am Universitäts-Sport-Zentrum (USZ) besuchten.

48 Menschen (32%) waren in dieser Gruppe sportlich aktiv, davon 20 Männer und 28 Frauen. Das durchschnittliche Alter der Vg1 beträgt 27,04 Jahre (SD: 5,21).

Versuchsgruppe 2 (Vg2): Fortgeschrittenes Schwimmen

Bezüglich der Versuchsgruppe 2 wurden Studenten und Akademiker ausgewählt, die in einem USI-Schwimmkurs für Fortgeschrittene 90 Minuten sportlich aktiv waren. Hier nahmen 49 Personen (32,7%) teil, davon 24 Männer und 25 Frauen. Durchschnittlich sind die fortgeschrittenen Schwimmer 28,04 Jahre alt (SD: 7,09).

Kontrollgruppe (Kg): Krafttraining

Die Kontrollgruppe bildeten fast ausschließlich Studenten und Akademiker, da eine Person einen Hauptschulabschluss vorwies. Alle Personen nahmen an einem 90-minütigen Krafttrainingskurs an dem USZ bzw. bei der Außenstelle Althanstrasse teil. 53 Personen (35,3%) verteilten sich auf diese Gruppe. 28 Männer und 25 Frauen betrieben Krafttraining, wobei das durchschnittliche Alter der Kontrollgruppe 26,55 Jahre (SD: 6,94) beträgt.

Die Studienteilnehmer wurden in dem Zeitraum vom 8. Jänner 2008 bis zum 10. Juni 2010 getestet wobei der EST und der Poms bei Einzeltestungen oder in Kleingruppen bis zu sechs Personen angewendet wurden. Insgesamt wurden die Daten von 150 Personen für die endgültige Datenanalyse herangezogen. Diese Anzahl ist bereits das Endergebnis einer Datenbereinigung, wobei fünf Personen wegen unseriösen Testangaben ausgeschlossen wurden, beispielsweise wurden Items nicht beantwortet oder auch übersprungen.

Von den 150 Personen, die an der Studie teilnahmen, waren 78 (52%) weiblich und 72 (48%) männlich.

Anhand des Antwortheftes wurde die Bildung angegeben. Da die verschiedenen Sportkurse am Universitäts-Sport-Zentrum Studenten und Akademikern zur Verfügung stehen, wurden infolgedessen fast ausschließlich Studenten und Akademiker getestet. Eine Person stellte eine Ausnahme dar, diese gab als höchsten Abschluss, Hauptschule/AHS- Unterstufe an. Ansonsten bestand die Gesamtstichprobe aus 89 Personen (59,3%) mit Matura als höchster Abschluss. 3 Personen gaben an, eine Akademie bzw. Fachhochschule absolviert zu haben. 57 Menschen (38%) hatten einen Universitätsabschluss vorzuweisen.

An der Studie nahmen 19 – 58 jährige Menschen teil, der Altersdurchschnitt beträgt 27,2 Jahre, die Standardabweichung 6,48.

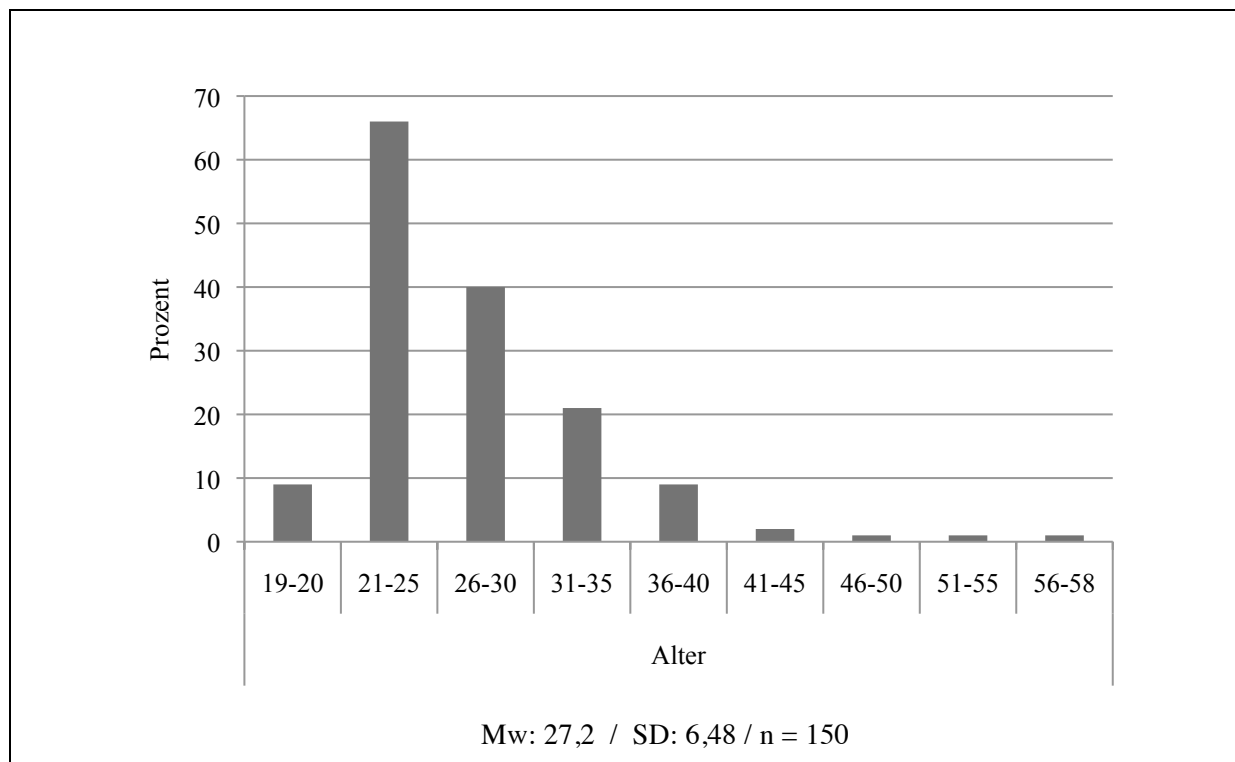


Abb. 2: Altersverteilung in Prozent.

Gesamtstichprobe / n = 150 Frauen: n = 78 / Männer: n = 72		
Alter: 27,19 / SD: 6,48		
Anfängerschwimmen n = 48 Frauen: n = 28 Männer: n = 20	Fortgeschrittenes Schwimmen n = 49 Frauen: n = 25 Männer: n = 24	Krafttraining n = 53 Frauen: n = 25 Männer: n = 28
Alter: 27,04 / SD: 5,21	Alter: 28,04 / SD: 7,09	Alter: 26,55 / SD: 6,94

Abb. 3: Gruppen, Gruppengröße, Alter.

Ob die Studienteilnehmer an Unterricht in Darstellender Geometrie teilgenommen hatten wurde ebenfalls erhoben, wobei 73 (48,7%) Personen angaben, Unterricht in Darstellender Geometrie erhalten zu haben, 77 Personen (51,3%) verneinten es.

In Bezug auf die Händigkeit gaben 20 Personen (13,3%) an, dass sie Linkshänder sind, 130 Personen (86,7%) beschrieben sich als Rechtshänder.

12. Erhebungsinstrumente

12.1. Endlosschleifentest (EST)

Der EST (© Gittler & Arendasy, 2003) ist ein moderner, Rasch - homogener Test zur Überprüfung des Raumvorstellungsvermögens.

Die Items des ESTs wurden nach vormaliger Analyse der Items des Schlauchfigurentests (Stumpf & Fay, 1983) und nachträglichen Verbesserungen entwickelt (Gittler & Arendasy, 2003).

Einige Punkte waren bei den Schlauchfiguren von Nachteil:

- Die ursprünglich offenen Schlauchfigurenenden,
- die Antwortmöglichkeit „von hinten“
- und die Wahrscheinlichkeit, eine Lösung zu erraten (Arendasy, 2000).

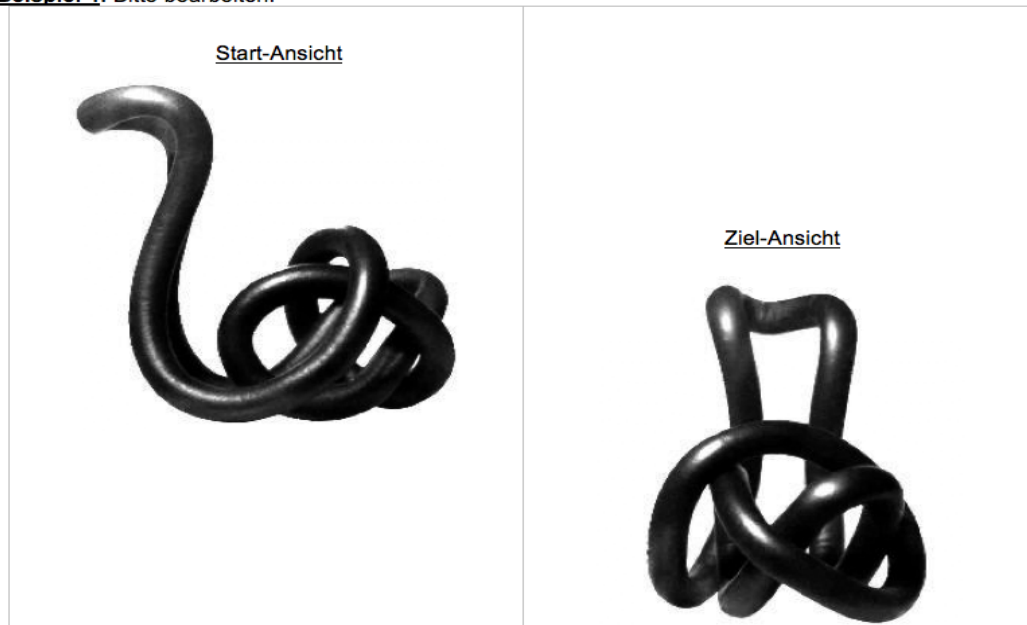
Durch jahrelange Forschungsarbeit, welche 1995 im „Forschungsseminar für Differentielle Psychologie“ begann, wurde der EST bis zu seiner jetzigen Form weiterentwickelt (Arendasy, 2000).

Folgende Punkte wurden verbessert:

- Die Darstellung der Testitems ohne Plexiglaswürfel,
- die Enden der Schläuche wurden zusammengeführt und nahtlos geschlossen (vgl. Arendasy, 2000)

Gegenwärtig beinhaltet der Aufgabentyp „Endlosschleife“ des Endlosschleifentests (EST) somit in sich geschlossene Schläuche:

Beispiel 4: Bitte bearbeiten.



© G. Gittler & M. Arendasy 1995-2007
Testheft ESTP Version Jedinger Haas.doc

Abb. 4: Darstellung eines Beispielitems des ESTs.

Die Aufgabenstellung besteht darin, die Figur, welche mittels der Start-Ansicht dargestellt wird, mental derart zu rotieren, dass man zur Ziel-Ansicht des Items gelangt. Die mentale Rotation wird mittels Angaben im Testheft festgehalten. Die mentale Rotation ist mit den Winkelangaben 90 bzw. 180 Grad und mit der jeweiligen Drehrichtung anzugeben, außerdem besteht die Möglichkeit mit „Ich weiß nicht“ zu antworten.

Aktuell findet die Anwendung prinzipiell durch eine Computer-gestützte Vorgabe statt.

Für die vorliegende Studie wurde eine paper-pencil Version dieses Verfahrens hergestellt und das Testmaterial des ESTs und im Anschluss das Profile of Mood States auf einem Klemmbrett präsentiert.

Auf der 1. Seite des ESTs werden demographische Daten anhand des Antwortheftes (siehe Anhang 1) ausgefüllt. Somit wurden das Datum, Geschlecht, Alter, die Schulbildung, die Teilnahme am Unterricht in Darstellender Geometrie, und Händigkeit erhoben.

Es folgte eine Instruktionsphase. Fünf Beispielitems wurden in der Instruktionsphase vorgegeben und die richtigen Antworten rückgemeldet. Diese Eingangsphase diente dazu, die Aufgabenstellung klar verständlich zu machen.

Danach wurde die Start-Zeit angegeben, und die Items 1 bis 8 wurden bearbeitet. Das erste Item fungierte als sogenanntes „Warming-up Item“, dessen Bearbeitung floss somit nicht in die Berechnung der Testergebnisse ein. Im Anschluss wurde die Uhrzeit angegeben.

In der zweiten Testphase wurde zuerst wiederum die Startzeit angegeben, und die Items 9 bis 22 wurden bearbeitet, im Anschluss wurde wiederum die Uhrzeit vermerkt.

12.1.2. Weighted-likelihood-estimates (WLE) nach Warm (1989)

Zur Berechnung der Ergebnisse wurden die Personenparameter nach Warm (1989) in die Analysen einbezogen. Diese Werte geben die Leistung, welche durch die Anzahl der gelösten Items dargestellt wird, noch genauer an. Die WLE besitzen Intervallskalenniveau, die Rohwerte besitzen Rangskalenniveau, somit haben WLE eine größere Aussagekraft als die Rohwerte.

Im Anschluss sind alle WLE angegeben, sowohl für den gesamten EST, bei dem 21 Items in die Wertung einfließen, als auch für den Pretest ($k = 7$) und für den Posttest ($k = 14$) (Abb. 5). In der anschließenden Ergebnispräsentation werden sowohl die Rohwerte als auch die WLE erwähnt, welche im weiteren Verlauf als „EST-Parameter“ bezeichnet werden.

Anzahl der gelösten Items	WLE Gesamttest	WLE Pretest	WLE Posttest
0	-4,2472	-3,4107	-3,7499
1	-3,0412	-1,9257	-2,5168
2	-2,4230	-1,0338	-1,8638
3	-1,9786	-0,3171	-1,3767
4	-1,6181	0,3442	-0,9658
5	-1,3063	1,0226	-0,5957
6	-1,0256	1,8220	-0,2480
7	-0,7656	3,1652	0,0891
8	-0,5196		0,4250
9	-0,2830		0,7695
10	-0,0519		1,1348
11	0,1768		1,5399
12	0,4060		2,0210
13	0,6390		2,6683
14	0,8793		3,8962
15	1,1317		
16	1,4028		
17	1,7027		
18	2,0488		
19	2,4761		
20	3,0741		
21	4,2566		

Abb. 5: Weighted-likelihood-estimates (WLE) nach Warm (1989): Gesamttest, Pretest, Posttest. *

* Die Parameter wurden mir von Univ. Prof. Georg Gittler übergeben.

12.2. Profile of Mood States (POMS)

Der Stimmungsfragebogen „Profile of Mood States“ (POMS) wird häufig zur Erfassung der Stimmung im klinischen, pharmakologischen und sportmedizinischen Bereich eingesetzt (Albani et al., 2005).

Das Verfahren wurde ursprünglich in den USA von McNair, Lorr und Droppleman im Jahr 1992 (nach Albani et al., 2005) entwickelt. Im deutschsprachigen Raum hat sich eine kürzere Form, von Biehl, Dangel und Reiser durchgesetzt (McNair, Lorr & Droppelmann, 1981), diese Kurzform wurde auch in der vorliegenden Arbeit verwendet.*

Bezüglich der zeitlichen Einschätzung der Stimmung gibt es Versionen, die als Instruktionen in Bezug auf den Zeitraum „... die letzten 24 Stunden“ oder „... die letzte Woche einschließlich heute“ verwenden. (Albani et al., 2005). Als Instruktion kann auch beispielsweise „im Allgemeinen“ oder „im Augenblick“ angegeben werden (Krohne & Hock, 2007). Da in der vorliegenden Studie das Augenmerk auf die aktuelle Stimmung, beziehungsweise die Stimmungsveränderung gelegt wurde, wurde die Instruktion bezüglich des Zeitraumes von „während der letzten 24 Stunden“ in „momentan“ abgeändert.

Die deutsche Kurzform enthält 35 Items, die verschiedene Gefühlszustände beschreiben. Sie werden mittels eines 7-stufigen Antwortformates bearbeitet, wobei pro Item die Einstellung des Gefühlszustands eingeschätzt wird (0 = „überhaupt nicht“, 1 = „sehr schwach“, 2 = „schwach“, 3 = „etwas“, 4 = „ziemlich“, 5 = „stark“, 6 = „sehr stark“). Beispielsweise sollte man einschätzen wie zornig man ist.

Diese Items fließen in vier Skalen ein (Albani et al., 2005):

- Niedergeschlagenheit (14 Items),
- Müdigkeit (7 Items),
- Tatendrang (7 Items),
- Misshmut (7 Items).

Um die Skalenwerte zu berechnen, wurden, wie im Manual beschrieben, die jeweiligen Itemwerte summiert (vgl. Grulke et al., 2006).

* Die Kurzform des POMS wurde mir von Prof. Dr. Elmar Brähler zur Verfügung gestellt.

13. Datenerhebung

Am Universitäts-Sport-Zentrum und bei der Außenstelle Althanstrasse wurden die Kursbesucher angeworben .

13.1. Untersuchungsablauf

Per E-Mail wurde ein Testtermin vereinbart. An dem jeweiligen Tag erschienen die Teilnehmer mindestens eine halbe Stunde vor Kursbeginn, da es von Bedeutung war, in einer Situation ohne Zeitdruck arbeiten zu können. Außerdem war es bezüglich der Stimmung wichtig, die Testteilnehmer nicht zum übertrieben frühen Erscheinen bewegen zu müssen, da eine Verärgerung resultieren hätte können.

13.2. Testraum

Der Leseraum des USZ wurde als Testort benützt. Er eignete sich für die Testung, da es moderne Arbeitstische gab, der Raum wenig frequentiert wurde, die Beleuchtung sehr gut war und Ruhe herrschte.

Bei der Testung eines Teils der Krafttraininggruppe bei dem USI- Kursort „Althanstrasse“ wurde ein Abschnitt des Gebäudes, ein heller, gut ausgeleuchteter, nicht frequentierter Gang, in dem es ruhig war, zur Testung herangezogen. Somit wurde eine vergleichbare Testsituation geschaffen.

13.3. Testvorgabe

Vor dem Kurs wurden das Antwortheft und die ersten 8 Items des ESTs vorgegeben, danach wurde der POMS zur Bearbeitung vorgelegt. Der jeweilige Sportkurs wurde absolviert, danach wurde jedem Sportler ca. 20 Minuten Zeit gegeben, um zu duschen und sich ankleiden zu können. Danach wurde der 2. Teil des EST vorgegeben, wobei die Items 9 – 22 bearbeitet wurden.

Im Anschluss wurde wiederum der POMS vorgegeben.

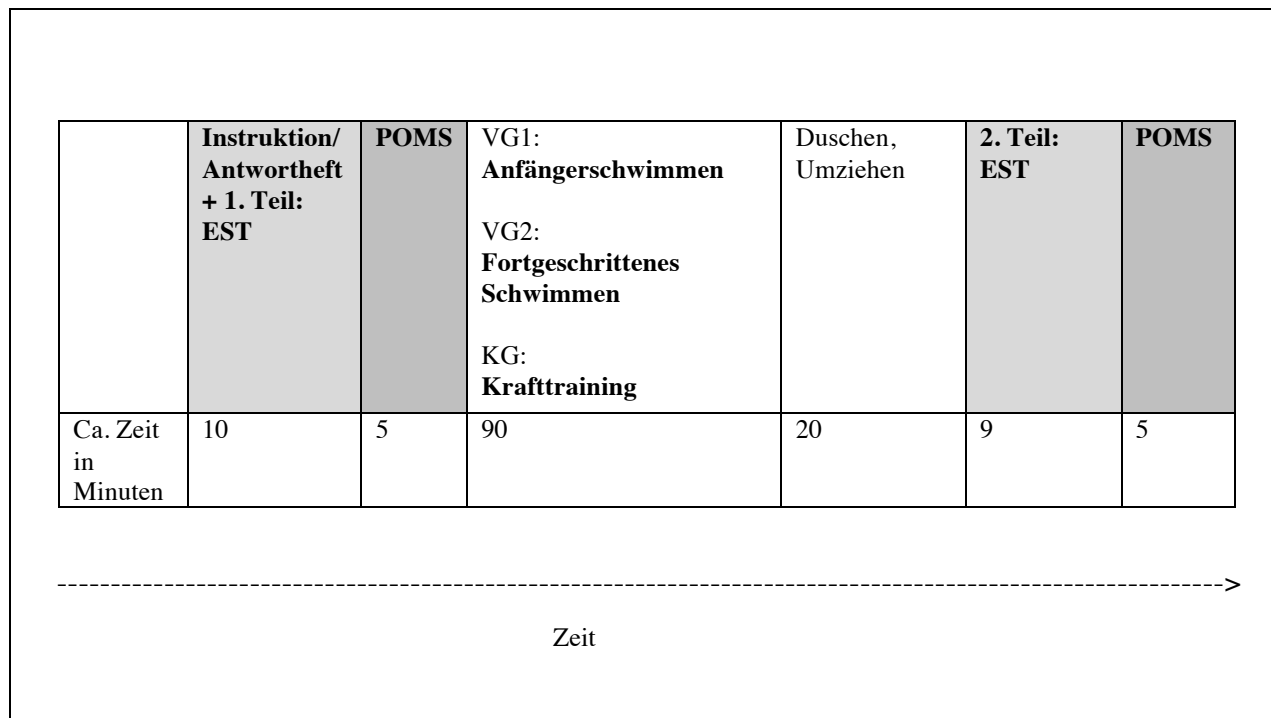


Abb. 8: Ablaufdiagramm

Die durchschnittliche Testdauer für den ersten Teil des ESTs betrug 4,8 Minuten und für den zweiten Teil des ESTs 8,7 Minuten. Auf den POMS bezogen, betrug die Zeit für die Vorgabe ca. jeweils 5 Minuten, es fand bei diesem Verfahren keine Zeitmessung statt.

Insgesamt, mit Einberechnungen der Instruktionen bzw. der Bearbeitung des Datenblattes ganz zu Beginn, betrug die Zeit, die für die Vorgabe der beiden Verfahren benötigt wurde, ca. 15 Minuten vor dem Kurs und 14 Minuten nach dem Kurs.

13.4. Kursort

Die Schwimmkurse fanden im Hallenbad des Hauptgebäudes statt. Das Schwimmbecken ist 25 Meter lang und wurde meistens in drei Bahnen aufgeteilt. In der ersten Bahn schwammen oftmals Anfänger, in der nächsten die Fortgeschrittenen und in der dritten Bahn eine Untergruppe der Fortgeschrittenen, die frei, ohne strikte Trainingsinstruktionen schwammen. Es gab auch reine Anfängerkurse, wobei dann das gesamte Becken genützt wurde. Die Aufteilung der Bahnen variierte jedoch je nach Kurs.

Die Kurse für Anfänger- und fortgeschrittene Schwimmer hatten Folgendes gemeinsam: Nach einer Aufwärmphase wurde der Instruktionsteil mit Techniktraining angeboten, am Schluss wurde noch ausgeschwommen

Beim Krafttraining nahmen die Teilnehmer entweder im Konditionsraum 1 oder im Konditionsraum 3 des USZ an dem Kurs teil. In der Sporthalle der Außenstelle Althanstraße wurde ein Krafttrainingskurs von einem Teil der Studienteilnehmer absolviert. Die Krafttrainingsgeräte waren ähnlich, und der Kurs wurde nach einem vergleichbaren Prinzip angeboten. Nach dem Aufwärmen folgte der klassische Krafttrainingsteil an Geräten beziehungsweise mittels des eigenen Körpergewichts. Am Ende des Kurses wurde noch abgewärmt.

Die Schwimm- und Krafttrainings- Kurse wurden je nach Kursleiter ein wenig unterschiedlich aufgebaut.

14. Datenanalyse

Mittels des Programmpaketes SPSS 17.00 wurden alle folgenden Ergebnisse berechnet.

Das Signifikanzniveau wurde in den Berechnungen auf $\alpha = 0,05$ festgelegt, wobei die Hypothesen für alle Analysen zweiseitig formuliert wurden.

Die folgenden Tabellen mit den Überschriften „deskriptive Statistik“ enthalten unter anderem den Rohscore, die Standardabweichungen des Rohscores, den EST-Parameter und die Standardabweichung des EST-Parameters. In den folgenden Kapiteln wird bezüglich der statistischen Signifikanzprüfung mit den EST-Parametern, wegen der genaueren Aussagekraft dieser Werte, gerechnet.

In den Berechnungen bezüglich der Raumvorstellung, wird im Hinblick auf die Effektstärken die gepoolte Standardabweichung verwendet.

Nachfolgend werden für die Signifikanzprüfung t-Tests, Anovas und Kovarianzanalysen gerechnet. Sofern die Voraussetzungen erfüllt sind (Normalverteilung, Homogenität der Varianzen) wird zwecks der Übersichtlichkeit kurz erwähnt, dass die Voraussetzungen erfüllt wurden, auf die Ergebnisse im Detail wird nicht näher eingegangen. Die Prüfung der Normalverteilung wurde mittels „Kolmogorov-Smirnov-Test für eine Stichprobe“ durchgeführt, für die Prüfung der Varianzenhomogenität wurde der Levene-Test verwendet.

14.1. Raumvorstellung

14.1.1. Gruppenspezifische Unterschiede / Gesamttest

- Unterscheiden sich die drei Sportstichproben in ihrer Raumvorstellungsfähigkeit?

Die Anfängerschwimmer erreichen einen Rohscore von 11,33 (SD: 3,84) und einen EST-Parameterwert von 0,30 (SD: 1,03), die fortgeschrittenen Schwimmer erzielen einen Rohscore von 10,61 (SD: 4,62) und einen EST-Parameter von 0,08 (SD: 1,20), und bei den Personen aus der Krafttrainingsgruppe resultiert ein Rohscore von 10,96 (SD: 4,16) und ein EST-Parameterwert von 0,16 (SD: 1,07).

Die Normalverteilung der EST-Parameter ist bei allen Gruppen gegeben (Tab. 1).

	n	sco_21	SD	par_21	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmen	48	11,33	3,84	0,30	1,03	0,985	0,286
Fortgeschrittenes Schwimmen	49	10,61	4,62	0,08	1,20	0,608	0,853
Krafttraining	53	10,96	4,16	0,16	1,07	1,135	0,152

Tab. 1: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtscores (sco_21), der EST-Parameter (par_21) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Da signifikante Geschlechtsunterschiede resultieren (siehe Kap. 14.1.3.) und die Geschlechtsverteilung pro Gruppe leicht unterschiedlich ist, stellt die Kovarianzanalyse, mit dem Faktor Geschlecht als Kovariate, das Verfahren der Wahl dar.

Die Voraussetzungen sind erfüllt, die Homogenität der (linearen) Regressionsgeraden ist mit $p = 0,485$ vorhanden (Tab. 2).

Es resultiert mit $p < 0,001$ ein signifikanter Geschlechtseffekt, wird dieser berücksichtigt, so kommt mit $p = 0,367$ kein signifikanter Unterschied in der Gesamtraumvorstellungsleistung der einzelnen Gruppen zum Tragen (Tab. 2).

	Kovarianzanalyse				
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	23,610	3	7,870	7,386	< 0,001
Konstanter Term	24,462	1	24,462	22,959	< 0,001
Gruppe	2,149	2	1,075	1,009	0,367
Geschlecht	22,357	1	22,357	20,983	< 0,001
Gruppe*Geschlecht	1,557	2	0,778	0,728	0,485
Fehler	155,561	146	1,065	-	-
Gesamt	183,993	150	-	-	-
Korrigierte Gesamtvariation	179,171	149	-	-	

Tab. 2: Ergebnisse der Kovarianzanalyse, „Gruppe“ = unabhängige Variable, „Parameterleistung im EST“ = abhängige Variable, Geschlecht = Kovariate.

14.1.2. Leistungsveränderung

In den folgenden beiden Abbildungen wird die Entwicklung der Raumvorstellungsleistung dargestellt. In Abbildung 9 sieht man die EST-Leistung der einzelnen Untergruppen zum Testzeitpunkt 1 und zum Testzeitpunkt 2. Die einzelnen Werte werden im Anschluss präsentiert.

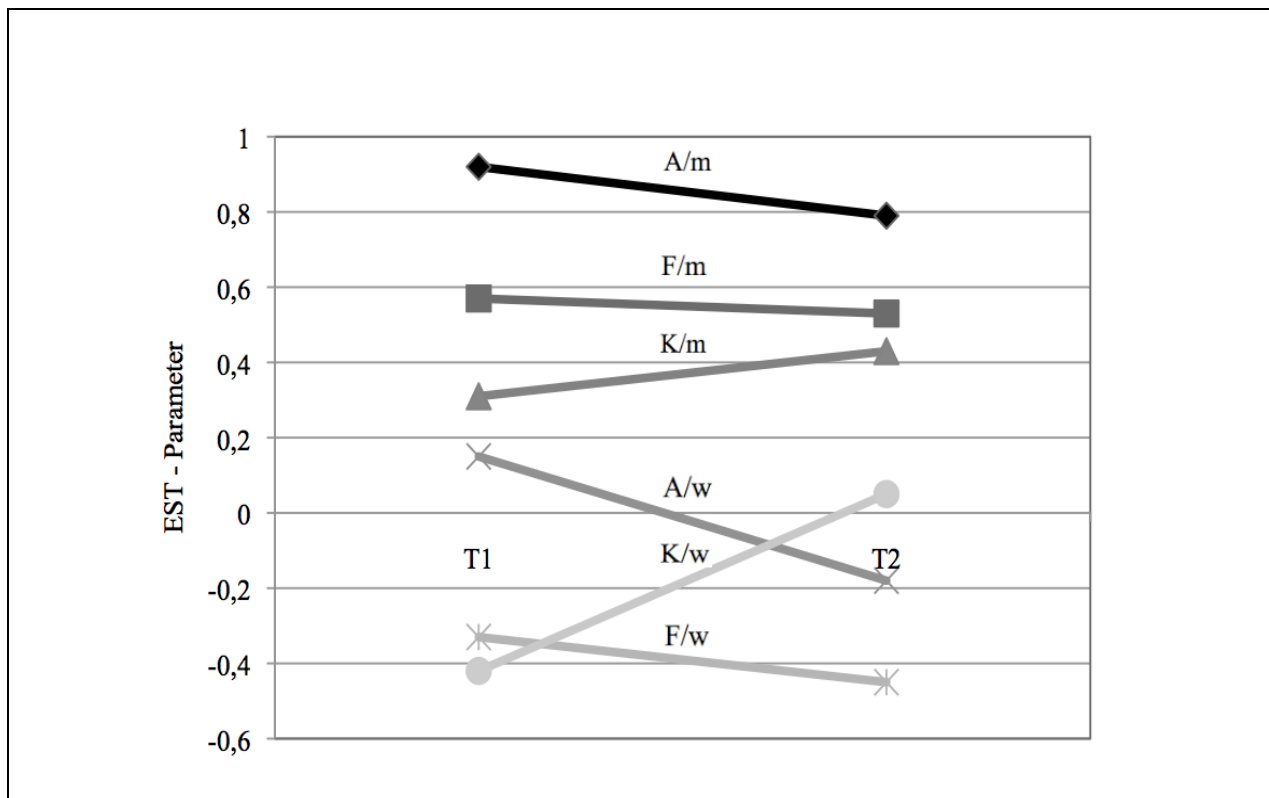


Abb. 9: Die EST-Parameter zu den Zeitpunkten T1 und T2 in den Untergruppen. A = Anfängerschwimmen, F = Fortgeschrittenes Schwimmen, K = Krafttraining; m = männlich, w = weiblich.

Um die Leistungsveränderung zu vergleichen muss zu Beginn die Baseline (der Pretest) auf signifikante Unterschiede geprüft werden, bei nicht signifikant unterschiedlichen Baselinewerten kann ein Vergleich der Leistungsveränderung erfolgen.

Um im Anschluss die Leistungsveränderung zu berechnen wurde die Differenz zwischen zweiter und erster Testleistung ermittelt. Somit stellt der Wert „par_diff“, die Parameterdifferenz, eine Variable dar, welche die Leistungsveränderung repräsentiert. Ist der Wert „par_diff“ größer als Null, so wird eine Leistungszunahme beschrieben, ist der Wert kleiner als Null, so wird eine Leistungsabnahme beschrieben.

In Abbildung 10 werden die Parameterdifferenzen der einzelnen Gruppen dargestellt, die Werte werden danach präsentiert.

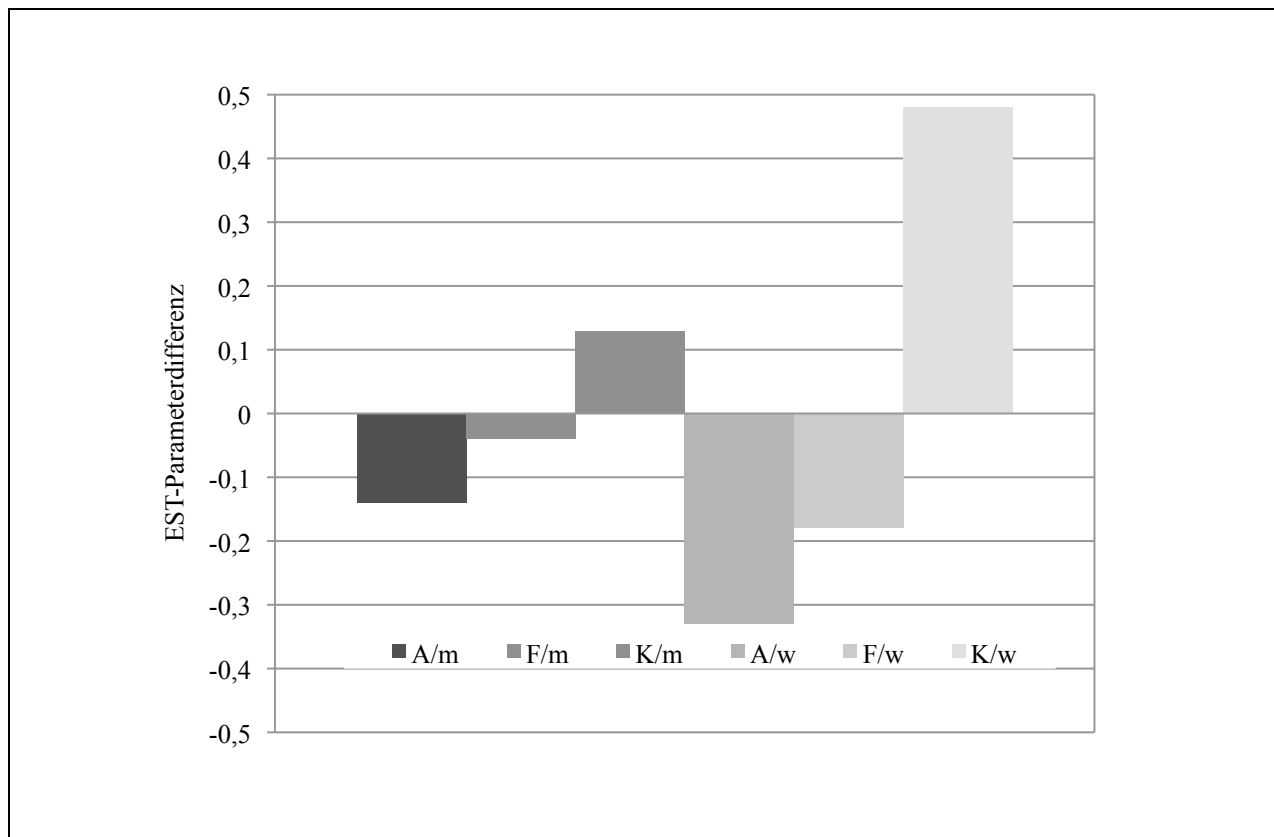


Abb. 10: EST-Parameterdifferenzen der Untergruppen, A = Anfängerschwimmen, F = Fortgeschrittenes Schwimmen, K = Krafttraining; m = männlich, w = weiblich. Gesamtstichprobe: n = 150.

14.1.2.1. Gruppenspezifische Unterschiede

- Unterscheiden sich die drei Sportstichproben in ihrer Leistungsveränderung bezüglich der Raumvorstellungsfähigkeit?

1. Gleichheit der Baselineleistung?

Die Anfängerschwimmer erzielen einen Rohscore von 4,08 (SD: 1,65) und einen EST-Parameter von 0,47 (SD: 1,28), die fortgeschrittenen Schwimmer erreichen einen Rohscore von 3,65 (SD: 1,75) und einen EST-Parameter von 0,11 (SD: 1,36), bei den Krafttrainingssportlern resultiert ein Rohscore von 3,49 (SD: 1,78) und ein EST-Parameterwert von -0,04 (SD: 1,42).

	n	sco_pre	SD	par_pre	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmen	48	4,08	1,65	0,47	1,28	0,887	0,411
Fortgeschrittenes Schwimmen	49	3,65	1,75	0,11	1,36	0,959	0,316
Krafttraining	53	3,49	1,78	-0,04	1,42	0,976	0,296

Tab. 3: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Scores zum 1. Testzeitpunkt (sco_pre), der EST-Parameter zum 1. Testzeitpunkt (par_pre) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Da jedoch die Geschlechtsverteilung in den Untergruppen leicht unterschiedlich ist, wird für den Gruppenvergleich die Kovarianzanalyse mit dem Faktor Geschlecht als Kovariate ausgewählt.

Die Voraussetzungen sind gegeben, die Homogenität der linearen Regressionsgeraden ist mit 0,943 vorhanden (Tab. 4) und die Kovariate Geschlecht ist hochsignifikant ($p < 0,001$) (siehe Tab. 4).

Mit $p = 0,065$ ist kein signifikanter Unterschied in der Baselineleistung eruiert worden.

	Kovarianzanalyse				
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	30,540	3	10,180	6,049	0,001
Konstanter Term	25,673	1	25,673	15,255	< 0,001
Gruppe	9,367	2	4,683	2,783	0,065
Geschlecht	23,664	1	23,664	14,061	< 0,001
Gruppe*Geschlecht	0,199	2	0,100	0,058	0,943
Fehler	245,708	146	1,683		
Gesamt	280,863	150			
Korrigierte Gesamtvariation	276,247	149			

Tab. 4: Ergebnisse der Kovarianzanalyse, „Gruppe“ = unabhängige Variable, „Parameterleistung im EST zum 1. Testzeitpunkt“ = abhängige Variable, Geschlecht = Kovariate.

Da sich die Gruppen in der Baseline nicht signifikant unterscheiden, kann ein Vergleich der Leistungsdifferenz angestellt werden.

Zur besseren Übersichtlichkeit werden die Leistungsdifferenzen in den folgenden Tabellen (Tab. 5/ Tab. 6/ Tab. 7) zusammengefasst dargestellt, auf die einzelnen Ergebnisse wird anschließend detailliert eingegangen.

Leistungsdifferenz der Gruppen:

		Mittlerer Personenparameter		
	n	prae	post	Diff
Anfängerschwimmen	48	0,47	0,22	-0,25
Männer	20	0,92	0,79	-0,14
Frauen	28	0,15	-0,18	-0,33

Tab. 5: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des EST-Parameters zum 1. und 2. Testzeitpunkt (prae/post) und die EST- Parameterdifferenz.

		Mittlerer Personenparameter		
	n	prae	post	Diff
Fortgeschrittenes Schwimmen	49	0,11	0,032	-0,08
Männer	24	0,57	0,53	-0,04
Frauen	25	-0,33	-0,45	-0,12

Tab. 6: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des EST-Parameters zum 1. und 2. Testzeitpunkt (prae/post) und die EST- Parameterdifferenz.

		Mittlerer Personenparameter		
	n	prae	post	Diff
Krafttraining	53	-0,04	0,26	0,29
Männer	28	0,31	0,43	0,13
Frauen	25	-0,42	0,05	0,48

Tab. 7: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des EST-Parameters zum 1. und 2. Testzeitpunkt (prae/post) und die EST- Parameterdifferenz.

Die Gruppe der Anfängerschwimmer erzielt eine Parameterdifferenz von -0,25 (SD: 1,26), die fortgeschrittenen Schwimmer erreichen eine Parameterdifferenz von -0,08 (SD: 1,14), und bei der Krafttrainingsgruppe resultiert eine Parameterdifferenz von 0,29 (SD: 1,11) (Tab 9).

	n	par_diff	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmen	48	-0,25	1,26	0,437	0,991
Fortgeschrittenes Schwimmen	49	-0,08	1,14	0,986	0,285
Krafttraining	53	0,29	1,11	0,775	0,585

Tab. 8: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der EST- Parameterdifferenz (par_diff) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Leistungsveränderung:

Die Voraussetzungen zur Berechnung der Anova sind gegeben, es resultiert mit $p = 0,060$ keine signifikant unterschiedliche Leistungsveränderung zwischen den Gruppen (Tab. 10).

		Anova				
	n	Quadrat-summe	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Sig. (2-seitig)
Anfängerschwimmen Fortgeschrittenes Schwimmen Krafttraining	150	7,829	2	3,914	2,866	0,060

Tab. 9: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in der EST- Parameterdifferenz zwischen den Gruppen.

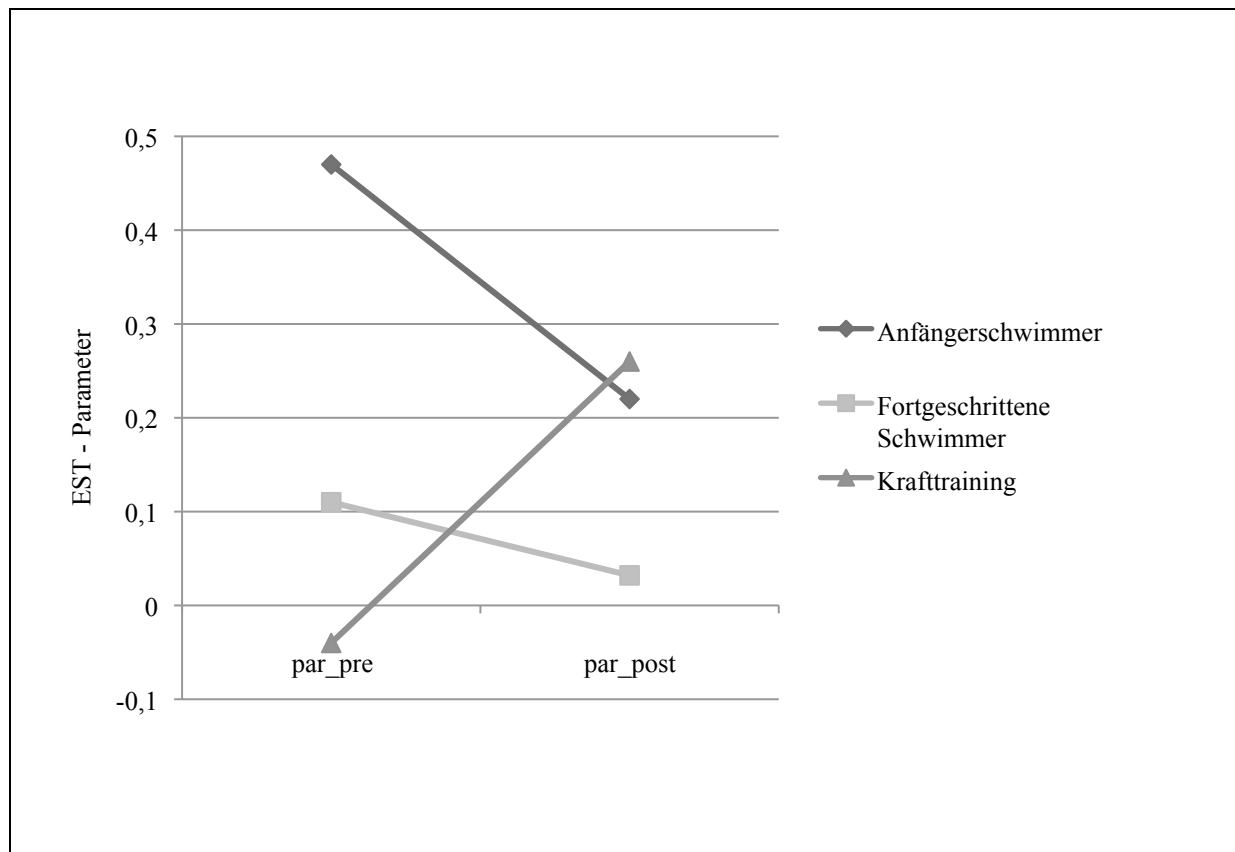


Abb. 11: Die EST-Parameter zu den Zeitpunkten T1 (par_pre) und T2 (par_post) in den Untergruppen. Anfänger = Anfängerschwimmen, Fortgeschrittene = Fortgeschrittenes Schwimmen, K = Krafttraining.

14.1.2.2. Leistungsveränderung der Geschlechter

Männer:

Die Anfängerschwimmer erreichen einen Pre-Score von 4,7 (SD: 1,42) und einen EST-Parameter von 0,92 (SD: 1,13), die fortgeschrittenen Schwimmer einen Pre-Score von 4,25 (SD: 1,82) und einen EST-Parameter von 0,57 (SD: 1,43), und die Personen, die Krafttraining betrieben, einen Pre-Score von 3,93 (SD: 1,63) und einen EST-Parameter von 0,31 (SD: 1,23) (Abb. 9).

Männer/ T1	n	sco_pre	SD	par_pre	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmen	20	4,7	1,42	0,92	1,13	0,740	0,645
Fortgeschrittenes Schwimmen	24	4,25	1,82	0,57	1,43	0,814	0,521
Krafttraining	28	3,93	1,63	0,31	1,23	1,163	0,134

Tab. 10: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Scores zum 1. Testzeitpunkt (sco_pre), der EST-Parameter zum 1. Testzeitpunkt (par_pre) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Zum zweiten Testzeitpunkt erreichen die Anfängerschwimmer einen Rohscore von 8,65 (SD: 3,07) und einen EST-Parameter von 0,79 (SD: 1,31). Die fortgeschrittenen Schwimmer erzielen einen Rohscore von 8,17 (SD: 3,02) und einen EST-Parameter von 0,53 (SD: 1,14). Die Gruppe, welche Krafttraining absolvierte, erzielt einen Rohscore von 7,93 (SD: 2,76) und einen EST-Parameter von 0,43 (SD: 1,05) (Tab. 12 / Abb. 9).

Männer/ T2	n	sco_post	SD	par_post	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmen	20	8,65	3,07	0,79	1,31	0,694	0,721
Fortgeschrittenes Schwimmen	24	8,17	3,02	0,53	1,14	0,631	0,820
Krafttraining	28	7,93	2,76	0,43	1,05	0,826	0,502

Tab. 11: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Scores zum 2. Testzeitpunkt (sco_post), der EST-Parameter zum 2. Testzeitpunkt (par_post) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Die Voraussetzungen für eine Anova sind gegeben.

Durch eine einfaktorielle Varianzanalyse wird mit $p = 0,262$ kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Baselineleistung der Männer ausfindig gemacht (Tab. 13). Somit ist es möglich, die Leistungsveränderungen zu berechnen und zu vergleichen.

		Anova				
Männer	n	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Sig. (2-seitig)
Anfängerschwimmen Fortgeschrittenes Schwimmen Krafttraining	72	4,429	2	2,215	1,367	0,262

Tab. 12: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in der EST-Parameterdifferenz zwischen den Gruppen.

Die Parameterdifferenz der Anfängerschwimmer beträgt -0,14 (SD: 1,30), die der fortgeschrittenen Schwimmer -0,04 (SD: 1,18), und die Krafttrainingsgruppe erreicht einen Wert von 0,13 (SD: 1,05).

	n	par_diff	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmen	20	-0,14	1,30	0,605	0,858
Fortgeschrittenes Schwimmen	24	-0,04	1,18	0,504	0,961
Krafttraining	28	0,13	1,05	0,683	0,739

Tab. 13: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der EST-Parameterdifferenz (par_diff) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Die Voraussetzungen sind gegeben. Durch eine einfaktorielle Varianzanalyse wird den Unterschieden nachgegangen, mit $p = 0,728$ wird kein signifikanter Unterschied in der Leistungsveränderung bei den Männern ausgemacht (Tab. 15).

		Anova				
Männer	n	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Sig. (2-seitig)
Anfängerschwimmen Fortgeschrittenes Schwimmen Krafttraining	72	0,863	2	0,432	0,318	0,728

Tab. 14: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in der EST-Parameterdifferenz zwischen den Gruppen.

Frauen:

Die Anfängerschwimmerinnen erzielen einen Pre-Rohscore von 3,64 (SD: 1,68) und einen Pre-Parameter von 0,15 (SD: 1,30), die fortgeschrittenen Schwimmerinnen erreichen einen Pre-Rohscore-Wert von 3,08 (SD: 1,50) und einen Pre-Parameter von -0,33 (SD: 1,15). Frauen, welche Krafttraining betrieben, erzielen einen Pre-Rohscore von 3,00 (SD: 1,85) und einen Pre-Parameter von -0,42 (SD: 1,53) (Tab. 16 / Abb. 9).

Frauen/ T1	n	sco_pre	SD	par_pre	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmen	28	3,64	1,68	0,15	1,30	0,936	0,345
Fortgeschrittenes Schwimmen	25	3,08	1,50	-0,33	1,15	0,950	0,327
Krafttraining	25	3,00	1,85	-0,42	1,53	0,655	0,784

Tab. 15: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Rohscores zum 1. Testzeitpunkt (sco_pre), der EST-Parameter zum 1. Testzeitpunkt (par_pre) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Die Anfängerschwimmerinnen erreichen zum zweiten Testzeitpunkt einen Rohscore von 6,25 (SD: 2,14) und einen EST-Parameterwert von -0,18 (SD: 0,79). Die fortgeschrittenen Schwimmerinnen erzielen einen Rohscore von 5,80 (SD: 3,03) und einen EST-Parameter von -0,45 (SD: 1,33). Frauen, welche Krafttraining betrieben haben, erreichen einen Rohscore von 6,96 (SD: 2,82) und einen EST-Parameter von 0,05 (SD: 1,03) (Tab. 17 / Abb. 9)

Frauen/ T2	n	sco_post	SD	par_post	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmen	28	6,25	2,14	-0,18	0,79	0,821	0,510
Fortgeschrittenes Schwimmen	25	5,80	3,03	-0,45	1,33	0,812	0,524
Krafttraining	25	6,96	2,82	0,05	1,03	0,805	0,537

Tab. 16: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Rohscores zum 2. Testzeitpunkt (sco_post), der EST-Parameter zum 2. Testzeitpunkt (par_post) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Die Voraussetzungen zur Berechnung der Anova für den ersten Testteil sind gegeben. Die Parameter des ersten Testteiles unterscheiden sich mit $p = 0,243$ nicht signifikant voneinander (Tab. 18). Folgedessen ist es möglich, die Leistungsveränderung zu vergleichen.

		Anova				
Frauen	n	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Sig. (2-seitig)
Anfängerschwimmen	28	5,137	2	2,568	1,441	0,243
Fortgeschrittenes Schwimmen	25					
Krafttraining	25					

Tab. 17: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede der EST-Parameter zum ersten Testzeitpunkt zwischen den Gruppen.

Anfängerschwimmerinnen erreichten eine Parameterdifferenz von -0,33 (SD: 1,25), fortgeschrittene Schwimmerinnen erzielten eine Parameterdifferenz von -0,12 (SD: 1,12), und bei Frauen, welche Krafttraining betrieben, resultierte eine Parameterdifferenz von 0,48 (SD: 1,17).

	n	par_diff	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmen	28	-0,33	1,25	0,549	0,924
Fortgeschrittenes Schwimmen	25	-0,12	1,12	1,028	0,241
Krafttraining	25	0,48	1,17	0,610	0,850

Tab. 18: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der EST-Parameterdifferenz (par_diff) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Die Voraussetzungen zur Berechnung der Anova sind gegeben. Die Leistungsdifferenz wird bei den Frauen mit einer einfachen Varianzanalyse verglichen, als Zusatzverfahren werden die Post-hoc Tests nach Gabriel verwendet, da die Gruppengröße leicht unterschiedlich ist. Durch die Varianzanalyse wird festgestellt, dass sich die Leistungsveränderung zwischen den Gruppen mit $p = 0,045$ signifikant voneinander unterscheidet (Tab. 20).

Durch zusätzliche Post-Hoc Tests nach Gabriel (Tab. 21) resultiert das Ergebnis, dass es keinen signifikanten Unterschied in der Leistungsveränderung zwischen Vg1 und Vg2 gibt ($p = 0,881$) ($d = 0,18$). Der Unterschied in der Leistungsveränderung zwischen Vg1 und Kg ist mit $p = 0,045$ signifikant ($d = 0,67$). Zwischen Vg2 und Kg ist kein signifikanter Unterschied eruierbar ($p = 0,221$) ($d = 0,53$).

		Anova				
Frauen	n	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Sig. (2-seitig)
Anfängerschwimmen	28	9,093	2	4,546	3,245	0,045
Fortgeschrittenes Schwimmen	25					
Krafttraining	25					

Tab. 19: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in der EST-Parameterdifferenz zwischen den Gruppen.

		Post-Hoc-Test: Gabriel			d
Frauen	n	Mittlere Differenz	Standardfehler	Sig. (2-seitig)	
Anfängerschwimmen vs. Fortgeschrittenes Schwimmen	28 25	-0,215	0,326	0,881	0,18
Anfängerschwimmen vs. Krafttraining	28 25	0,808	0,326	0,045	0,67
Fortgeschrittenes Schwimmen vs. Krafttraining	25 25	-0,593	0,335	0,221	0,53

Tab. 20: Post-Hoc-Test nach Gabriel zur Prüfung auf signifikante Unterschiede zwischen 2 Gruppen.

14.1.3. Geschlechtsspezifische Unterschiede / Gesamttest

14.1.3.1. Globale Unterschiede

- Gibt es Geschlechtsunterschiede insgesamt, über alle Gruppen?

Die Männer erreichen einen Rohscore von 12,46 (SD: 4,05) und einen EST-Parameter von 0,57 (SD: 1,08). Die Frauen erzielen einen Rohscore von 9,59 (SD: 3,88) und einen EST-Parameter von -0,18 (SD: 0,99) (Abb. 12).

Die Voraussetzungen zur Berechnung des t-Tests sind gegeben. Ein t-Test für unabhängige Stichproben wurde durchgeführt, um einem eventuell signifikanten Geschlechtsunterschied in Bezug auf den EST-Parameterwert näher nachzugehen (Tab. 23).

Mit $p < 0,001$ ist der Unterschied zwischen den Geschlechtern signifikant, wobei die signifikant besseren Leistungen bezüglich der Gesamtleistung im EST zu Gunsten der Männer ausfallen ($d = 0,73$) (Tab. 23).

Gesamtstichprobe	n	sco_21	SD	par_21	SD	K-S z	K-S p
Männer	72	12,46	4,05	0,57	1,08	0,935	0,347
Frauen	78	9,59	3,88	-0,18	0,99	0,916	0,371
Anfängerschwimmen							
Männer	20	13,35	3,83	0,84	1,10	0,838	0,484
Frauen	28	9,89	3,20	-0,09	0,79	0,615	0,844
Fortgeschrittenes Schwimmen							
Männer	24	12,42	4,37	0,55	1,13	0,564	0,908
Frauen	25	8,88	4,24	-0,38	1,10	0,614	0,845
Krafttraining							
Männer	28	11,86	3,94	0,40	1,01	0,598	0,867
Frauen	25	9,96	4,25	-0,10	1,09	0,998	0,273

Tab. 21: Geschlecht, Gruppen, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtscores (sco_21), der EST-Parameter (par_21) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

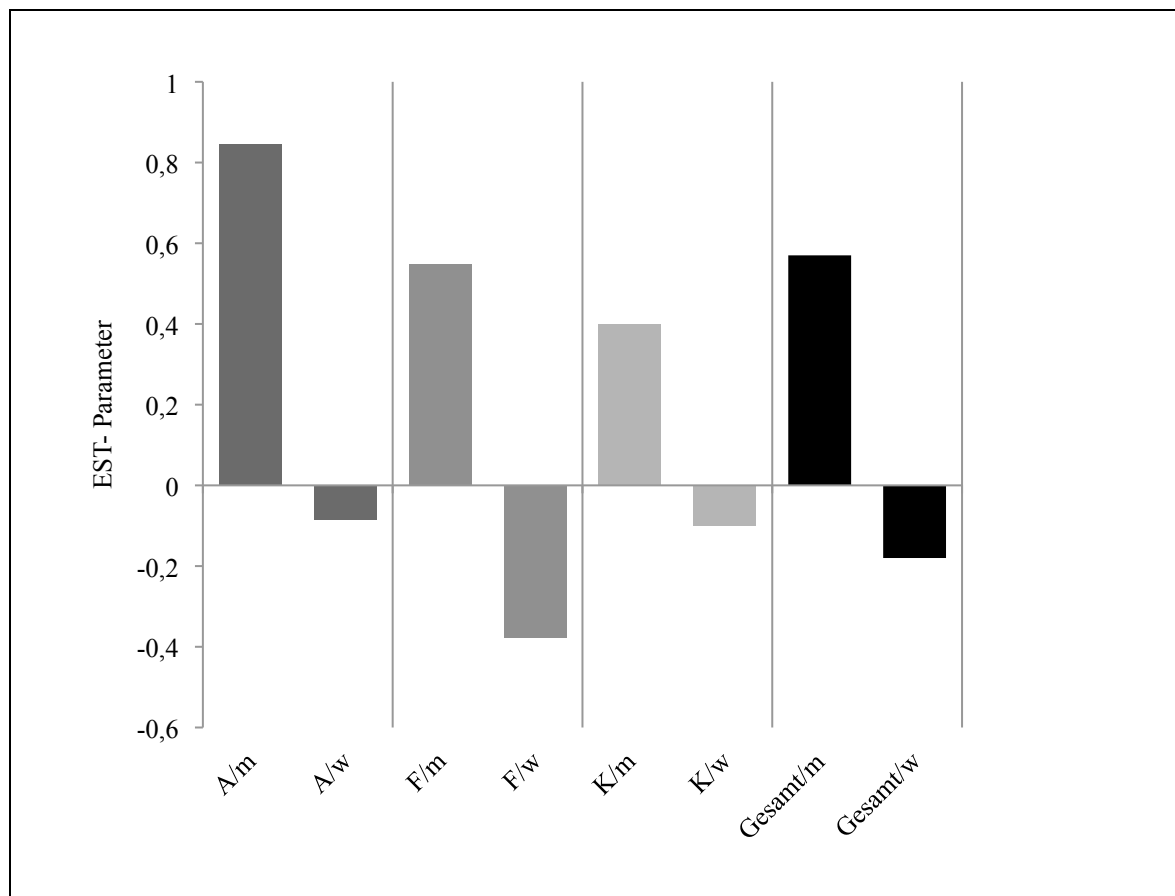


Abb. 12. EST- Parameter-Leistungen des gesamten Tests ($k = 21$); der Untergruppen. A = Anfängerschwimmen, F = fortgeschrittenes Schwimmen, K = Krafttraining; m = männlich, w = weiblich; Gesamtstichprobe: $n = 150$.

14.1.3.2. Geschlechtsunterschiede innerhalb der Gruppen

Anfängerschwimmer:

Männer erzielen in dieser Gruppe einen Rohscore von 13,35 (SD: 3,83) und einen EST-Parameter von 0,84 (SD: 1,10). Frauen erreichen einen Rohscore von 9,89 (SD: 3,20) und einen EST-Parameter von -0,09 (SD: 0,79) (Abb. 12).

Die Voraussetzungen zur Berechnung des t-Tests sind gegeben. Ein t-Test für unabhängige Stichproben wurde für die Analysen verwendet (Tab. 23). Der Geschlechtsunterschied ist in dieser Gruppe mit $p = 0,001$ ebenfalls signifikant ($d = 1,00$).

Fortgeschrittene Schwimmer:

Männer erreichen einen Rohscore von 12,42 (SD: 4,37) und einen EST-Parameter von 0,55 (SD: 1,13). Frauen erzielen einen Rohscore von 8,88 (SD: 4,24) und einen EST-Parameter von -0,38 (SD: 1,10).

Die Voraussetzungen sind gegeben, anschließend wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt (Tab. 23). Der Geschlechtsunterschied bezüglich der EST-Parameter fällt auch in dieser Gruppe mit $p = 0,005$ signifikant aus ($d = 0,85$).

Krafttraining:

Männer erreichen hier einen Rohscorewert von 11,86 (SD: 3,94) und einen EST-Parameter von 0,40 (SD: 1,01). Frauen erzielen einen Rohscore von 9,96 (SD: 4,25) und einen EST-Parameter von -0,10 (SD: 1,09).

Die Voraussetzungen für den t-Test für unabhängige Stichproben sind gegeben. In dieser Gruppe resultiert mit $p = 0,088$ kein signifikanter Geschlechtsunterschied bezüglich der Gesamtparameter ($d = 0,48$).

	n	Levene-Test		t-Test			d
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
Gesamtstichprobe Testleistung / Geschlechtsunterschiede	150	0,083	0,773	4,488	148	< 0,001	0,73
Anfängerschwimmen Testleistung / Geschlechtsunterschiede	48	1,796	0,187	3,406	46	0,001	1,00
Fortgeschrittenes Schwimmen Testleistung / Geschlechtsunterschiede	49	0,003	0,955	2,915	47	0,005	0,85
Krafttraining Testleistung / Geschlechtsunterschiede	53	0,877	0,353	1,739	51	0,088	0,48

Tab. 22: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)).

14.1.4. Bildung und Einfluss auf die Raumvorstellung

Eine Person wies einen Hauptschulabschluss auf, 3 Personen gaben an, eine Akademie bzw. Fachhochschule besucht zu haben.

Die Matura gaben 89 Personen als höchsten Abschluss an, einen Universitätsabschluss wiesen 57 Personen auf.

Die Person, welche als Bildungslevel Hauptschule bzw. AHS Unterstufe angab, wurde aus den Analysen ausgeschlossen.

Die 3 Personen mit dem Akademie- bzw. Fachhochschulabschluss wurden mit den Personen, die den Universitätsabschluss aufwiesen, zu einer neuen Kategorie „Akademiker“ zusammengefasst. Somit beinhaltet die Kategorie „Akademiker“ 60 Personen (Tab. 24).

Die Maturagruppe erzielte einen Rohscore von 10,96 (SD: 4,32) und einen EST-Parameter von 0,16 (SD: 1,13).

Die Akademiker erreichten einen Rohscore von 10,83 (SD: 3,92) und einen EST-Parameter von 0,15 (SD: 1,00).

	n	score_21	SD	par_21	SD	K-S z	K-S p
Hauptschule, AHS Unterstufe	1	20,00	-	3,07	-	-	.
Männer	1	20,00	-	3,07	-	-	-
Frauen	-	-	-	-	-	-	-
Matura	89	10,96	4,32	0,16	1,13	0,856	0,456
Männer	42	12,31	4,20	0,53	1,11	0,742	0,640
Frauen	47	9,74	4,10	-0,16	1,05	1,049	0,221
Akademiker	60	10,83	3,92	0,15	1,00	0,880	0,421
Männer	29	12,41	3,70	0,55	0,96	0,635	0,814
Frauen	31	9,35	3,57	-0,22	0,91	0,657	0,781

Tab. 23: Bildung, Geschlecht und zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtscores (sco_21), der EST-Parameter (par_21) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Es wird eine Kovarianzanalyse berechnet, die Voraussetzungen sind gegeben und die Homogenität der linearen Regressionsgeraden ($p = 0,827$) ist ebenfalls gegeben. Der Faktor Geschlecht als Kovariate ist mit $p < 0,001$ höchst signifikant. Mit $p = 0,920$ ist kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Bildungsgruppen gegeben.

	Kovarianzanalyse				
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	19,379	2	9,689	9,346	< 0,001
Konstanter Term	20,080	1	20,080	19,370	< 0,001
Edu	0,010	1	0,010	0,010	0,920
Geschlecht	19,376	1	19,376	18,690	< 0,001
Edu*Geschlecht	0,050	1	0,050	0,48	0,827
Fehler	151,356	146	1,037		
Gesamt	174,543	149			
Korrigierte Gesamtvariation	170,734	148			

Tab. 24: Ergebnisse der Kovarianzanalyse, „Bildung“ = unabhängige Variable, „Parameterleistung im EST“ = abhängige Variable, Geschlecht = Kovariate.

14.1.5. Alter und Einfluss auf die Raumvorstellung

Da die Altersgruppe 40-58 aus nur 5 Personen besteht, wird diese für die weiteren Analysen nicht näher miteinbezogen, in Tabelle 26 scheinen die Ergebnisse zu informativen Zwecken auf. Die Gruppen, die aus den unter 27-Jährigen und 27 – 40-Jährigen bestehen, werden näher erläutert.

	n	score_21	SD	par_21	SD	K-S z	K-S p
< 27 Gesamt	80	10,83	4,47	0,14	1,18	0,709	0,696
< 27 Männer	34	13,18	4,11	0,77	1,12	0,629	0,824
< 27 Frauen	46	9,09	3,93	-0,32	1,01	0,908	0,382
27 - 40 Gesamt	65	11,15	3,95	0,23	1,01	0,654	0,785
27 - 40 Männer	34	11,79	4,10	0,40	1,06	0,536	0,936
27 - 40 Frauen	31	10,45	3,72	0,05	0,94	0,588	0,879
40 - 58	5	10,80	3,42	0,13	0,81	-	-
40 - 58 Männer	4	12,00	2,45	0,41	0,57	-	-
40 - 58 Frauen	1	6	-	-1,03	-	-	-

Tab. 25: Altersgruppen, Geschlecht, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtscores (sco_21), der EST-Parameter (par_21) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Vergleich der 2 Altersgruppen:

Die Altersgruppe < 27 erzielte einen Gesamtrohwert von 10,83 (SD: 4,47) und einen EST-Parameter von 0,14 (SD: 1,18). Die Altersgruppe 27 – 40 erzielte einen Gesamtrohscore von 11,15 (SD: 3,95) und einen EST-Parameter von 0,23 (SD: 1,01).

Ein Vergleich der Altersgruppen mittels einer Kovarianzanalyse, wobei der Faktor Geschlecht kontrolliert werden würde, ist aufgrund der nicht vorhandenen Homogenität der Regressionsgeraden ($p = 0,036$) unmöglich.

Daher werden die Altersgruppen, nach Geschlechtern getrennt, mittels t-Test für unabhängige Stichproben verglichen.

Es wird der Frage nachgegangen, ob sich die unter 27-jährigen Männer von den 27 – 40 jährigen Männern unterscheiden. Bei Frauen wird ebenfalls der Frage nachgegangen, ob sich die Altersgruppen voneinander unterscheiden.

Männer:

Die unter 27-jährigen Männer erreichen einen Rohscore von 13,18 (SD: 4,11) und einen EST-Parameter von 0,77 (SD: 1,12) (siehe Tab. 26).

Die 27 – 40 jährigen Männer erreichen eine Rohscore von 11,79 (SD: 4,10) und einen EST-Parameter von 0,40 (SD: 1,06) (siehe Tab. 26).

Die Voraussetzungen für den t-Test für unabhängige Stichproben sind gegeben.

Mit $p = 0,164$ ist kein signifikanter Unterschied zwischen den Männern der Altersgruppe < 27 und den Männern der Altersgruppe $27 - 40$ (Tab. 27) vorhanden ($d = 0,35$).

	n	Levene-Test		t-Test			d
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
Männer :							
< 27 vs.	34	0,068	0,795	1,407	66	0,164	0,35
27 - 40	34						

Tab. 26: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)), Effektstärke d.

Frauen:

Die unter 27-jährigen Frauen erreichen einen Wert von 9,09 (SD: 3,93) und einen EST-Parameter von -0,32 (SD: 1,01) (siehe Tab. 26).

Die 27 – 40 jährigen Frauen erreichen einen Wert von 10,45 (SD: 3,72) und einen EST-Parameter von 0,05 (SD: 0,94) (Tab. 26).

Mittels des t-Tests für unabhängige Stichproben werden die beiden Altersgruppen miteinander verglichen.

Die Voraussetzungen zur Berechnung des t-Tests sind gegeben. Es gibt keinen signifikanten Unterschied in der Raumvorstellung zwischen unter 27 jährigen und 27 – 40 jährigen Frauen, was mittels $p = 0,114$ zum Ausdruck kommt (Tab. 28) ($d = 0,18$).

	n	Levene-Test		t-Test			d
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
Frauen :							
< 27 vs.	46	0,897	0,347	-1,601	75	0,114	0,18
27 - 40	31						

Tab. 27: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)); Effektstärke d.

Geschlechtsunterschiede:

Es wird der Frage nachgegangen, ob es in beiden Altersgruppen einen signifikanten Geschlechtsunterschied gibt.

Gruppe der unter 27 - Jährigen:

Die unter 27-jährigen Männer erreichen einen Rohscore von 13,18 (SD: 4,11) und einen EST-Parameter von 0,77 (SD: 1,12), die unter 27-jährigen Frauen erreichen einen Wert von 9,09 (SD: 3,93) und einen EST-Parameter von -0,32 (SD: 1,01).

Die Voraussetzungen zur Berechnung des t-Tests sind gegeben. Durch den t-Test für unabhängige Stichproben werden die unter 27-Jährigen auf signifikante Geschlechtsunterschiede in der Raumvorstellung überprüft.

	n	Levene-Test		t-Test			d
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
< 27 Männer vs. Frauen	34 46	0,024	0,878	4,548	78	<0,001	1,03

Tab. 28: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)) und Effektstärke d.

In der Gruppe der unter 27-Jährigen ist der Geschlechtsunterschied mit $p < 0,001$ signifikant ($d = 1,03$).

27 – 40:

Die 27 – 40 jährigen Männer erreichen einen Rohscore von 11,79 (SD: 4,10) und einen EST-Parameter von 0,40 (SD: 1,06), die 27 – 40 jährigen Frauen erreichen einen Wert von 10,45 (SD: 3,72) und einen EST-Parameter von 0,05 (SD: 0,94). Die Voraussetzungen zur Berechnung des t-Tests sind gegeben. Mit $p = 0,165$ ist der Geschlechtsunterschied in dieser Gruppe nicht signifikant ($d = 0,36$).

	n	Levene-Test		t-Test			d
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
27 - 40 Männer vs. Frauen	34 31	0,432	0,514	1,406	63	0,165	0,36

Tab. 29: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)), Effektstärke d.

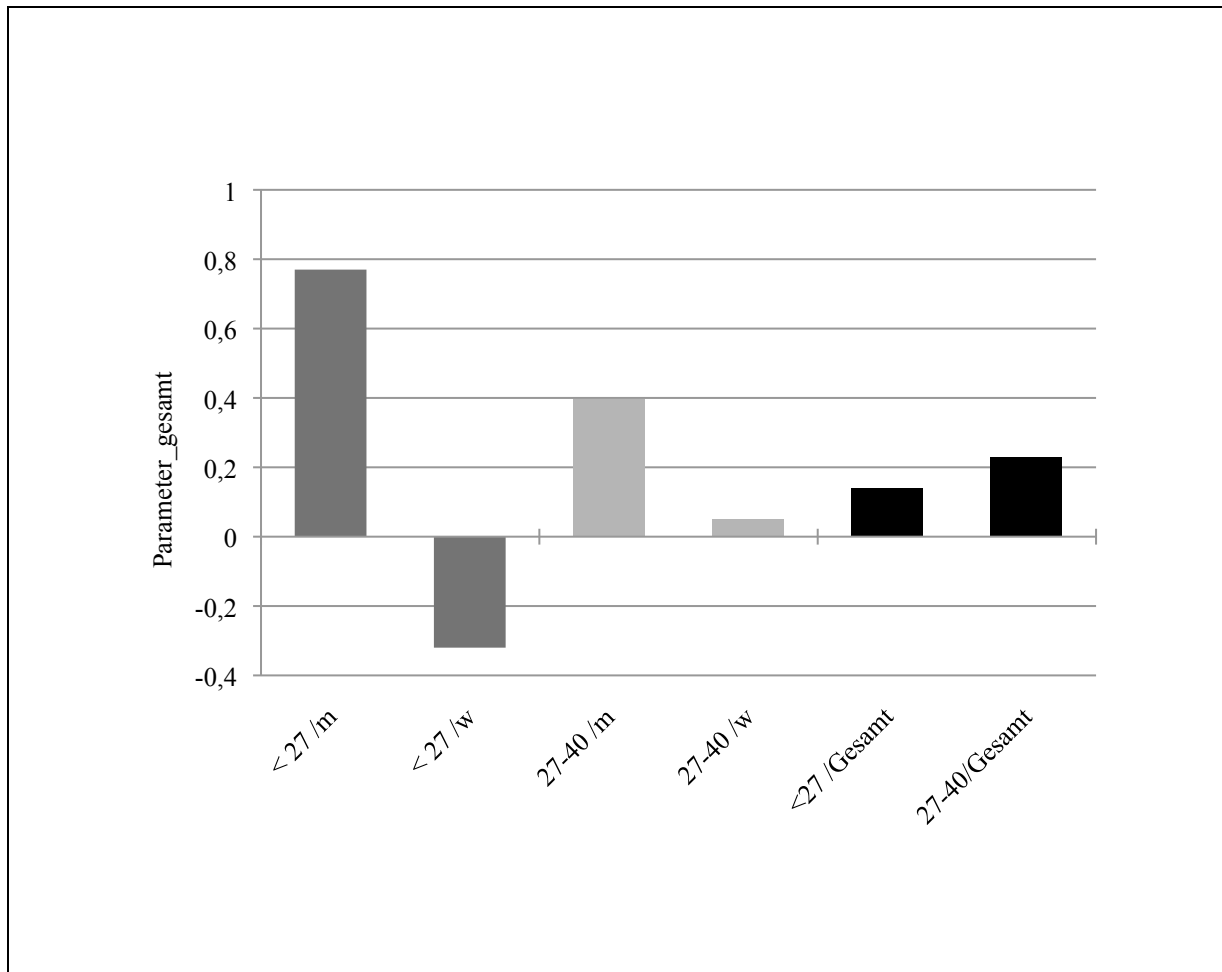


Abb. 13: Altersgruppen <27/ 27- 40, nach Geschlechtern getrennt, Gesamtparameter; Altersgruppen <27/ 27- 40, Gesamtstichprobe, Gesamtparameter.

14.1.6. DG Unterricht und Auswirkungen auf die Raumvorstellung

Gesamttest:

DG-Erfahrung wiesen 73 Personen auf, diese erreichten einen Rohscore von 11,81 (SD: 4,31) und einen EST-Parameter von 0,40 (SD: 1,15). Die Gruppe setzte sich aus 48 Männern und 25 Frauen zusammen.

Keine DG-Erfahrung hatten 77 Personen, welche einen Rohscore von 10,17 (SD: 3,96) und einen EST-Parameter von -0,03 (SD: 1,01) erzielten. Bei dieser Gruppe waren 24 Männer und 53 Frauen an den Testungen beteiligt (Tab. 31).

Geschlecht	DG	n	sco_21	SD	par_21	SD	K-S z	K-S p
Männer	ja	48	13,04	3,82	0,74	1,04	0,778	0,580
	nein	24	11,29	4,32	0,24	1,10	0,696	0,718
Frauen	ja	25	9,44	4,28	- 0,24	1,098	0,630	0,823
	nein	53	9,66	3,72	- 0,16	0,95	0,800	0,544
Insgesamt	ja	73	11,81	4,31	0,40	1,15	0,675	0,753
	nein	77	10,17	3,96	-0,03	1,01	0,966	0,308

Tab. 30: Geschlecht, Darstellende Geometrie, ja/nein und zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtscores (sco_21), der EST-Parameter (par_21) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Um dem Einfluss des DG-Unterrichts nachzugehen, wird eine Kovarianzanalyse mit dem Faktor Geschlecht als Kovariate gerechnet.

Die Voraussetzungen sind gegeben, die Homogenität der Regressionsgeraden wird ebenfalls nachgewiesen ($p = 0,109$).

Auf den Gesamtparameterwert bezogen, resultiert ein höchst signifikanter Unterschied der Geschlechter ($p < 0,001$).

Bezieht man das Geschlecht als Kovariate ein, so resultiert kein signifikanter Unterschied beim Vergleich der Gruppen ($p = 0,274$) (siehe Tab. 32).

	Kovarianzanalyse				
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	22,743	2	11,372	10,686	< 0,001
Konstanter Term	19,805	1	19,805	18,611	< 0,001
DG	1,282	1	1,282	1,205	0,274
Geschlecht	15,639	1	15,639	14,697	< 0,001
DG*Geschlecht	2,743	1	2,743	2,606	0,109
Fehler	156,428	147	1,064		
Gesamt	183,993	150			
Korrigierte Gesamtvariation	179,171	149			

Tab. 31: Ergebnisse der Kovarianzanalyse, „Dg ja /nein“ = unabhängige Variable, „Parameterleistung im EST“ = abhängige Variable, Geschlecht = Kovariate.

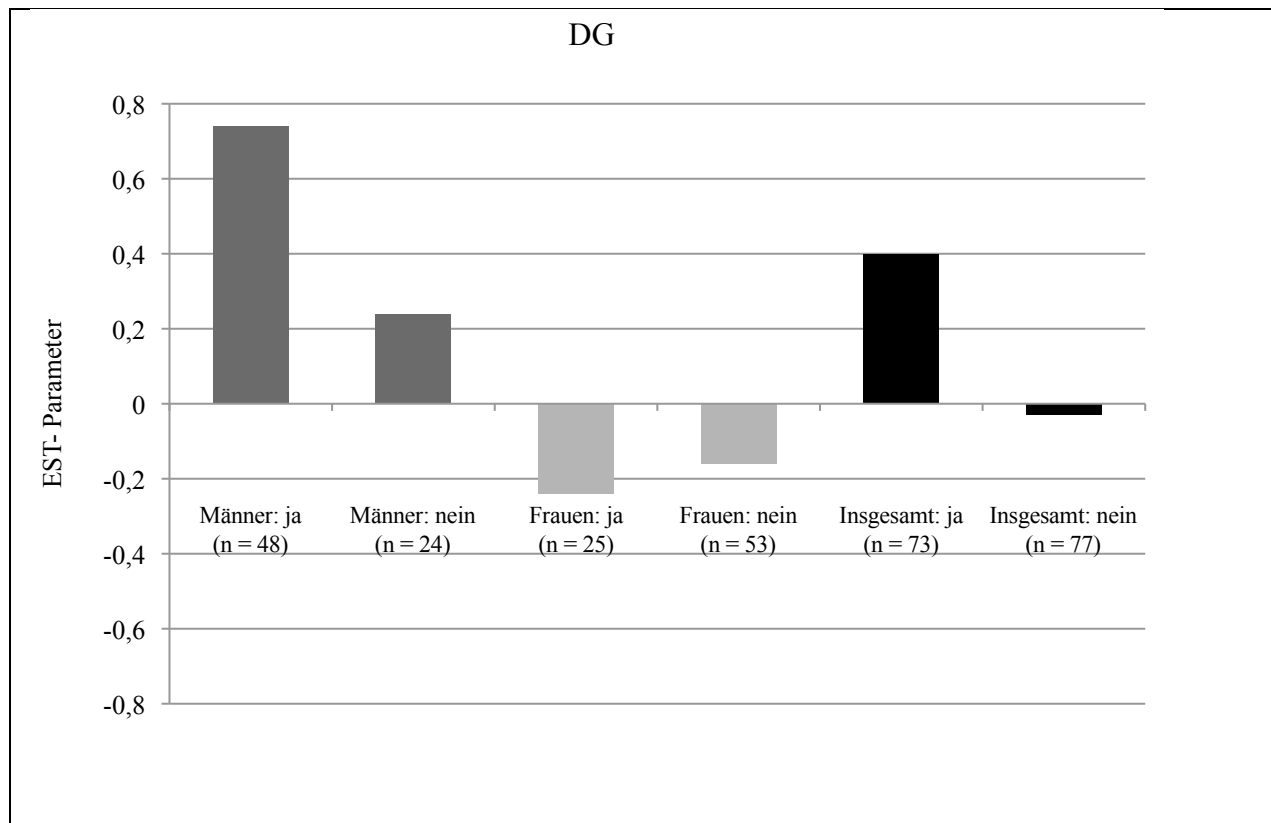


Abb. 14: EST- Gesamtparameter; DG ja /nein, nach Geschlechtern getrennt, Gesamtstichprobe.

14.1.7. Händigkeit und Auswirkungen auf die Raumvorstellung

Von den insgesamt 150 Personen bezeichneten sich 130 als rechtshändig und 20 als linkshändig. Von den 130 Rechtshändern waren 61 Männer und 69 Frauen. Die Linkshänder setzten sich aus 11 Männern und 9 Frauen zusammen.

Auf die Gesamtleistung bezogen, erzielten die Linkshänder einen Rohscore von 12 (SD: 4,30) und einen EST-Parameter von 0,40 (SD: 1,12) und die Rechtshänder erreichten einen Rohscore von 10,81 (SD: 4,18) und einen EST-Parameter von 0,15 (SD: 1,09).

Geschlecht	Händigkeit	n	Mw / sco_21	SD	Mw / par_21	SD	K-S z	K-S p
Männer	Links	11	13,73	3,07	0,86	0,77	0,489	0,971
	Rechts	61	12,23	4,18	0,52	1,12	0,877	0,425
Frauen	Links	9	9,89	4,81	-0,17	1,26	1,024	0,245
	Rechts	69	9,55	3,78	-0,19	0,96	0,691	0,726
Insgesamt	Links	20	12	4,30	0,40	1,12	0,908	0,382
	Rechts	130	10,81	4,18	0,15	1,09	0,846	0,472

Tab. 32: Geschlecht, Händigkeit und zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtscores (sco_21), der EST-Parameter (par_21) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Kovarianzanalyse:

Die Voraussetzungen sind vorhanden, die Homogenität der Regressionsgeraden ist mit $p = 0,529$ ebenfalls gegeben (Tab. 34).

Die Kovariate Geschlecht hat einen signifikanten Einfluss (Tab. 34).

Mit $p = 0,443$ existiert kein signifikanter Unterschied zwischen Linkshändern und Rechtshändern in Bezug auf den Gesamtttest (Tab. 34).

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	22,092	2	11,046	10,337	< 0,001
Konstanter Term	19,590	1	19,590	18,333	< 0,001
Handed	0,631	1	0,631	0,590	0,443
Geschlecht	20,994	1	20,994	19,647	< 0,001
Handed*Geschlecht	0,428	1	0,428	0,399	0,529
Fehler	157,079	147	1,069	-	-
Gesamt	183,993	150	-	-	-
Korrigierte Gesamtvariation	179,171	149	-	-	-

Tab. 33: Ergebnisse der Kovarianzanalyse, „Händigkeit“ = unabhängige Variable, „Parameterleistung im EST“ = abhängige Variable, Geschlecht = Kovariate.

Leistungsveränderung:

Pre-Test:

Die 20 Linkshänder erreichten hier einen Rohscore von 4,5 (SD: 1,47) und einen EST-Parameter von 0,74 (SD: 1,10). Die Rechtshänder erzielten einen Rohscore von 3,6 (SD: 1,75) und einen EST-Parameter von 0,09 (SD: 1,38) (Abb. 15).

Geschlecht	Händigkeit	n	sco_pre	SD	par_pre	SD	K-S z	K-S p
Männer	Links	11	5	1,26	1,11	1,02	0,937	0,344
	Rechts	61	4,11	1,68	0,47	1,30	1,224	0,100
Frauen	Links	9	3,89	1,54	0,28	1,07	0,666	0,767
	Rechts	69	3,17	1,70	-0,25	1,37	1,262	0,083
Insgesamt	Links	20	4,5	1,47	0,74	1,10	1,128	0,157
	Rechts	130	3,6	1,75	0,09	1,38	1,265	0,081

Tab. 34: Geschlecht, Händigkeit und zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Scores zum 1. Testzeitpunkt (sco_pre), der EST-Parameter zum 1. Testzeitpunkt (par_pre) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Da die Geschlechtsaufteilung unterschiedlich ist, wird eine Kovarianzanalyse mit dem Faktor Geschlecht als Kovariate berechnet. Die Voraussetzungen sind gegeben, die Homogenität der Regressionsgeraden ist mit $p = 0,842$ ebenfalls vorhanden.

Die Kovariate Geschlecht ist signifikant ($p = 0,001$), die Linkshänder unterscheiden sich hierbei nicht signifikant von den Rechtshändern ($p = 0,062$).

	Kovarianzanalyse				
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	27,159	2	13,580	8,014	< 0,001
Konstanter Term	28,476	1	28,476	16,805	< 0,001
Handed	5,986	1	5,986	3,533	0,062
Geschlecht	19,892	1	19,892	11,739	0,001
Handed*Geschlecht	0,068	1	0,068	0,040	0,842
Fehler	249,088	147	1,694		
Gesamt	280,863	150			
Korrigierte Gesamtvariation	276,247	149			

Tab. 35: Ergebnisse der Kovarianzanalyse, „Händigkeit“ = unabhängige Variable, „Parameterleistung im EST zum Testzeitpunkt 1“ = abhängige Variable, Geschlecht = Kovariate.

Da sich die Pretestwerte nicht signifikant voneinander unterscheiden, ist ein Vergleich der Parameterdifferenzen zulässig.

Zum zweiten Testzeitpunkt erreichen die Linkshänder einen Rohscore von 7,5 (SD: 3,27) und einen EST - Parameter von 0,19 (SD: 1,38). Die Rechtshänder erzielen einen Rohscore von 7,19 (SD: 2,89) und einen EST – Parameter von 0,17 (SD: 1,13) (Abb. 15).

Geschlecht	Händigkeit	n	sco_post	SD	par_post	SD	K-S z	K-S p
Männer	Links	11	8,73	2,57	0,71	0,95	0,666	0,767
	Rechts	61	8,11	2,97	0,54	1,18	0,966	0,308
Frauen	Links	9	6	3,54	-0,45	1,59	0,651	0,790
	Rechts	69	6,38	2,57	-0,16	0,99	0,716	0,685
Insgesamt	Links	20	7,5	3,27	0,19	1,38	0,978	0,294
	Rechts	130	7,19	2,89	0,17	1,13	1,290	0,072

Tab. 36: Geschlecht, Händigkeit und zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Scores zum 2. Testzeitpunkt (sco_post), und der EST-Parameter zum 2. Testzeitpunkt (par_post) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Die Parameterdifferenz beträgt bei den Linkshändern -0,55 (SD: 1,15) und bei den Rechtshändern 0,08 (SD: 1,17).

	Händigkeit	n	Par_diff	SD	K-S z	K-S p
Insgesamt	Links	20	-0,55	1,15	0,542	0,931
	Rechts	130	0,08	1,17	1,065	0,206

Tab. 37: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der EST-Parameterdifferenz (Par_diff) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Die Voraussetzungen zur Berechnung des t-Tests für unabhängige Stichproben sind gegeben. Vergleicht man die Parameterdifferenz mit einem t-Test für unabhängige Stichproben, so resultieren mit $p = 0,026$ signifikant unterschiedliche Differenzen zwischen Rechts- und Linkshändern (Tab. 39) wobei sich die Linkshänder im Vergleich zu den Rechtshändern in der Raumvorstellungsleistung signifikant verschlechterten ($d = 0,54$).

				Parameterdifferenz			
	n	Levene Test		t-Test			d
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
Gesamtstichprobe							
Testleistung /							
Linkshänder vs.	20	0,069	0,793	-2,249	148	0,026	0,54
Rechtshänder	130						

Tab. 38: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)). Effektstärke d.

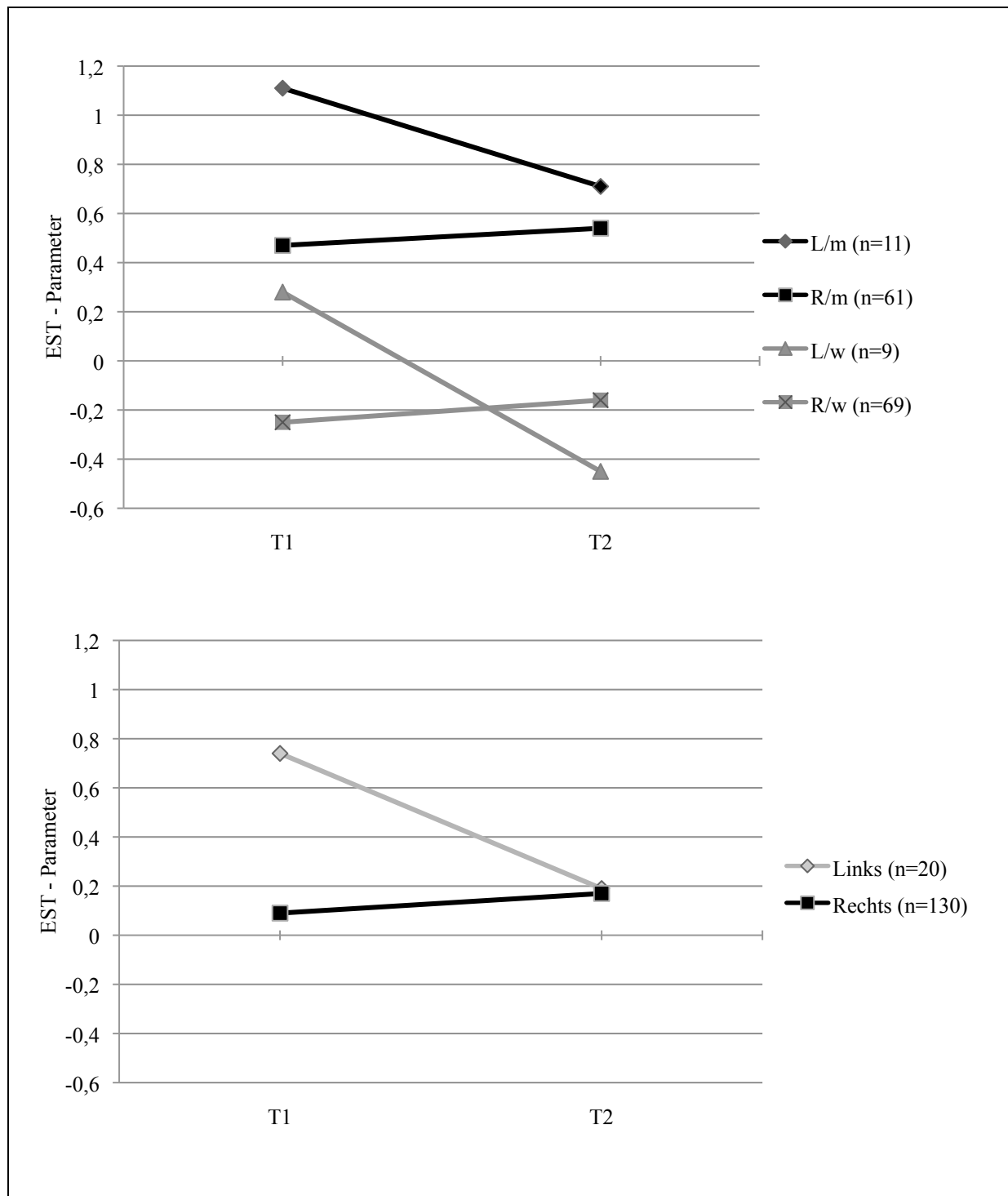


Abb. 15: EST Leistung zum Zeitpunkt 1 und 2, nach Händigkeit und Geschlechtern getrennt / EST Leistung zum Zeitpunkt 1 und 2, nach Händigkeit getrennt. L/Links = Linkshändigkeit, R/Rechts = Rechtshändigkeit, m = männlich, w = weiblich.

14.1.8. Bearbeitungszeit

Die Daten von 5 Personen flossen nicht in die Analysen ein, da die Zeitangaben unseriös beziehungsweise gar nicht ausgefüllt wurden. Somit wurden die Daten der Bearbeitungszeit von 145 Personen zur Auswertung herangezogen.

Gruppenunterschiede:

Es wird näher untersucht, ob es Unterschiede zwischen den Gruppen in der Gesamtbearbeitungszeit gibt.

Die Anfängerschwimmer erzielen eine Bearbeitungszeit von 13,49 Minuten (SD: 3,41), die fortgeschrittenen Schwimmer erreichen eine Bearbeitungszeit von 14,19 Minuten (SD: 5,02) und die Krafttrainingsgruppe erzielt eine Bearbeitungszeit von 13,09 Minuten (SD: 3,39).

	n	Gesamtbearbeitungszeit	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmer	45	13,49	3,41	0,922	0,364
Fortgeschrittene Schwimmer	47	14,19	5,02	0,862	0,447
Krafttraining	53	13,09	3,39	0,537	0,935

Tab. 39: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtbearbeitungszeit und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Es wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse angewandt, die Voraussetzungen sind gegeben:
Mit $p = 0,388$ resultiert kein signifikanter Unterschied in der Gesamtbearbeitungszeit zwischen den Gruppen (Tab. 45).

	n	Levene - Test		Anova		
		F	Sig.	Quadrat summe	df	Sig. (2-seitig)
Anfängerschwimmen	45	3,068	0,05	30,440	2	0,388
Fortgeschrittenes Schwimmen	47					
Krafttraining	53					

Tab. 40: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in der Gesamtbearbeitungszeit zwischen den Gruppen.

Geschlechtsunterschiede:

Ob es Geschlechtsunterschiede bezüglich der Gesamtbearbeitungszeit gibt, soll erläutert werden.

Die Männer brauchten für die Bearbeitung insgesamt 13,92 Minuten (SD: 4,26), die Frauen benötigten 13,24 Minuten (SD: 3,73).

	n	Gesamtbearbeitungszeit in Minuten	SD	K-S z	K-S p
Männer	71	13,92	4,26	0,777	0,582
Frauen	74	13,24	3,73	0,805	0,536
Insgesamt	145	13,57	3,99	1,143	0,147

Tab. 41: Geschlecht, Gesamtstichprobe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtbearbeitungszeit in Minuten und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Die Voraussetzungen für einen t-Test für unabhängige Stichproben sind gegeben.

Es resultiert mit $p = 0,313$ kein signifikanter Unterschied in der Bearbeitungszeit zwischen Männern und Frauen ($d = 0,17$).

		Levene-Test		t-Test			d
	n	F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
Bearbeitungszeit Männer vs Frauen	71 74	2,492	0,117	1,013	143	0,313	0.17

Tab. 42: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)). Effektstärke d.

Altersunterschiede:

Es wird ebenfalls untersucht, ob sich die Bearbeitungszeit in Bezug auf die verschiedenen Altersgruppen unterscheidet.

Es werden die Daten der unter 27-Jährigen mit denen der 27 – 40 Jährigen verglichen.

Die Altersgruppe der unter 27-Jährigen erzielte eine Bearbeitungszeit von 13,10 Minuten (SD: 4,17), die Altersgruppe der 27 – 40 Jährigen erreichte eine Bearbeitungszeit von 14,17 Minuten (SD: 3,70).

	n	Gesamtbearbeitungszeit	SD	K-S z	K-S p
< 27 Gesamt	77	13,10	4,17	1,086	0,189
< 27 Männer	34	13,41	4,08	0,921	0,365
< 27 Frauen	43	12,86	4,28	0,904	0,388
27 - 40 Gesamt	63	14,17	3,70	0,881	0,419
27 - 40 Männer	33	14,45	4,40	0,646	0,799
27 - 40 Frauen	30	13,87	2,76	0,757	0,615
40 – 58 Gesamt	5	13,20	4,66		-
40 - 58 Männer	4	13,75	5,19	-	-
40 - 58 Frauen	1	11	-	-	-

Tab. 43: Altersgruppen, Geschlecht und zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtbearbeitungszeit, und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.

Da es keine signifikanten Geschlechtsunterschiede in der Bearbeitungszeit gibt, wird eine Kovarianzanalyse mit dem Geschlechtsfaktor als Kovariate außer Acht gelassen und ein t-Test für unabhängige Stichproben gerechnet, die Voraussetzungen sind dafür gegeben.

Mit $p = 0,114$ resultieren keine signifikanten Bearbeitungszeitunterschiede zwischen den Altersgruppen ($d = 0,27$) (Tab. 43).

		Levene-Test		t-Test			d
	n	F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
Bearbeitungszeit < 27 vs. 27 - 40	77 63	0,061	0,805	-1,589	138	0,114	0,27

Tab. 44: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)); Effektstärke d.

14.2. Stimmung

14.2.1. Effektstärken

In der vorliegenden Arbeit kommt die Effektstärkenberechnung nach Cohen (1988) zur Anwendung, wobei eine Effektstärke von $\geq 0,2$ als klein, von $\geq 0,5$ als mittel und von $\geq 0,8$ als groß bezeichnet wird (Cohen, 1988). Ein negatives Vorzeichen vor der Effektstärke beschreibt eine Abnahme der Stimmung in der jeweiligen Skala, ein positives Vorzeichen kennzeichnet eine Zunahme der Stimmung in der jeweiligen Skala.

Es werden die Werte in den Skalen Niedergeschlagenheit, Tatendrang, Müdigkeit und Misstrauen des POMS vor und nach dem jeweiligen Sport berechnet und miteinander verglichen.

Die Standardabweichungen, welche in die Berechnung eingehen, werden an der Standardabweichung der Testwerte zum ersten Zeitpunkt (SDprä) standardisiert. Auf die Berechnung der gepoolten Standardabweichung wird deswegen verzichtet, da sich einige Standardabweichungen der zu vergleichenden Werte zu stark voneinander unterscheiden (vgl. Maier-Riehle & Zwingmann, 2000) und nach Kline (2004) nicht heterogen sind.

Bortz und Döring (2006) führen an, dass die Mittelwertsdifferenzen an SDprä standardisiert werden sollten, besonders dann, wenn damit zu rechnen ist, dass das Treatment auch die Standardabweichung verändert.

14.2.2. Gruppenspezifische Stimmungsveränderungen

Nachfolgend werden die Voraussetzungen für einen t-Test für unabhängige Stichproben überprüft. Mittels „Kolmogorov-Smirnov-Test für eine Stichprobe“ werden die einzelnen Gruppen zum ersten und zweiten Testzeitpunkt auf eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung getestet und der Levene-Test wird danach eingesetzt, um die Homogenität der Varianzen zu berechnen. In der anschließenden Präsentation wird kurz erwähnt, dass die Voraussetzungen gegeben sind, falls diese im Vorhinein erfüllt wurden.

Vg1/Anfängerschwimmer:

Niedergeschlagenheit:

Zum ersten und zum zweiten Zeitpunkt wird mittels Kolmogorov-Smirnov-Test eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung festgestellt (Tab. 46/ Tab. 47), somit wurden die Voraussetzungen für den t-Test verletzt.

Mittels Wilcoxon Signed-Rank Test wird bei einem Z-Wert von -5,517 ein höchst signifikanter Unterschied mit einem p-Wert von $< 0,001$ erzielt (Tab. 48). Im Vergleich zum Testzeitpunkt 1 (Mw: 7,21) ist die Niedergeschlagenheit zum Testzeitpunkt 2 (Mw: 2,23) signifikant niedriger ($d = -0,66$).

Tatendrang:

Da die Normalverteilung zu beiden Testzeitpunkten gegeben ist, wird ein t-Test für abhängige Stichproben berechnet (Tab. 49). Mit $p = 0,041$ besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Testzeitpunkten T1 (Mw: 17,90) und T2 (Mw: 21,17) ($d = 0,39$).

Müdigkeit:

Die Normalverteilung ist zu beiden Testzeitpunkten gegeben (Tab. 46 / Tab. 47). Mittels t-Test für abhängige Stichproben wird die Signifikanz überprüft, mit $p = 0,922$ existiert kein signifikanter Unterschied zwischen T1 (Mw: 13,88) und T2 (Mw: 13,71) ($d = -0,02$).

Missmut:

Da zu T2 keine Normalverteilung vorhanden ist (Tab. 47), wird mittels Wilcoxon Signed-Rank Test die Signifikanz der Wertunterschiede ermittelt (Tab. 48). Es wird mit $p < 0,001$ ein höchst signifikanter Unterschied zwischen T1 (Mw: 5,94) und T2 (Mw: 1,38) errechnet ($d = -0,62$).

Vg2/ Fortgeschrittene Schwimmer:

Niedergeschlagenheit:

Da zu T1 und zu T2 keine Normalverteilung gegeben ist (Tab. 46/ Tab. 47), wird der Wilcoxon Signed-Rank Test vorgegeben (Tab. 48). Mit $p < 0,001$ ist der Unterschied zwischen T1 (Mw: 7,29) und T2 (Mw: 1,76) höchst signifikant ($d = -0,61$).

Tatendrang:

Da die Voraussetzungen gegeben sind, wird der t-Test für abhängige Stichproben gerechnet (Tab. 49). Mit $p = 0,558$ unterscheiden sich die Werte zu T1 (Mw: 18,55) und T2 (Mw: 19,37) nicht signifikant voneinander ($d = 0,1$).

Müdigkeit:

Die Voraussetzungen sind gegeben, somit ist es möglich, die Signifikanz mittels t-Test für abhängige Stichproben zu überprüfen (Tab. 49). Mit $p = 0,107$ ist der Unterschied zwischen T1 (Mw: 13,20) und T2 (Mw: 16) nicht signifikant ($d = 0,34$).

Missmut:

Da zu T1 und T2 keine Normalverteilung gegeben ist (Tab. 46 / Tab. 47), wird der Wilcoxon Signed-Rank Test angewandt. Mit $p < 0,001$ ist der Wert zu T1 (Mw: 4,20) signifikant größer als der Wert zu T2 (Mw: 1,14) ($d = -0,56$).

Kg/ Krafttraining:

Niedergeschlagenheit:

Da zu T1 und T2 keine Normalverteilung gegeben ist (Tab. 46/ Tab. 47), wird der Wilcoxon Signed-Rank Test vorgegeben (Tab. 48). Mit $p < 0,001$ resultiert ein signifikanter Unterschied zwischen T1 (Mw: 7,32) und T2 (Mw: 3,49) ($d = -0,46$).

Tatendrang:

Da die Normalverteilung zu T1 und zu T2 gegeben ist (Tab. 46/ Tab. 47), wird ein t-Test für abhängige Stichproben zur Überprüfung der Signifikanz gerechnet (Tab. 49).

Zwischen T1 (Mw: 19,64) und T2 (Mw: 21,68) gibt es keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,071$) ($d = 0,29$).

Müdigkeit:

Die Voraussetzungen sind erfüllt, daher wird der t-Test für abhängige Stichproben vorgegeben (Tab. 49). Mit $p = 0,311$ tritt kein signifikanter Unterschied zwischen dem Wert zu T1 (Mw: 12,72) und dem Wert zu T2 (Mw: 14,17) auf ($d = 0,18$).

Missmut:

Zu T1 und T2 existiert keine Normalverteilung (Tab. 46/ Tab. 47), daher wird der Wilcoxon Signed-Rank Test gerechnet (Tab. 48). Mit $p < 0,001$ liegt ein höchst signifikanter Unterschied zwischen den Werten zu T1 (Mw: 4,96) und T2 (Mw: 1,89) vor ($d = -0,50$).

Stichprobe	n	Mw	SD	K-S z	K-S p
Vg1					
Niedergeschlagenheit	48	7,21	7,49	1,440	0,032
Tatendrang	48	17,90	8,36	0,570	0,901
Müdigkeit	48	13,88	8,63	0,570	0,901
Missmut	48	5,94	6,68	1,296	0,069
Vg2					
Niedergeschlagenheit	49	7,29	9,10	1,481	0,025
Tatendrang	49	18,55	8,15	0,587	0,881
Müdigkeit	49	13,20	8,18	1,035	0,235
Missmut	49	4,20	5,50	1,590	0,013
K					
Niedergeschlagenheit	53	7,32	8,25	1,478	0,025
Tatendrang	53	19,64	7,12	0,609	0,852
Müdigkeit	53	12,72	8,01	0,599	0,866
Missmut	53	4,96	6,10	1,513	0,021

Tab. 45: Poms-Skalen, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe zum Testzeitpunkt 1.

Stichprobe	n	Mw	SD	K-S z	K-S p
Vg1					
Niedergeschlagenheit	48	2,23	4,01	2,002	0,001
Tatendrang	48	21,17	8,31	0,595	0,871
Müdigkeit	48	13,71	9,14	0,647	0,797
Missmut	48	1,38	2,96	2,250	< 0,001
Vg2					
Niedergeschlagenheit	49	1,76	3,19	2,299	< 0,001
Tatendrang	49	19,37	7,52	0,806	0,535
Müdigkeit	49	16,00	9,26	0,510	0,957
Missmut	49	1,14	1,81	2,435	< 0,001
K					
Niedergeschlagenheit	53	3,49	5,86	2,006	0,001
Tatendrang	53	21,68	6,68	0,735	0,652
Müdigkeit	53	14,17	8,30	0,569	0,902
Missmut	53	1,89	3,18	2,380	< 0,001

Tab. 46: Poms-Skalen, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe zum Testzeitpunkt 2.

					Wilcoxon Signed-Rank Test		d
	n	Ränge					
		Negative Ränge	Positive Ränge	Bindungen	Z	Sig. (2-seitig)	
Anfängerschwimmen							
Niedergeschlagenheit	48	41	2	5	-5,517	< 0,001	- 0,66
Missmut	48	35	2	11	-5,220	< 0,001	- 0,62
Fortgeschrittenes Schwimmen							
Niedergeschlagenheit	49	38	2	9	-5,332	< 0,001	- 0,61
Missmut	49	29	4	16	-4,396	< 0,001	- 0,56
Krafttraining							
Niedergeschlagenheit	53	41	4	8	-4,930	< 0,001	- 0,46
Missmut	53	31	6	16	-4,277	< 0,001	- 0,50

Tab. 47: Wilcoxon Signed-Rank Test, Gruppen und Poms-Skalen für Niedergeschlagenheit und Missmut, Ränge, Z-Wert, und 2-seitige Signifikanz (Sig. 2-seitig).

	n	t-Test für abhängige Stichproben				d
Anfängerschwimmen			T	df	Sig. (2-seitig)	
Tatendrang	48		-2,102	47	0,041	0,39
Müdigkeit	48		0,098	47	0,922	-0,02
Fortgeschrittenes Schwimmen						
Tatendrang	49		-0,590	48	0,558	0,1
Müdigkeit	49		-1,642	48	0,107	0,34
Krafttraining						
Tatendrang	53		-1,844	52	0,071	0,29
Müdigkeit	53		-1,024	52	0,311	0,18

Tab. 48: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)).

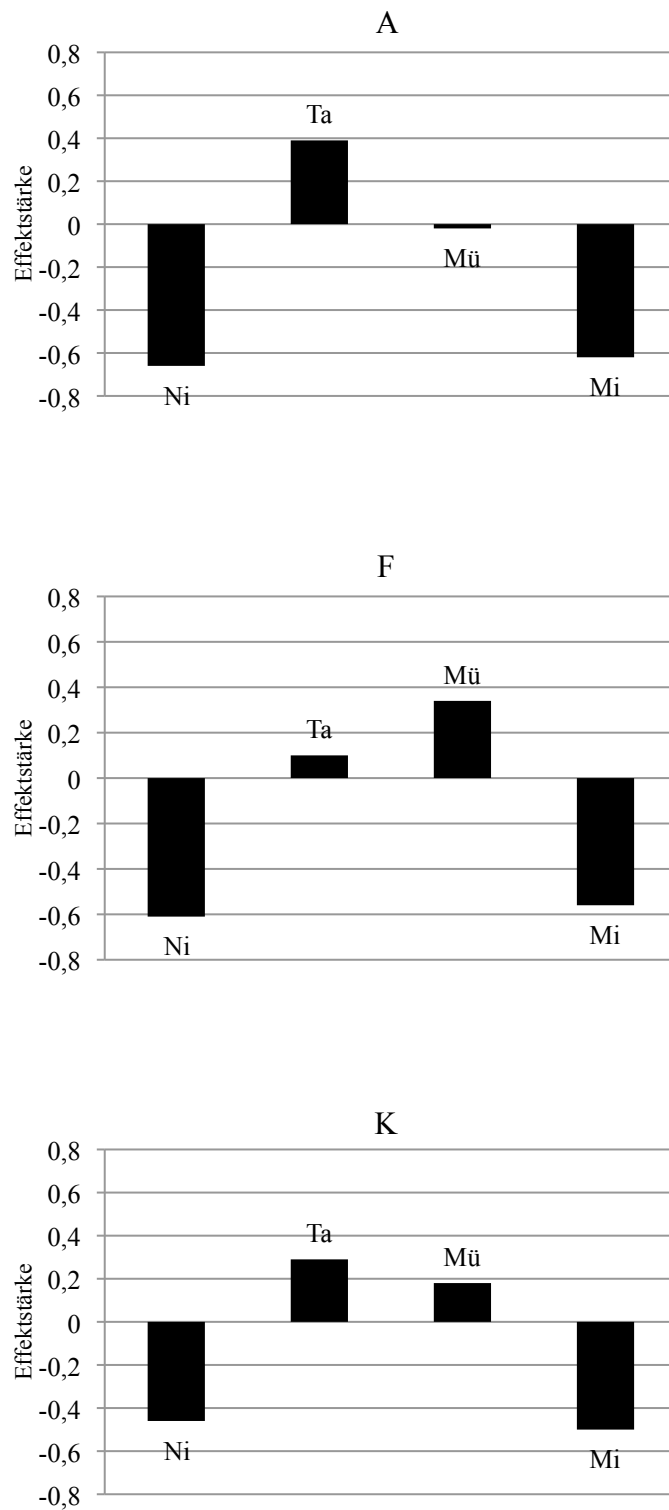


Abb. 16: Effektstärken der Poms Skalen / A = Anfängerschwimmer, F = Fortgeschrittene Schwimmer, K = Krafttraining /
 Ni = Niedergeschlagenheit, Ta = Tatendrang, Mü = Müdigkeit, Mi = Missmut.

14.2.3. Unterschiede der Stimmungsveränderungen zwischen den Gruppen

Mittels Kolmogorov-Smirnov-Test für eine Stichprobe werden die einzelnen Gruppen auf eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung überprüft, der Levene-Test wird eingesetzt, um die Homogenität der Varianzen zu überprüfen. Falls diese Voraussetzungen erfüllt sind, wird das bei der Ergebnispräsentation erwähnt.

Danach werden mittels einer einfaktoriellen Varianzanalyse bzw. mittels Kruskal-Wallis Test die Prä-Testwerte der Poms-Skalen verglichen. Bei nicht signifikant voneinander abweichenden Werten, also bei vergleichbarer Stimmung vor dem Sport, ist es gerechtfertigt, die Differenzwerte der Skalen im Anschluss zu vergleichen. Somit entsteht die Möglichkeit zu eruieren, ob es Unterschiede in Bezug auf Stimmungsveränderungen zwischen den Gruppen gibt.

Niedergeschlagenheit:

Die Voraussetzungen für die einfaktorielle Varianzanalyse sind nicht gegeben, deswegen wird der Kruskal-Wallis Test gerechnet (Tab. 50).

Mit $p = 0,904$ ist kein signifikanter Unterschied bezüglich Niedergeschlagenheit zwischen Vg1, Vg2 und Kg zum 1. Testzeitpunkt vorhanden.

Tatendrang:

Da die Voraussetzungen für eine einfaktorielle Varianzanalyse gegeben sind, wird diese berechnet. Mit $p = 0,530$ resultiert kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen in der Skala Tatendrang (Tab. 51).

Müdigkeit:

Die Voraussetzungen für die einfaktorielle Varianzanalyse sind gegeben, somit wird diese berechnet.

Mit $p = 0,781$ ist kein signifikanter Unterschied bezüglich Müdigkeit zwischen Vg1, Vg2 und Kg zum 1. Testzeitpunkt vorhanden (Tab. 51).

Missmut:

Die Voraussetzungen für die einfaktorielle Varianzanalyse sind nicht gegeben, der Kruskal-Wallis Test wird angewendet (Tab. 50).

Mit $p = 0,311$ ist kein signifikanter Unterschied bezüglich Müdigkeit zwischen Vg1, Vg2 und Kg zum 1. Testzeitpunkt vorhanden (Tab. 50).

Kruskal – Wallis - Test					
Niedergeschlagenheit / T1	n	Mittlerer Rang	Chi - Quadrat	df	Asymptotische Signifikanz
Anfängerschwimmen vs.	48	77,50	0,203	2	0,904
Fortgeschrittenes Schwimmen vs.	49	73,54			
Krafttraining	53	75,50			
Missmut/ T1	n	Mittlerer Rang	Chi - Quadrat	df	Asymptotische Signifikanz
Anfängerschwimmen vs.	48	82,35	2,335	2	0,311
Fortgeschrittenes Schwimmen vs.	49	69,06			
Krafttraining	53	75,25			

Tab. 49: Kruskal-Wallis-Test, Mittlere Ränge, Testgröße Chi- Quadrat, Freiheitsgrade (df) und Signifikanz.

	n	Levene - Test		Anova		
Tatendrang / T1		Levene-Statistik	Sig.	Quadrat summe	df	Sig. (2-seitig)
Anfängerschwimmen vs.	48	1,408	0,248	79,003	2	0,530
Fortgeschrittenes Schwimmen vs.	49					
Krafttraining	53					
Müdigkeit / T1						
Anfängerschwimmen vs.	48	0,395	0,674	33,909	2	0,781
Fortgeschrittenes Schwimmen vs.	49					
Krafttraining	53					

Tab. 50: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in den Skalen Tatendrang und Müdigkeit zwischen den Gruppen.

Vergleich der Stimmungsdifferenzen:

Da sich die Baselinewerte in den Skalen Niedergeschlagenheit, Tatendrang, Müdigkeit und Missmut zwischen Vg1, Vg2 und Kg nicht signifikant voneinander unterscheiden, ist ein Vergleich der Stimmungsdifferenz zwischen dem ersten und dem zweiten Testzeitpunkt zulässig.

Um den Vergleich zu gewährleisten, werden die Differenzwerte mittels „Kolmogorov-Smirnov-Test für eine Stichprobe“ auf Normalverteilung geprüft, mittels Levene-Test wird die Homogenität der Varianzen eruiert, falls diese Voraussetzungen erfüllt sind, wird im Anschluss angegeben, dass dies zutrifft.

Stichprobe	n	Mw	SD	K-S z	K-S p
Vg1					
Niedergeschlagenheit	48	-4,98	5,74	1,224	0,100
Tatendrang	48	3,27	10,78	0,485	0,973
Müdigkeit	48	-0,17	11,74	1,206	0,109
Missmut	48	-4,56	5,25	1,244	0,091
Vg2					
Niedergeschlagenheit	49	-5,53	7,50	1,554	0,016
Tatendrang	49	0,82	9,68	0,514	0,954
Müdigkeit	49	2,80	11,92	0,504	0,961
Missmut	49	-3,06	4,68	1,834	0,002
K					
Niedergeschlagenheit	53	-3,83	4,88	1,204	0,110
Tatendrang	53	2,04	8,04	0,697	0,716
Müdigkeit	53	1,45	10,33	0,613	0,846
Missmut	53	-3,08	5,15	1,285	0,074

Tab. 51: Poms-Skalenwerte und Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests in Bezug auf Stimmungsdifferenzen.

Niedergeschlagenheit:

Da die Voraussetzungen für die einfaktorielle Varianzanalyse nicht gegeben sind, wird der Kruskal-Wallis-Test gerechnet (Tab. 53).

Mit $p = 0,732$ ist kein signifikanter Unterschied bezüglich der Stimmungsdifferenz in der Skala Niedergeschlagenheit zwischen Vg1, Vg2 und Kg vorhanden.

Tatendrang:

Da die Voraussetzungen für die einfaktorielle Varianzanalyse nicht gegeben sind, wird der Kruskal-Wallis-Test gerechnet (Tab. 53).

Mit $p = 0,427$ ist kein signifikanter Unterschied bezüglich der Stimmungsdifferenz in der Skala Tatendrang zwischen Vg1, Vg2 und Kg vorhanden.

Müdigkeit:

Alle Voraussetzungen sind erfüllt, um eine einfaktorielle Varianzanalyse durchzuführen.

Mit $p = 0,437$ tritt kein signifikanter Unterschied bezüglich der Stimmungsdifferenz in der Skala Müdigkeit zwischen Vg1, Vg2 und Kg auf (Tab. 54).

Missmut:

Da die Voraussetzungen für die einfaktorielle Varianzanalyse nicht gegeben sind, wird der Kruskal-Wallis-Test gerechnet (Tab. 53).

Mit $p = 0,157$ ist kein signifikanter Unterschied bezüglich der Stimmungsdifferenz in der Skala Missmut zwischen Vg1, Vg2 und Kg vorhanden.

Kruskal -Wallis -Test / Stimmungsveränderung					
Niedergeschlagenheit	n	Mittlerer Rang	Chi - Quadrat	df	Asymptotische Signifikanz
Anfängerschwimmen vs.	48	72,98	0,623	2	0,732
Fortgeschrittenes Schwimmen vs.	49	73,93			
Krafttraining	53	79,24			
Tatendrang	n	Mittlerer Rang	Chi - Quadrat	df	Asymptotische Signifikanz
Anfängerschwimmen vs.	48	81,14	1.703	2	0,427
Fortgeschrittenes Schwimmen vs.	49	69,64			
Krafttraining	53	75,81			
Missmut	n	Mittlerer Rang	Chi - Quadrat	df	Asymptotische Signifikanz
Anfängerschwimmen vs.	48	65,74	3,704	2	0,157
Fortgeschrittenes Schwimmen vs.	49	81,02			
Krafttraining	53	79,24			

Tab. 52: Kruskal-Wallis-Test, Mittlere Ränge, Testgröße Chi- Quadrat, Freiheitsgrade (df) und Signifikanz.

	n	Levene - Test		Anova		
Müdigkeit		Levene-Statistik	Sig.	Quadrat summe	df	Sig. (2-seitig)
Anfängerschwimmen vs.	48	0,349	0,706	213,335	2	0,437
Fortgeschrittenes Schwimmen vs.	49					
Krafttraining	53					

Tab. 53: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in der Skala Müdigkeit zwischen den Gruppen.

Zusammenfassung:

Bei dem ersten Messzeitpunkt resultiert kein signifikanter Unterschied zwischen Vg1, Vg2 und Kg in den Skalen Niedergeschlagenheit, Tatendrang, Müdigkeit und Missmut.

Es kommt auch zu keinen signifikanten Unterschieden in den Stimmungsdifferenzen, die zwischen T1 und T2 auftraten, in den oben genannten Skalen.

Somit existiert kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen Vg1, Vg2 und Kg im Hinblick auf die Stimmungsveränderungen in den Skalen Niedergeschlagenheit, Tatendrang, Müdigkeit, Missmut.

14.2.4. Stimmungsveränderungen bei Anfängerschwimmerinnen und Krafttrainingssportlerinnen

Bei diesen Gruppen kam es zu einem signifikanten Unterschied in der Veränderung der Raumvorstellung, wobei die Frauen, welche Krafttraining absolvierten, eine Steigerung in der Raumvorstellungsleistung erfuhren, bei den Anfängerschwimmerinnen kam es zu einer leicht negativen Veränderung.

Nun ist in diesem Zusammenhang ein Vergleich der Stimmung interessant, da unterschiedliche Stimmungszustände auf kognitive Leistungen wirken können (Dreisbach, 2008).

Stichprobe: Frauen T1	n	Mw	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmen					
Niedergeschlagenheit	28	7,36	7,85	1,308	0,065
Tatendrang	28	16,71	9,46	0,758	0,613
Müdigkeit	28	14,64	8,60	0,615	0,844
Missmut	28	7,04	7,14	0,872	0,432
Krafttraining					
Niedergeschlagenheit	25	6,60	6,26	0,905	0,385
Tatendrang	25	19,92	6,88	0,877	0,426
Müdigkeit	25	14,04	6,17	0,502	0,963
Missmut	25	4,48	6,25	1,183	0,122

Tab. 54: Poms-Skalen, zugehörige Mittelwerte, Standardabweichungen und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe zum Testzeitpunkt 1; Werte der Frauen.

Stichprobe/ Frauen T2	n	Mw	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmen					
Niedergeschlagenheit	28	2,07	3,75	1,729	0,005
Tatendrang	28	22,89	8,86	0,551	0,922
Müdigkeit	28	11,54	8,45	0,581	0,888
Missmut	28	1,54	3,29	1,696	0,006
Krafttraining					
Niedergeschlagenheit	25	2,32	4,01	1,407	0,038
Tatendrang	25	22,84	7,31	0,603	0,860
Müdigkeit	25	12,20	7,14	0,756	0,617
Missmut	25	1,64	2,90	1,737	0,005

Tab. 55: Poms-Skalen, zugehörige Mittelwerte, Standardabweichungen und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe zum Testzeitpunkt 2; Werte der Frauen.

Vg1/Anfängerschwimmerinnen:

Niedergeschlagenheit:

Die Voraussetzungen für einen t-Test sind nicht gegeben.

Mittels Wilcoxon Signed-Rank Test wird bei einem Z-Wert von -4,382 ein höchst signifikanter Unterschied mit einem p-Wert von < 0,001 erzielt (Tab. 57). Im Vergleich zum Testzeitpunkt 1 (Mw: 7,36) ist die Niedergeschlagenheit zum Testzeitpunkt 2 (Mw: 2,07) signifikant niedriger ($d = -0,67$).

Tatendrang:

Da die Voraussetzungen gegeben sind, wird ein t-Test für abhängige Stichproben berechnet (siehe Tab. 58). Mit $p = 0,008$ besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Testzeitpunkten T1 (Mw: 16,71) und T2 (Mw: 22,89) ($d = 0,65$).

Müdigkeit:

Die Normalverteilung ist gegeben, mittels t-Test für abhängige Stichproben wird die Signifikanz überprüft (Tab. 58), mit $p = 0,174$ existiert kein signifikanter Unterschied zwischen T1 (Mw: 14,64) und T2 (Mw: 11,54) ($d = -0,36$).

Missmut:

Da zu T2 keine Normalverteilung vorhanden ist, wird mittels Wilcoxon Signed-Rank Test bei einem Z- Wert von -4,206 ein höchst signifikanter Unterschied mit einem p-Wert von $< 0,001$ errechnet (Tab. 57). Im Vergleich zum Testzeitpunkt 1 (Mw: 7,04) ist der Wert in der Skala Missmut zum Testzeitpunkt 2 (Mw: 1,54) signifikant niedriger ($d = -0,77$).

Kg/ Krafttraining:

Niedergeschlagenheit:

Da zu T2 keine Normalverteilung gegeben ist, wird der Wilcoxon Signed-Rank Test vorgegeben. Mit $p < 0,001$ resultiert ein signifikanter Unterschied zwischen T1 (Mw: 6,60) und T2 (Mw: 2,32), wobei ein Z-Wert von -3,496 errechnet wird (Tab. 57) ($d = -0,68$).

Tatendrang:

Da die Voraussetzungen nicht gegeben sind, wird ein t-Test bei abhängigen Stichproben zur Überprüfung der Signifikanz gerechnet (siehe Tab. 58). Zwischen T1 (Mw: 19,92) und T2 (Mw: 22,84) gibt es keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,053$) ($d = 0,42$).

Müdigkeit:

Die Voraussetzungen sind gegeben, daher wird der t-Test für abhängige Stichproben vorgegeben (Tab. 58). Mit $p = 0,283$ tritt kein signifikanter Unterschied zwischen den Werten zu T1 (Mw: 14,04) und den Werten zu T2 (12,20) auf ($d = -0,29$).

Missmut:

Zu T2 liegt keine Normalverteilung vor, daher wird der Wilcoxon Signed-Rank Test gerechnet (siehe Tab. 57). Mit $p = 0,006$ liegt ein signifikanter Unterschied zwischen den Werten zu T1 (Mw: 4,48) und T2 (Mw: 1,64) vor ($d = -0,45$).

					Wilcoxon Signed-Rank Test		d
	n	Ränge					
		Negative Ränge	Positive Ränge	Bindungen	Z	Sig. (2-seitig)	
Anfängerschwimmen							
Niedergeschlagenheit	28	25	0	3	-4,382	< 0,001	- 0,67
Missmut	28	22	2	4	-4,206	< 0,001	- 0,77
Krafttraining							
Niedergeschlagenheit	25	20	2	3	-3,496	< 0,001	- 0,68
Missmut	25	14	1	10	-2,766	0,006	- 0,45

Tab. 56: Wilcoxon Signed-Rank Test, Gruppen und Poms-Skalen für Niedergeschlagenheit und Missmut, Ränge, Z-Wert, und 2-seitige Signifikanz (Sig. 2-seitig). Effektstärke d.

		t-Test für abhängige Stichproben				d
	n		T	df	Sig. (2-seitig)	
Anfängerschwimmen						
Tatendrang	28		-2,879	27	0,008	0,65
Müdigkeit	28		1,397	27	0,174	-0,36
Krafttraining						
Tatendrang	25		-2.033	24	0,053	0,42
Müdigkeit	25		1,099	24	0,283	-0,29

Tab. 57: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)). Effektstärke d.

Stimmungsdifferenzen:

Zuerst wird ein Stimmungsvergleich zwischen den zwei Gruppen in Bezug auf die Baseline durchgeführt.

In die Berechnung der Effektstärken, für ungleich große Stichproben, gehen die Standardabweichungen beider Gruppen ein, da homogene Varianzen nach Kline (2004) vorhanden sind.

Niedergeschlagenheit:

Die Voraussetzungen sind gegeben, somit kann ein t-Test für unabhängige Stichproben gerechnet werden (Tab. 59). Der Unterschied zum ersten Testzeitpunkt in der Skala Niedergeschlagenheit ist nicht signifikant ($p = 0,702$) ($d = -0,11$).

Tatendrang:

Da die Voraussetzungen für einen t-Test für unabhängige Stichproben nicht gegeben sind wird der Mann-Whitney Test berechnet (Tab. 60). Es gibt keinen signifikanten Unterschied zum ersten Testzeitpunkt in der Skala Tatendrang ($p = 0,125$) ($d = 0,40$).

Müdigkeit:

Die Voraussetzungen sind gegeben, es wird ein t-Test für unabhängige Stichproben angewendet (Tab. 59). Die Werte in Bezug auf die Skala Müdigkeit unterscheiden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,773$) ($d = -0,08$).

Missmut:

Die Voraussetzungen sind vorhanden, durch einen t-Test für unabhängige Stichproben (Tab. 59) wird kein signifikanter Unterschied der Werte in dieser Skala festgestellt ($p = 0,174$) ($d = -0,38$).

	n	Levene Test		t-Test			d
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
Niedergeschlagenheit							
Anfängerschwimmen vs. Krafttraining	28 25	0,738	0,394	0,385	51	0,702	-0,11
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
Müdigkeit							
Anfängerschwimmen vs. Krafttraining	28 25	3,889	0,054	0,290	51	0,773	-0,08
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
Missmut							
Anfängerschwimmen vs. Krafttraining	28 25	0,335	0,566	1,380	51	0,174	-0,38

Tab. 58: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)). Effektstärke d.

Mann-Whitney-Test								
Tatendrang	n	Mittlerer Rang	Rangsumme	Mann-Whitney-U	Wilcoxon-W	Z	Sig.(2-seitig)	d
Anfängerschwimmen	28	23,93	670	264	670	-1,534	0,125	0,40
vs. Krafttraining	25	30,44	761					

Tab. 59: Ergebnisse des Mann-Whitney-Tests inklusive mittlerer Rang, Rangsumme, Mann-Whitney- U, Wilcoxon-W, Z- und p-Werten (Sig. (2-seitig). Effektstärke d.

Da sich die Baselinewerte nicht signifikant voneinander unterscheiden, kann ein Vergleich der Stimmungsdifferenzen durchgeführt werden.

In allen Untergruppen wurde die Normalverteilung durch den Kolmogorov-Smirnov-Test für eine Stichprobe nachgewiesen (Tab. 61).

Niedergeschlagenheit:

Da alle Voraussetzungen für den t-Test gegeben sind, wird dieser berechnet (Tab. 62): Die Differenzen der Skala Niedergeschlagenheit (Tab. 61) unterscheiden sich in Bezug auf beide Gruppen nicht signifikant voneinander ($p = 0,537$) ($d = 0,17$).

Tatendrang:

Der Levene-Test zeigt mit einem p-Wert von 0,022 eine signifikante Abweichung von der Homogenität der Varianzen. Daher wird der Mann-Whitney Test gerechnet (Tab. 63): Die Stimmungsdifferenzen (Tab. 61) unterscheiden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0,112$) ($d = -0,35$).

Müdigkeit:

Die Voraussetzungen für einen t-Test sind gegeben. Dadurch ist es möglich einen t-Test für unabhängige Stichproben zu rechnen (Tab. 62). Die Stimmungsdifferenzen (Tab. 61) unterscheiden sich in diesen Skalen nicht signifikant voneinander ($p = 0,657$) ($d = 0,12$).

Missmut:

Die Durchführung des t-Tests für unabhängige Stichproben ist möglich (Tab. 62), da die Voraussetzungen gegeben sind (Tab. 61). Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Stimmungsdifferenzen dieser Skalen ($p = 0,085$) ($d = 0,48$).

Stichprobe	n	Mw	SD	K-S z	K-S p
Anfängerschwimmen					
Niedergeschlagenheit	28	-5,29	6,47	1,227	0,098
Tatendrang	28	6,18	11,36	0,733	0,656
Müdigkeit	28	-3,11	11,77	0,947	0,331
Missmut	28	-5,50	5,78	0,951	0,326
Krafttraining					
Niedergeschlagenheit	25	-4,28	5,13	0,621	0,836
Tatendrang	25	2,92	7,18	0,670	0,761
Müdigkeit	25	-1,84	8,37	0,500	0,964
Missmut	25	-2,84	5,18	1,26	0,084

Tab. 60: Poms-Skalenwerte und Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests in Bezug auf Stimmungsdifferenzen.

	n	Levene-Test		t-Test			d
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	0,17
Niedergeschlagenheit	28	0,320	0,574	-0,622	51	0,537	
Anfängerschwimmen vs. Krafttraining	25						
							0,12
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
Müdigkeit	28	1,017	0,318	-0,447	51	0,657	
Anfängerschwimmen vs. Krafttraining	25						
							0,48
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	
Missmut	28	0,808	0,373	-1,757	51	0,085	
Anfängerschwimmen vs. Krafttraining	25						

Tab. 61: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)). Effektstärke d.

Mann-Whitney-Test								d
Tatendrang	n	Mittlerer Rang	Rangsumme	Mann-Whitney-U	Wilcoxon-W	Z	Sig. (2-seitig)	
Anfängerschwimmen	28	30,18	845,00	261,00	586,00	-1,589	0,112	-0,35
vs. Krafttraining	25	23,44	586,00					

Tab. 62: Ergebnisse des Mann-Whitney- Tests inklusive mittlerer Rang, Rangsumme, Mann-Whitney- U, Wilcoxon-W, Z- und p-Werten (Sig. (2-seitig)). Effektstärke d.

Zusammenfassung:

Zwischen der Gruppe der Anfängerschwimmerinnen und der Gruppe, welche Krafttraining betrieb, kam es zum ersten Testzeitpunkt zu keinen signifikanten Unterschieden in den Skalen Niedergeschlagenheit, Tatendrang, Müdigkeit und Missmut.

Auch in Bezug auf die Stimmungsveränderung kam es in diesen Skalen zu keinen signifikanten Unterschieden.

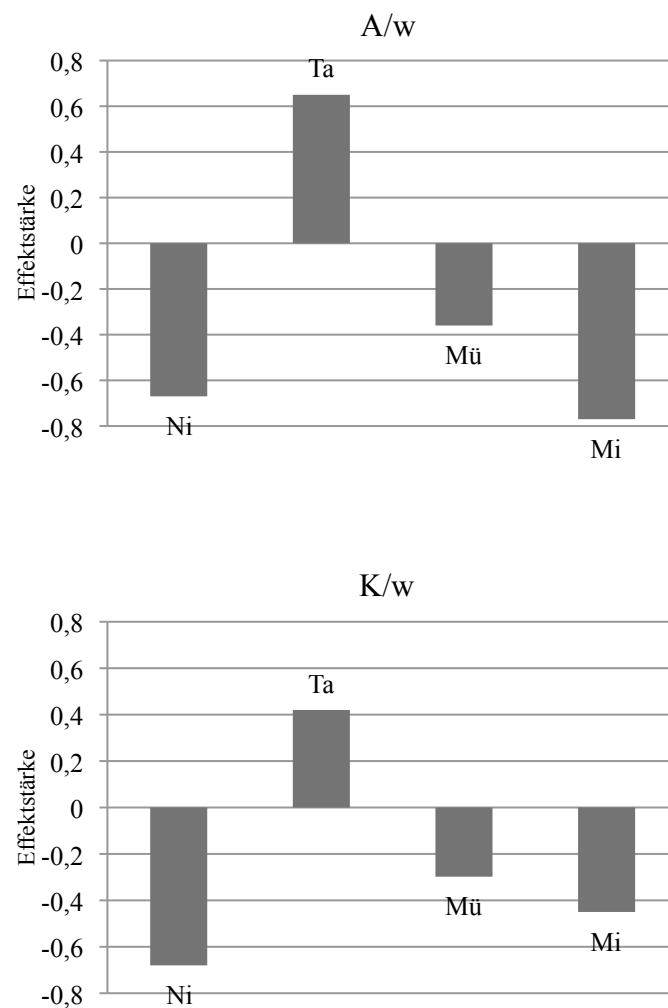


Abb. 17: Effektstärken der Poms Skalen / A = Anfängerschwimmer, K = Krafttraining / Ni = Niedergeschlagenheit, Ta = Tatendrang, Mü = Müdigkeit, Mi = Missmut.

15. Interpretation und Diskussion

Raumvorstellung

Zu Beginn wird auf die Gesamt-Raumvorstellungsleistung der drei Gruppen näher eingegangen. Die Ergebnisse in der Gesamtleistung stellen die Summe der Raumvorstellungsleistung vor und nach dem Sport dar, dadurch repräsentiert die Gesamtleistung eine, jedoch durch den jeweiligen Sport beeinflusste Raumvorstellungsleistung. Es kam im Hinblick auf die Gesamt-Raumvorstellungsleistung zu keinen Unterschieden zwischen den Anfängerschwimmern, den fortgeschrittenen Schwimmern und der Krafttrainingsgruppe. Diese Ergebnisse stimmen mit den Resultaten von Ozel et al. (2002) überein, wobei die Ausübung von verschiedenen Sportarten zu keinen Unterschieden in der Raumvorstellung führte.

Da vor und nach dem Sport eine Testung durchgeführt wurde, konnte man feststellen, ob sich die Raumvorstellungsleistung durch den Sport veränderte, beispielsweise konnte man bei jeder Gruppe analysieren, ob die Leistung nach dem Sport besser oder schlechter als vorher war.

Zwischen den einzelnen Gruppen resultierten keine signifikanten Unterschiede in den Leistungsveränderungen bezüglich der Raumvorstellung.

Verglich man nun nur die Männer der drei Gruppen, so trat zwischen den Männern auch kein signifikanter Unterschied im Hinblick auf die Leistungsveränderung auf. Aufgrund der in Kapitel 5.2.2. und Kapitel 6.2.2. dargestellten Zusammenhänge zwischen Raumvorstellung und Testosteronlevel bzw. zwischen Sport und Testosteronlevel wäre davon auszugehen, dass sich die Testosteronwerte in den einzelnen Gruppen unterschiedlich verändern und die Raumvorstellungsleistungen variieren. Es zeigen sich zwar Veränderungen, die ähnlich wie bei den Frauen verlaufen (Abb. 9), diese Veränderungen unterscheiden sich bei den Männern jedoch nicht signifikant voneinander. Möglicherweise kam es bei den Männern zu keinen starken Testosteronveränderungen, außerdem könnte der Einfluss von anderen Faktoren (Ernährung, Tageszeit, ...) verschiedene Testosteronveränderungen bewirkt haben.

Bei den Frauen traten signifikante Unterschiede im Hinblick auf die Leistungsveränderung zwischen den Gruppen auf. Genauere Analysen zeigten, dass es zu einem signifikanten Unterschied zwischen den Anfängerschwimmerinnen und den Sportlerinnen, welche Krafttraining betrieben, kam ($p = 0,045$).

Bei den Anfängerschwimmerinnen resultierte eine Parameterdifferenz von -0,33, die Frauen, welche Krafttraining betrieben, erzielten eine Parameterdifferenz von 0,48. Mit einer

Effektstärke von 0,67 tritt ein mittlerer Effekt im Hinblick auf die Unterschiede in der Leistungsveränderung auf. Bei den Anfängerschwimmerinnen resultierte somit eine leichte Verschlechterung in der Raumvorstellungsfähigkeit, bei der Krafttrainingsgruppe kam es zu Verbesserungen (siehe Abb. 9). Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass die Raumvorstellungsveränderungen ähnlich wie bei den Männern verlaufen, jedoch stärker vorhanden sind (siehe Abb. 9).

In der Literatur werden zwar bei Frauen keine signifikanten Testosteronveränderungen direkt nach Krafttraining berichtet (Kraemer et al., 1993; Häkkinen et al., 2000). Krafttrainingsfähigkeiten korrelieren jedoch im Allgemeinen auch bei Frauen mit dem Testosteronlevel (Häkkinen et al., 2000). Möglicherweise weisen die Frauen, welche in dieser Studie Krafttraining betrieben, einen höheren Testosteronspiegel nach dem Sport auf als Anfängerschwimmerinnen. In der Literatur wird außerdem darauf hingewiesen, dass Ausdauersport den Testosteronspiegel negativ beeinflusst (Daly et al., 2005; Tremblay et al., 2005; Neubauer et al., 2008), eventuell könnte das Anfängerschwimmen den Testosteronlevel negativ verändert haben.

Da ein höherer Testosteronspiegel bei Frauen mit besseren Raumvorstellungsfähigkeiten und ein niedrigerer Testosteronspiegel mit schlechteren Raumvorstellungsfähigkeiten in Beziehung steht (Celec et al., 2002; Moffat & Hampson, 1996; Kimura, 2002), könnte es rein spekulativ durch die Auswirkungen von Sport auf den Testosteronlevel zu diesen Unterschieden in den Raumvorstellungsveränderungen gekommen sein.

Die Ergebnisse haben jedoch aufgrund der geringen Stichprobengröße in den zu vergleichenden Gruppen (Anfängerschwimmen: $n = 28$ / Krafttraining: $n = 25$) eine stark eingeschränkte statistische Aussagekraft und sollten deswegen nicht überinterpretiert werden. Warum es zu keinen Unterschieden zwischen den fortgeschrittenen Schwimmerinnen und den Frauen, welche Krafttraining betrieben, gekommen ist, das bleibt offen. Folgt man der obigen Argumentation, so könnte dies auch mit anderen Testosteronleveln in Zusammenhang stehen.

Geschlechtsunterschiede:

Bei der Gesamtleistung in Bezug auf die Raumvorstellung resultierte ein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen, dieses Ergebnis stimmt mit dem Großteil der im Kapitel 4.1. genannten Forschungspublikationen überein. Die Männer erzielten einen EST-Parameter von 0,57, die Frauen erreichten einen EST-Parameter von -0,18. Eine Effektstärke von $d = 0,73$ resultierte in diesem Zusammenhang, somit ist ein mittlerer Effekt gegeben.

Analysierte man nun die drei Gruppen im Hinblick auf Geschlechtsunterschiede in der Raumvorstellungsleistung, so kam es in der Anfängerschwimmergruppe und fortgeschrittenen Schwimmergruppe zu signifikanten Geschlechtsunterschieden in der Raumvorstellungsfähigkeit (Vg1: $p = 0,01$; Vg2: $p = 0,005$), bei der Krafttrainingsgruppe waren die Unterschiede zwischen Männern und Frauen in der Raumvorstellungsleistung nicht signifikant (Kg: $p = 0,088$).

In der Anfängerschwimmergruppe erreichten die Männer einen EST-Parameter von 0,84 und die Frauen erzielten einen EST-Parameter von -0,09. Eine Effektstärke von 1,00 im Hinblick auf die Parameterunterschiede resultierte, somit wurde ein großer Effekt berechnet.

In der fortgeschrittenen Schwimmergruppe erzielten die Männer einen EST-Parameter von 0,55, bei den Frauen resultierte ein Wert von -0,38. Mit einer Effektstärke von 0,85 tritt hier ein großer Effekt auf.

Bei der Krafttrainingsgruppe, bei der kein signifikanter Geschlechtsunterschied auftrat, resultierte bei den Männern ein EST-Parameter von 0,40, die Frauen erzielten einen Wert von -0,10. Die Effektstärke beträgt 0,48, somit ist ein kleiner Effekt gegeben. Rein spekulativ könnte dieser nicht signifikante Unterschied mit dem Testosteronlevel bei den Männern zusammenhängen. Kraftfähigkeiten und der Testosteronspiegel korrelieren (Hansen et al., 1999; Häkkinen et al., 2000; Häkkinen et al., 2001; Izquierdo et al., 2000; Zitzmann & Nieschlag, 2001), außerdem könnte das Krafttraining bei Männern einen zusätzlichen, förderlichen Effekt auf die Testosteronausschüttung gehabt haben, in der Literatur (Kap. 7.3.) wird auf diese Zusammenhänge hingewiesen.

Erhöhte Testosteronlevel stehen bei Männern mit schlechteren Raumvorstellungsleistungen in Zusammenhang (Celec et al., 2002; Moffat & Hampson, 1996; Kimura, 2002), dadurch könnte es zu diesen nicht signifikanten Unterschieden gekommen sein.

Betrachtete man nun die Altersgruppen im Hinblick auf Geschlechtsunterschiede näher, so waren die Geschlechtsunterschiede in der Gruppe der unter 27-Jährigen signifikant. In der Gruppe der 27- bis 40-Jährigen kam es jedoch zu keinem signifikanten Geschlechtsunterschied.

Es könnten unterschiedliche Veränderungen des Testosteronlevels mit dem Alter zusammenhängen und so diese Resultate mitverursacht haben.

Darstellende Geometrie:

Im Hinblick auf Unterschiede zwischen Personen, die Unterricht in Darstellender Geometrie erhalten haben, und Personen, welche keine Erfahrung damit machten, kam es zu keinen signifikanten Unterschieden.

Dieses Ergebnis steht nicht im Einklang mit Studien, welche signifikante Unterschiede ausmachten und welche im Kapitel 4.2.3. näher beschrieben wurden.

Es kann spekulativ angenommen werden, dass die Stichprobe, die nur aus sportlich Aktiven besteht, deswegen keine Unterschiede aufweist, weil Sportler laut Ozel et al. (2002) über ein besseres Raumvorstellungsvermögen als sportlich inaktive Menschen verfügen. Möglicherweise werden dadurch die laut Literatur existierenden Übungseffekte von darstellender Geometrie „überlagert“. Das bedeutet, dass sich eventuell bei Sportlern die Übungseffekte, die durch DG-Unterricht zum Tragen kommen, nicht so stark auswirken, da Sport alleine schon einen förderlichen Effekt auf Raumvorstellungsleistung hat.

Alter:

Es wurden Studienergebnisse publiziert, welche eine abnehmende Leistung im Raumvorstellungsvermögen ab einem Alter von 27 Jahren beschreiben (Salthouse, 2009).

In der vorliegenden Studie konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den unter 27-Jährigen und den 27- bis 40-Jährigen, bei Männern bzw. Frauen, ausgemacht werden.

Auch in der Bearbeitungszeit tauchten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Altersgruppen auf.

Man kann vermuten, dass Sportler, welche bis ins höhere Alter trainieren, auch eine bessere Raumvorstellungsleistung erbringen, als Menschen, welche im höheren Alter keinen Sport betreiben.

Die Ergebnisse der Studie von Colcombe und Kramer (2003), welche einen positiven Einfluss von Sport auf die Raumvorstellung bei älteren Männern feststellten, unterstützen diese Vermutung. Möglicherweise kann durch sportliche Aktivität bis ins höhere Alter eine Abnahme der Raumvorstellungsleistung verhindert werden.

Händigkeit:

Im Hinblick auf die Gesamtleistung in Bezug auf die Raumvorstellung kommt es zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen Rechts- und Linkshändern.

In der Leistungsveränderung unterscheiden sich die Linkshänder signifikant von den Rechtshändern ($p = 0,026$). Bei den Linkshändern kommt es zu einer negativen

Leistungsveränderung (Parameterdifferenz: -0,55), bei den Rechtshändern zu einer leicht positiven Leistungsveränderung (Parameterdifferenz: 0,08). Eine Effektstärke von 0,54 und somit ein mittlerer Effekt treten in diesem Zusammenhang auf. Allerdings zeigten die Linkshänder vor dem Sport deutlich bessere, aber nicht signifikant unterschiedliche Leistungen als die Rechtshänder, nach dem Sport resultierte bei den Rechtshändern und Linkshändern eine ähnliche Raumvorstellungsleistung (Abb. 15).

Durch die geringe Anzahl der Linkshänder ($n = 20$) und durch die unterschiedliche Größe der Gruppen ($n = 20$ / $n = 130$) ist jedoch die statistische Aussagekraft der Ergebnisse stark eingeschränkt.

Moffat und Hampson (1996) berichteten, dass bei rechtshändigen Männern eine negative Korrelation zwischen dem Testosteronlevel und der Raumvorstellungsleistung besteht, bei Frauen würde eine positive Korrelation zum Tragen kommen. Jedoch wurde in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass bei linkshändigen Personen dieses Wirkungsgefüge nicht auftrat (Moffat & Hampson, 1996).

Möglicherweise kommen bei linkshändigen und rechtshändigen Personen ähnliche Testosteronveränderungen zum Tragen, welche, folgt man der Argumentation von Moffat und Hampson (1996), unterschiedliche Auswirkungen auf die Raumvorstellungsleistung der jeweiligen Population haben könnten.

Bildung:

Zwischen der Gruppe mit Matura als höchste Bildungsstufe und der Gruppe, welche als Akademiker bezeichnet wurde, gibt es keinen signifikanten Unterschied in der Gesamt-Raumvorstellungsleistung.

Bearbeitungszeit:

In Bezug auf die Bearbeitungszeit tauchen keine signifikanten Geschlechtsunterschiede auf, die Altersgruppen unterscheiden sich ebenfalls nicht signifikant voneinander. Auch bei den einzelnen Gruppen resultiert kein signifikanter Unterschied in der Gesamtbearbeitungszeit.

Stimmung

Es resultieren zum ersten Zeitpunkt keine signifikanten Unterschiede in den Skalen Niedergeschlagenheit, Tatendrang, Müdigkeit und Missmut zwischen den Gruppen. Das bedeutet, dass die Stimmung, die mittels der Skalen Niedergeschlagenheit, Tatendrang, Müdigkeit und Missmut ausgedrückt wurde, in allen drei Gruppen vor dem Sport sehr ähnlich ist.

In den Skalen Niedergeschlagenheit und Missmut kam es bei allen drei Gruppen zu signifikanten Abnahmen, das heißt, dass sich die negative Stimmung reduzierte. Es traten bei den Anfängerschwimmern und bei den fortgeschrittenen Schwimmern in den Skalen Niedergeschlagenheit und Missmut mittlere Effektstärken auf, bei der Krafttrainingsgruppe kam es in der Skala Niedergeschlagenheit zu einer schwachen Effektstärke. Bei der Skala Missmut resultierte auch bei der Krafttrainingsgruppe eine mittlere Effektstärke.

In diesem Zusammenhang ist auch die Entwicklung der Standardabweichungen interessant. Vergleicht man bei allen Gruppen die Standardabweichungen der Werte in den Skalen Niedergeschlagenheit und Missmut zum ersten Testzeitpunkt mit den Standardabweichungen dieser beiden Skalen zum zweiten Testzeitpunkt, so kann man erkennen, dass die Standardabweichungen nach Kline (2004) nicht homogen sind und sich stark voneinander unterscheiden. Es kommt bei beiden Skalen zu einer Abnahme der Standardabweichungen, das bedeutet, dass es bei der Einschätzung der Stimmung in den Skalen Niedergeschlagenheit und Missmut zum ersten Testzeitpunkt zu einer breiteren Streuung kommt, zum zweiten Testzeitpunkt wird die Stimmung ähnlicher eingeschätzt, da die Standardabweichungen viel geringer sind.

In den Skalen Tatendrang und Müdigkeit sind die Ergebnisse nicht übereinstimmend.

Die Anfängerschwimmer berichten über einen signifikant höheren Tatendrang zum Testzeitpunkt 2 als zum Testzeitpunkt 1. Eine schwache Effektstärke resultiert in diesem Zusammenhang ($d = 0,39$). Die fortgeschrittenen Schwimmer berichten jedoch über keine signifikanten Veränderungen bei der Skala Tatendrang. Diese Resultate stimmen mit den Forschungsergebnissen aus dem Spitzensport überein. In einer Untersuchung von Berger et al. (1997) kam es bei Schwimmern nach einem leichteren, abgeschwächten Training zu positiveren Stimmungsentwicklungen als bei den Schwimmern, die ein anstrengendes Training absolvierten.

In der Skala Müdigkeit bleiben die Werte bei den Anfängerschwimmern beinahe gleich, es resultiert kein signifikanter Unterschied. Bei den Fortgeschrittenen kommt es ebenfalls zu keinem signifikanten Anstieg in der Skala Müdigkeit.

Bei der Krafttrainingsgruppe kommt es in der Skala Tatendrang und in der Skala Müdigkeit zu keinen signifikanten Veränderungen.

Die Anfängerschwimmergruppe, die Gruppe der fortgeschrittenen Schwimmer und die Krafttrainingsgruppe unterscheiden sich nicht signifikant in den Stimmungsveränderungen.

Die Effektstärken in den Skalen Niedergeschlagenheit und Tatendrang (Abb. 16) weisen bei allen Gruppen Ähnlichkeiten mit den Effektstärken in den Skalen Depression und Vigor der Metaanalyse von McDonald und Hodgdon (1991) auf (Abb.1), wobei Ausdauersportarten untersucht wurden.

Zusätzlich ist erwähnenswert, dass in der vorliegenden Studie Krafttraining ähnliche Stimmungsveränderungen bewirkt wie die Ausdauersportarten Anfängerschwimmen und fortgeschrittenes Schwimmen.

Da zwischen den Anfängerschwimmerinnen und den Frauen, welche Krafttraining betrieben, signifikante Unterschiede in der Raumvorstellungsleistung auftauchten, wurden auch die Stimmungsveränderungen im Detail betrachtet, da Stimmung auch auf kognitive Leistungen wirken kann (Dreisbach, 2008). Zwischen Anfängerschwimmerinnen und Krafttrainingssportlerinnen kam es zu keinen signifikanten Unterschieden in den Stimmungsveränderungen. Die Effektstärken in den Skalen Niedergeschlagenheit, Tatendrang, Müdigkeit und Misstrauen zeigten bei beiden Gruppen, dass sich die Stimmung recht ähnlich entwickelte (Abb. 17).

Es ist somit eher auszuschließen, dass unterschiedliche Stimmungszustände die Unterschiede in der Raumvorstellung verursachten.

Um den möglichen Wirkmechanismen, die bei dieser Studie einen Einfluss gehabt haben könnten, näher nachzugehen, könnte eine Replikationsstudie mit einer größeren Stichprobe und begleitenden Testosteronmessungen diese eventuell vorhandenen Wirkungszusammenhänge zwischen Testosteronspiegel und Raumvorstellung näher ergründen.

16. Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Studie war, die Auswirkungen des Schwimmsports und im Vergleich dazu die Auswirkungen von Krafttraining auf die Raumvorstellung und Stimmung näher zu analysieren.

Da durch Schwimmen und Krafttraining die Testosteronausschüttung beeinflusst wird (Häkkinen et al., 2000; Kraemer et al., 1993; Kraemer et al., 1999; Maresh et al., 1994; Tremblay et al., 2003; Tyndall et al., 1996; Vingren et al., 2008; Volek et al., 1997) und Testosteron bei Männern und Frauen mit der Raumvorstellungsfähigkeit in Beziehung steht (Celec et al., 2002; Driscoll et al., 2005; Kimura, 2002; Moffat & Hampson, 1996; Moffat et al., 2002), wurde in der vorliegenden Studie auf diese Zusammenhänge näher eingegangen.

Kraftfähigkeiten korrelieren bei Männern und Frauen mit dem Testosteronlevel (Hansen et al., 1999; Häkkinen et al., 2000; Häkkinen et al., 2001; Izquierdo et al., 2000; Zitzmann & Nieschlag, 2001), bei Männern kommt es nach Krafttraining zu einer Erhöhung des Testosteronspiegels (Häkkinen et al., 2000; Kraemer et al., 1998; Kraemer et al., 1999; Tremblay et al., 2003; Volek et al., 1997).

Ausdauersport führt einerseits nach längerer körperlicher Aktivität bei Männern und Frauen zu einem niedrigeren Testosteronlevel (Daly et al., 2005; Tremblay et al., 2005; Neubauer et al., 2008), andererseits kann Ausdauersport auch den Testosteronlevel erhöhen (Kokalas et al., 2004; Enea et al., 2009; Viru et al., 2001).

Bei Frauen wurde berichtet, dass bei einem hohen Testosteronspiegel eine bessere Leistung bei Raumvorstellungstests erbracht wurde als bei einem niedrigeren Hormonspiegel (Celec et al., 2002; Moffat & Hampson, 1996; Kimura, 2002). In diesem Zusammenhang wurde ein linearer Trend festgestellt, der nicht signifikant war (Shute et al., 1983).

Studien mit jüngeren Männern als Teilnehmer legen den Schluss nahe, dass sich ein höherer Testosteronspiegel negativ auf das Raumvorstellungsvermögen auswirkt, bei einem niedrigeren Hormonspiegel kommt es zu besseren Leistungen (Celec et al., 2002; Moffat & Hampson, 1996; Kimura, 2002). Shute et al. (1983) sprechen in diesem Zusammenhang von einer kurvilinearen Beziehung.

In der vorliegenden Studie wurde der Wirkung von Anfängerschwimmen (n = 48), fortgeschrittenem Schwimmen (n = 49) und Krafttraining (n = 53) auf die Raumvorstellung und Stimmung näher nachgegangen.

Ein quasiexperimentelles Design wurde angewandt, wobei die beiden Schwimmgruppen die Versuchsgruppen darstellten und die Krafttrainingsgruppe als Kontrollgruppe fungierte.

150 Personen, welche einen 90-minütigen Sportkurs am Universitäts-Sport-Institut (USI) belegten, nahmen an der Studie teil. 72 Männer und 78 Frauen waren bei den Testungen beteiligt.

Als Hauptfragestellung wurde der Wirkung der Sportarten auf das Raumvorstellungsvermögen nachgegangen, als Nebenfragestellung wurden die Auswirkungen auf die Stimmung näher ergründet.

Als Testmaterialien kamen der EST (© Gittler & Arendasy, 2003) zur Überprüfung der Raumvorstellung und das Profile of Mood States (POMS) zur Erforschung der Stimmungsentwicklungen zum Einsatz. Vor der jeweiligen sportlichen Aktivität und nach dem Sport wurden Testungen durchgeführt.

Zwischen den drei Sportgruppen trat kein signifikanter Unterschied im Hinblick auf die Gesamtleistung in der Raumvorstellung auf. Bezüglich der Leistungsveränderung kam es ebenfalls zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen.

Die signifikanten Ergebnisse im Hinblick auf die Leistungsveränderung bei Raumvorstellungsfähigkeiten betreffen folgende zwei Untergruppen:

Zwischen den Anfängerschwimmerinnen ($n = 28$) und den Krafttrainingssportlerinnen ($n = 25$) kam es zu signifikanten Unterschieden in der Leistungsveränderung ($p = 0,045$). Die Anfängerschwimmerinnen verschlechterten sich und die Frauen, welche Krafttraining betrieben, verbesserten sich leicht. Die Ergebnisse haben jedoch aufgrund der geringen Stichprobengröße in den zu vergleichenden Gruppen eine stark eingeschränkte statistische Aussagekraft und sollten deswegen nicht überinterpretiert werden.

Die Geschlechtsunterschiede stellten sich insgesamt als signifikant heraus ($p < 0,001$), was im Einklang mit vielen Studien steht.

Allerdings zeigten sich zwar bei den Anfängerschwimmern und fortgeschrittenen Schwimmern signifikante Geschlechtsunterschiede in Bezug auf die Gesamtleistung. Bei der Krafttrainingsgruppe kam es zu keinem signifikanten Unterschied in der Raumvorstellungsleistung zwischen den Geschlechtern ($p = 0,088$).

Die signifikanten Geschlechtsunterschiede traten außerdem nur bei unter 27-jährigen Personen auf. In der Gruppe der 27- bis 40-Jährigen kam kein signifikanter Geschlechtsunterschied zum Tragen.

Die nicht signifikanten Geschlechtsunterschiede in der Krafttrainingsgruppe ($n = 53$) in Bezug auf die Gesamtleistung und die signifikanten Veränderungen zwischen Anfängerschwimmerinnen und Krafttrainingssportlerinnen deuten möglicherweise auf einen Einfluss von Testosteron auf Raumvorstellungsfähigkeiten hin.

Auf Stimmungsentwicklungen wurde in der Arbeit ebenfalls näher eingegangen. Es wurde oftmals durch Studien festgestellt, dass Sport die Stimmung positiv beeinflusst (McDonald & Hodgdon, 1991). Bezüglich der Stimmungsentwicklungen konnte in dieser Studie gezeigt werden, dass es bei allen drei Sportgruppen in den Skalen Niedergeschlagenheit und Misstrauen zu signifikanten Abnahmen der jeweiligen negativen Stimmung kam. Somit resultierte in diesen Skalen nach dem jeweiligen Sport eine signifikant bessere Stimmung. Es ergaben sich in diesem Zusammenhang schwache bis mittlere Effektstärken.

In den Skalen Tatendrang und Müdigkeit waren die Ergebnisse unterschiedlich. Bei Anfängerschwimmern wurde ein signifikant höherer Tatendrang zum zweiten Testzeitpunkt festgestellt, es kam zu keinem signifikanten Unterschied in der Skala Müdigkeit.

Bei fortgeschrittenen Schwimmern und Krafttrainingssportlern zeigten sich keine signifikanten Veränderungen in den Skalen Tatendrang und Müdigkeit.

Zwischen den drei Gruppen kam es zu keinem signifikanten Unterschied in den Stimmungsveränderungen.

Um den Veränderungen im Bereich der Raumvorstellung näher nachzugehen, scheinen Studien mit begleitenden Testosteronmessungen angebracht. So könnten die eventuell vorhandenen Zusammenhänge zwischen Testosteronlevel und Raumvorstellungsleistungen genauer analysiert werden.

17. Literaturverzeichnis

- Albani, C., Blaser, G., Geyer, M., Schmutzer, G., Brähler, E., Bailer, H. et al. (2005).
Überprüfung der Gütekriterien der deutschen Kurzform des Fragebogens „Profile of
Mood States“ (POMS) in einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe. *Psychother
Psych Med*, 55, 324-330. doi: 10.1055/s-2004-834727
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Walter, P. (2011).
Molekularbiologie der Zelle. Weinheim: Wiley-Vch.
- Alfermann, D. (2005). Geschlechtsunterschiede. In Weber, H. & Rammsayer, T. (Hrsg.).
Handbuch der Persönlichkeitspsychologie und Differentiellen Psychologie (S. 305-
317). Göttingen: Hogrefe.
- Alfermann, D. & Stoll, O. (2005). *Sportpsychologie, Ein Lehrbuch in 12 Lektionen*.
Aachen: Meyer und Meyer.
- Amelang, M., Bartussek, D., Stemmler, G. & Hagemann, D. (2006). Intelligenz. In H. Heuer,
F. Rösler & W. H. Tack (Hrsg.), *Differentielle Psychologie und
Persönlichkeitsforschung*. (6. vollständig überarbeitete Auflage). (S. 166-240).
Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Annesi, J. J., Westcott, W. W. & Gann, S. (2004). Preliminary evaluation of a 10-wk.
resistance and cardiovascular exercise protocol on physiological and psychological
measures for a sample of older women. *Perceptual and Motor Skills*, 98, 163-170.
- Arendasy, M. (2000). *Psychometrischer Vergleich computergestützter Vorgabeformen bei
Raumvorstellungsaufgaben: Stereoskopisch-dreidimensionale und herkömmlich-
zweidimensionale Darbietung*. Unveröffentlichte Dissertation: Universität Wien.

- Bartholomew, J. B., Morrison, D. & Ciccolo, J. T. (2005). Effects of Acute Exercise on Mood and Well-Being in Patients with Major Depressive Disorder. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37 (12), 2032-2037. doi: 10.1249/01.mss0000178101.78322.dd
- Beauchet, O. (2006). Testosterone and cognitive function: current clinical evidence of a relationship. *European Journal of Endocrinology*, 155, 773-781. doi: 10.1530/eje.1.02306
- Berenbaum, S. A. (1999). Effects of Early Androgens on Sex-Typed Activities and Interests in Adolescents with Congenital Adrenal Hyperplasia. *Hormones and Behavior*, 35, 102-110.
- Berger, B. G., Grove J. R., Prapavessis, H. & Butki, B. D. (1997). Relationship of swimming distance, expectancy, and performance to mood states of competitive athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 84, 1199-1210.
- Biddle, S. J. H. & Mutrie, N. (2008). *Psychology of Physical Activity. Determinants, well-being and interventions*. 2nd Edition. Oxon: Routledge.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (2006). *Biologische Psychologie*. 6., vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Bonifazi, M., Bela, E., Carli, G., Lodi, L., Martelli, G., Zhu, B. et al. (1995). Influence of training on the response of androgen plasma concentrations to exercise in swimmers. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70, 109 – 114.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Bowie, D. (1977). Heroes. On „Heroes“ (LP). New York: RCA Records.
- Brackhage, K.H. & Pütz, C. (1992). Ein Konzept zur Demonstration verschiedener Abbildungsarten der Darstellenden Geometrie mit Hilfe eines Rechners (Programm RWTH_DG). *IGPM-Report 70*, S 1-6.

- Bucher, M. (2009). *Quantifizierung sportlicher Bewegungsabläufe, Entwicklung und Evaluation eines Diagnosemoduls für die Sportart Schwimmen*. Schriften zur Sportwissenschaft, Band 83. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
- Cassilhas, R. C., Antunes, H. K. M., Tufik, S. & De Mello, M. T. (2010). Mood, anxiety, and serum IGF-1 in elderly men given 24 weeks of high resistance exercise. *Perceptual and Motor Skills*, 110 (1), 265-276.
- Celec, P., Ostatnikova, D., Putz, Z. & Kudela, M. (2002). The circadian cycle of salivary testosterone and the visual-spatial performance. *Bratislava Medical Journal*, 103 (2), 59-69.
- Christiansen, K. (1999). Hypophysen-Gonaden-Achse (Mann). In C. Kirschbaum & D. Hellhammer (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Psychoendokrinologie und Psychoimmunologie* (S. 141-222). Göttingen: Hogrefe.
- Christiansen, K. (2001). Behavioural effects of androgen in men and women. *Journal of Endocrinology*, 170, 39-48.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd Edition. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc..
- Colcombe, S. & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive Function of older adults: A Meta-Analytic Study. *Psychological Science*, Vol.14 (2), 125-130.
- Daly, W., Seegers, C. A., Rubin, D. A., Dobridge, J. D. & Hackney, A. C. (2005). Relationship between stress hormones and testosterone with prolonged endurance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 93, 375-380. doi: 10.1007/s00421-004-1223-1
- Dreisbach, G. (2008). Wie Stimmungen unser Denken beeinflussen. *Report Psychologie*, 33 (6), 289- 298.

- Driscoll, I., Hamilton, D. A., Yeo, R. A., Brooks, W. M. & Sutherland, R. J. (2005). Virtual navigation in humans: the impact of age, sex, and hormones on place learning. *Hormones and Behavior*, 47, 326-335. doi: 10.1016/j.yhbeh.2004.11.013
- Ecuyer-Dab, I., Tremblay, T., Joannette, Y. & Passini, R. (2005). Real-life spatial skills, handedness, and family history of handedness. *Brain & Cognition*, 57, 219-221.
- Enea, C., Boisseau, N., Ottavy, M., Mulliez, J., Millet, C., Ingrand, I. et al. (2009). Effects of menstrual cycle, oral contraception, and training on exercise-induced changes in circulating DHEA-sulphate and testosterone in young women. *European Journal of Applied Physiology*, 106, 365-373. doi: 10.1007/s00421-009-1017-6
- Fry, A. C. & Newton, R. U. (2002). A brief history of strength training and basic principles and concepts. In W. J. Kraemer & K. Häkkinen (Eds.), *Strength training for sport*, (S.1-19). Oxford: Blackwell Science.
- Gabler, H., Nitsch, J. R. & Singer, R. (2000). *Einführung in die Sportpsychologie, Teil 1: Grundthemen*. Sport und Sportunterricht, Band 2, (S. 9 - 40). Schorndorf: Verlag Karl Hofmann.
- Gérin-Lajoie, M., Ronsky, J. L., Loitz-Ramage, B., Robu, I., Richards, C. L. & McFadyen, B. J. (2007). Navigational strategies during fast walking: A comparison between trained athletes and non-athletes. *Gait & Posture*, 26, 539-545. doi: 10.1016/j.gaitpost.2006.11.209
- Gittler, G. (1994). Intelligenzförderung durch Schulunterricht: Darstellende Geometrie und räumliches Vorstellungsvermögen. In G. Gittler, M. Jirasko, U. Kastner-Koller, C. Korunka & A. Al-Roubaie (Hrsg.), *Die Seele ist ein weites Land, Aktuelle Forschung am Wiener Institut für Psychologie*. (S. 105-122). Wien: WUV-Universitätsverlag.
- Gittler, G. & Arendasy, M. (2003). Endlosschleifen: Psychometrische Grundlagen des Aufgabentyps Ep. *Diagnostica*, 49 (4), 164-175.

- Gittler, G. & Glück, J. (1998). Differential transfer of learning: effects of instruction in descriptive geometry on spatial test performance. *Journal of Geometry and Graphics*, 2 (1), 71-84.
- Goto, K., Higashiyama, M., Ishii, N. & Takamatsu, K. (2005). Prior endurance exercise attenuates growth hormone response to subsequent resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 94, 333-338. doi: 10.1007/s00421-004-129-x
- Grebot, C., Gros Lambert, A., Pernin, J. N., Burtheret, A. & Rouillon, J. D. (2003). Effects of exercise on perceptual estimation and short-term recall of shooting performance in a biathlon. *Perceptual and Motor Skills*, 97, 1107-1114.
- Grulke, N., Bailer, H., Schmutzer, G., Brähler, E., Blaser, G., Geyer, M. et al. (2006). Normierung der deutschen Kurzform des Fragebogens „Profile of Mood States (POMS) anhand einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe – Kurzbericht. *Psychother Psych Med*, 56, 1-5. doi: 10.1055/s-2006-940129
- Guadalupe-Grau, A., Ara, I., Dorado, C., Vicente-Rodríguez, G., Perez-Gomez, J., Chavarren Cabrero, J. et al. (2010). Osteocalcin as a negative regulator of serum leptin concentration in humans: insight from triathlon competitions. *European Journal of Applied Physiology*, 110, 635-643. doi: 10.1007/s00421-010-1550-3
- Hackney, A. C. (2006). Testosterone and human performance: influence of the color red. *European Journal of Applied Physiology*, 96, 330-333. doi: 10.1007/s00421-005-0059-7
- Hackney, A. C., Szczepanowska, E. & Viru, A. M. (2003). Basal testicular testosterone production in endurance trained men is suppressed. *European Journal of Applied Physiology* 89, 198-201. doi: 10.1007/s00421-003-0794-6

- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W. J., Newton, R. U. & Allen, M. (2000). Basal Concentrations and Acute Responses of Serum Hormones and Strength Development During Heavy Resistance Training in Middle-Aged and Elderly Men and Women. *Journal of Gerontology: Biological Sciences*, 55, 95-105.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W. J., Häkkinen, A., Valkeinen, H. & Alen, M. (2001). Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *Journal of Applied Physiology*, 91, 569-580.
- Hansen, L., Bangsbo, J., Twisk, J. & Klausen, K. (1999). Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. *Journal of Applied Physiology*, 87 (3), 1141-1147.
- Hausmann, M., Slabbekoorn, D., Van Goozen, S. H. M., Cohen-Kettenis, P. T. & Güntürkün, O. (2000). Sex Hormones Affect Spatial Abilities During the Menstrual Cycle. *Behavioral Neuroscience*, 114 (6), 1245-1250.
- Hines, M., Fane, B. A., Pasterski, V. L., Mathews, G. A., Conway, G. S. & Brook, C. (2003). Spatial abilities following prenatal androgen abnormality: targeting and mental rotations performance in individuals with congenital adrenal hyperplasia. *Psychoneuroendocrinology*, 28, 1010-1026.
- Hyde, J. S. (1981). How Large Are Cognitive Gender Differences? A Meta-Analysis Using ω^2 and d . *American Psychologist*, 36 (8), 892-901.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Ibañez, J., Garrues, M., Antón, A., Zúñiga, A. et al. (2000). Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older man. *Journal of Applied Physiology*, 90, 1497-1507.
- Kayser, D. (2003). Ausdauer. In P. Röthig, R. Prohl, K. Carl, D. Kayser, M. Krüger & V. Scheid (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon*. 7., völlig neu bearbeitete Auflage. (S. 60-62). Schorndorf: Hofmann.

- Kenttä, G., Hassmén, P. & Raglin, J. S. (2006). Mood state monitoring of training and recovery in elite kayakers. *European Journal of Sport Science*, 6, (4), 245 – 253. doi: 10.1080/17461390601012652
- Kimura, D. (1997). Sex, Sexual Orientation and Sex Hormones influence human Cognitive Function. *Biomedical Reviews*, (7), 33-39.
- Kimura, D. (2002). Sex hormones influence human cognitive Pattern. *Neuroendocrinology Letters Special Issue*, Vol. 23, 67-77.
- Kline, R. B. (2004). *Beyond significance testing. Reforming data analysis methods in behavioral research*. Washington: American Psychological Association.
- Kokalas, N., Tsalis, G., Tsigilis, N. & Mougios, V. (2004). Hormonal responses to three training protocols in rowing. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 128-132. doi: 10.1007/s00421-004-1066-9
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., Dziados, J. E., Harman, E. A., Marchitelli, L. J., Gordon, S. E. et al. (1993). Changes in hormonal concentrations after different heavy – resistance exercise protocols in women. *Journal of Applied Physiology*, 75, 594-604.
- Kraemer, W. J., Staron, R. S., Hagermann, F. C., Hikida, R. S., Fry, A. C., Gordon, S. E. et al. (1998). The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 78, 69-76.
- Kraemer, W. J., Häkkinen, K., Newton, R. U., Nindl, B. C., Volek, J. S., McCormick, M. et al. (1999). Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *Journal of Applied Physiology*, 87 (3), 982-992.
- Krohne, H. W. & Hock, M. (2007). Verfahren zur Beschaffung von objektiven (T-) Daten. In H. Heuer, F. Rösler & W. H. Tack (Hrsg.) *Psychologische Diagnostik: Grundlagen & Anwendungsfelder*. (S. 328-365). Stuttgart: Kohlhammer.

- Krüger, K., Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F. C., Völker, K., Fobker, M. et al. (2007). Einfluss akuter sportlicher Belastung auf das Lernvermögen. In D. Böning, K. M. Braumann & H. J. Schnell (Hrsg.), 40. *Deutscher Sportärztekongress in Köln, 2007. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, Jahrgang 58, Nr. 7/8* (S. 272). Greven: WWF.
- Kyllonen, P. C., Lohman, D. F. & Snow, R. E. (1984). Effects of Aptitudes, Strategy Training, and Task Facets on Spatial Task Performance. *Journal of Educational Psychology*, 76, 130-145.
- Lawlor, D. A. & Hopker, S. W. (2001). The effectiveness of exercise as an intervention in the management of depression: systematic review and meta-regression analysis of randomised controlled trials. *British Medical Journal, Volume 322*. 763-767. Zugriff am 2. März 2010 unter <http://www.bmj.com/cgi/content/full/322/7289/763>
- Linn, M. C. & Petersen, A. C. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Maccoby, E. E. & Jacklin, C. N. (1974). *The Psychology of Sex Differences*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Maier-Riehle, B. & Zwingmann, C. (2000). Effektstärkevarianten beim Eingruppen-Prä-Post-Design: Eine kritische Betrachtung. *Rehabilitation*, 39, 189-199.
- Maresh, C. M., Armstrong, L. E., Bergeron, M. F., Gabaree, C. L., Hoffman, J. R., Hannon, D. R. et al. (1994). Plasma Cortisol and Testosterone Responses During a Collegiate Swim Season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8 (1), 1-4.
- Martino, G. & Winner, E. (1995). Talents and Disorders: Relationships among Handedness, Sex and College Major. *Brain & Cognition*, 29, 66-84.
- McDonald, D. G. & Hodgdon, J. A. (1991). *The Psychological Effects of Aerobic Fitness Training*. New York: Springer.

- McGee, M. G. (1976). Laterality, hand preference, and human spatial ability. *Perceptual and Motor Skills*, 42, 781-782.
- McGee, M. G. (1978). Handedness and mental rotation. *Perceptual and Motor Skills*, 47, 641-642.
- McGee, M. G. (1979). Human Spatial Abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal, and Neurological Influences. *Psychological Bulletin*, 86 (5), 889-918.
- McLafferty, C. L., Wetzstein, C. J. & Hunter, G. R. (2004). Resistance training is associated with improved mood in healthy older adults. *Perceptual and Motor Skills*, 98, 947-957.
- McNair, D., Lorr, M. & Droppleman, L. (1981). POMS Profile of Mood States. Ein Verfahren zur Messung von Stimmungszuständen. In: Collegium Internationale Psychiatricae Sclorum (CIPS) (Hrsg.), *Internationale Skalen für Psychiatrie*. Weinheim: Beltz Test Gesellschaft.
- McNeil, J. K., LeBlanc, E. M. & Joyner, M. (1991). The Effect of Exercise on Depressive Symptoms in the Moderately Depressed Elderly. *Psychology and Aging*, 6 (3), 487-488.
- Moffat, S. D. & Hampson, E. (1996). A curvilinear relationship between testosterone and spatial cognition in humans: possible influence of hand preference. *Psychoneuroendocrinology*, 21 (3), 323-337.
- Moffat, S. D., Zonderman, E., Metter, J., Blackman, M. R., Harman, S. M. & Resnick, S. M. (2002). Longitudinal Assessment of Serum Free Testosterone Concentration Predicts Memory Performance and Cognitive Status in Elderly Men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 87 (11), 5001-5007. doi: 10.1210/jc.2002-020419.

- Mujika, I., Chatard, J. C., Padilla, S., Guezennec, C. Y. & Geyssant, A. (1996). Hormonal responses to training and its tapering off in competitive swimmers: relationships with performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 74, 361-366.
- Muller, S. M., Dennis, D. L. & Gorrow, T. (2006). Emotional well-being of college students in health courses with and without an exercise component. *Perceptual and Motor Skills*, 103, 717-725.
- Németh, B. (2007). Measurement of the development of spatial ability by Mental Cutting Test. *Annales Mathematicae et Informaticae*, 34, 123-128.
- Neubauer, A. & Fink, A. (2006). Differentielle Psychologie: Leistungsfunktionen. In K. Pawlik (Hrsg.), *Handbuch Psychologie* (S. 319 - 336). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Neubauer, O., König, D. & Wagner, K. H. (2008). Recovery after Ironman triathlon: sustained inflammatory responses and muscular stress. *European Journal of Applied Physiology*, 104, 417-426. doi: 10.1007/s00421-008-0787-6
- Nordenström, A., Servin, A., Bohlin, G., Larsson, A. & Wedell, A. (2002). Sex-Typed Toy Play Behavior Correlates with the Degree of Prenatal Androgen Exposure Assessed by CYP21 Genotype in Girls with Congenital Adrenal Hyperplasia. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 87 (11), 5119-5124. doi: 10.1210/jc.2001-011531
- Oatley, K. & Jenkins, J. M. (1996). *Understanding Emotions*. Cambridge: Blackwell Publishers.
- O'Connor, D. B., Archer, J., Hair, W. M. & Wu, F. C. W. (2001). Activational effects of testosterone on cognitive function in men. *Neuropsychologia*, 39, 1385-1394.

- Ozel, S., Larue, J. & Molinaro, C. (2002). Relation between sport activity and mental rotation: comparison of three groups of subjects. *Perceptual and Motor Skills*, 95, 1141-1154.
- Parsons, T. D., Larson, P., Kratz, K., Thiebaut, M., Bluestein, B., Buckwalter, et al. (2004). Sex differences in mental rotation and spatial rotation in a virtual environment. *Neuropsychologia*, 42, 555-564. doi: 10.1016/neuropsychologia.2003.08.014
- Peluso, M. A. M. & Guerra de Andrade, L. H. S. (2005). Physical activity and mental health: The association between exercise and mood. *Clinics*, 60 (1), 61-70.
- Peters, M., Reimers, S. & Manning, J. T. (2006). Hand preference for writing and associations with selected demographic and behavioral variables in 255,100 subjects: The BBC internet study. *Brain and cognition*, 62, 177-189.
- Peters, U. H. (2007). *Lexikon. Psychiatrie, Psychotherapie, Medizinische Psychologie*. Elsevier, München.
- Petersen, A. C. (1976). Physical Androgyny and Cognitive Functioning in Adolescence. *Developmental Psychology*, 12, 524-533.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1975). *Die Entwicklung des räumlichen Denkens beim Kinde*. Band 6 der gesammelten Werke. Studienausgabe. Stuttgart: Klett – Cotta.
- Postma, A., Winkel, J., Tuiten, A. & Van Honk, J. (1999). Sex differences and menstrual cycle effects in human spatial memory. *Psychoneuroendocrinology*, 24, 175-192.
- Reischle, K. (2002). Auswirkungen der Bewegungssituation auf den Körper. In D. Strass, A. Hahn & K. Reischle (Hrsg.), *Schwimmen: biomechanische, sportmedizinische und didaktische Analysen*. Schriften zur Sportwissenschaft, Band 36. (S. 147-151). Hamburg: Verlag Dr. Kovač.

- Rovet, J. & Netley, C. (1982). Processing deficits in Turner's syndrome. *Developmental Psychology*, 18, 77-94.
- Salthouse, T. A. (2009). When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiology of Aging*, 30, 507-514. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2008.09.023
- Schandry, R. (2006). *Biologische Psychologie*. Weinheim: Beltz.
- Schmidtbleicher, D. (2003a). Kraft. In P. Röthig, R. Prohl, K. Carl, D. Kayser, M. Krüger & V. Scheid (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon*. 7., völlig neu bearbeitete Auflage. (S. 316-317). Schorndorf: Hofmann.
- Schmidtbleicher, D. (2003b). Krafttraining. In P. Röthig, R. Prohl, K. Carl, D. Kayser, M. Krüger & V. Scheid (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon*. 7., völlig neu bearbeitete Auflage. (S. 319). Schorndorf: Hofmann.
- Schulte, A. (2002). Einfluss von Impact- und Non-Impact-Sportarten auf den Knochen. In D. Strass, A. Hahn & K. Reischle (Hrsg.), *Schwimmen: biomechanische, sportmedizinische und didaktische Analysen*. Schriften zur Sportwissenschaft, Band 36. (S. 171-176). Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
- Schweiger, U. & Pirke, K. M. (1999). Die Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse bei der Frau. In C. Kirschbaum & D. Hellhammer (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Psychoendokrinologie und Psychoimmunologie*. (S. 223-253). Göttingen: Hogrefe.
- Seelig, H. (2002). Die Erfassung Subjektiver Theorien mittels der Repetory Grid Methode. In D. Strass, A. Hahn & K. Reischle (Hrsg.), *Schwimmen: biomechanische, sportmedizinische und didaktische Analysen*. Schriften zur Sportwissenschaft, Band 36. (S. 211-220). Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
- Serra, A., Pizzamiglio, L., Boari, A. & Spera, S. (1978). A comparative study of cognitive traits in human sex chromosome anaploids and sterile and fertile euploids. *Behaviour Genetics*, 8, 143-154.

- Sherry, D. F. & Hampson, E. (1997). Evolution and the hormonal control of sexually-dimorphic spatial abilities in humans. *Trends in Cognitive Sciences, Vol. 1 No. 2*, 50-56.
- Shute, V. J., Pellegrino, J. W., Hubert, L. & Reynolds, R. W. (1983). The relationship between androgen levels and human spatial abilities. *Bulletin of the Psychonomic Society, 21 (6)*, 465-468.
- Silbert, A. R., Wolff, P. H. & Lilienthal, J. (1977). Spatial and temporal processing in patients with Turner's syndrome. *Behavior Genetics, 7*, 11-21.
- Skipka, W. (2002). Physiologische Bedeutung der Wasseraktivitäten für die Entwicklung im Alternsprozess. In D. Strass, A. Hahn & K. Reischle (Hrsg.), *Schwimmen: biomechanische, sportmedizinische und didaktische Analysen. Schriften zur Sportwissenschaft, Band 36*. (S. 161-169). Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
- Snyder, P. J. & Harris, L. J. (1993). Handedness, sex, and familial sinistrality effects on spatial tasks. *Cortex, Vol. 29 (1)*, 115-134.
- Strass, D. & Wilke, K. (2006). *Masterschwimmen: Für Wettkampf, Fitness & Gesundheit*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Stumpf, H. & Fay, E. (1983). *Schlauchfiguren. Ein Test zur Beurteilung des räumlichen Vorstellungsvermögens*. Göttingen: Hogrefe.
- Tomprowski, P. D. & Ellis, N. R. (1986). Effects of Exercise on Cognitive Processes: A Review. *Psychological Bulletin, Vol. 99 (3)*, 338-346.
- Tremblay, M. S., Copeland, J. L. & Van Helder, W. (2003). Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *Journal of Applied Physiology, 96*, 531-539. doi: 10.1152/jappphysiol.00656.2003.

- Tremblay, M. S., Copeland, J. L. & Van Helder, W. (2005). Influence of exercise duration on post-exercise steroid hormone responses in trained males. *European Journal of Applied Physiology*, 94, 505-513. doi: 10.1007/s00421-005-1380-x
- Trimmel, M. (2009). *Wissenschaftliches Arbeiten in Psychologie und Medizin*. Wien: Facultas wuv.
- Tyndall, G. L., Kobe, R. W. & Houmard J. A. (1996). Cortisol, Testosterone, and insulin action during intense swimming training in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 73, 61-65.
- Uusitalo, A. L. T., Huttunen, P., Hanin, Y., Uusitalo, A. J., & Rusko, H. K. (1998). Hormonal Responses to Endurance Training and Overtraining in Female Athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 8 (3), 178-186.
- Vasta, R., Knott, J. R. & Gaze, C. E. (1996). Can spatial training erase the gender differences on the water-level task? *Psychology of Women Quarterly*, 20, 549-567.
- Vingren, J. L., Kraemer, W. J., Hatfield, D. L., Anderson, J. M., Volek, J. S., Ratamess, N. et al. (2008). Effect of resistance exercise on muscle steroidogenesis. *Journal of Applied Physiology*, 105, 1754-1760. doi: 10.1152/jappphysiol.91235.2008
- Viru, A., M., Hackney, A. C., Välja, E., Karelson, K., Janson, T. & Viru, M. (2001). Influence of prolonged continuous exercise on hormone responses to subsequent exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 85, 578-585. doi: 10.1007/s004210100498
- Volek, J. S., Kraemer, W. J., Bush, J. A., Incledon, T. & Boetes, M. (1997). Testosterone and cortisol in relationship to dietary nutrients and resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 82, 49-54.

- Voyer, D., Voyer, S. & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of Sex Differences in Spatial Abilities: A Meta-Analysis and Consideration of Critical Variables. *Psychological Bulletin*, 117 (2), 250-270.
- Yavari, A. (2008). The Effect of Swimming in Reduction of Depression in University Male Students. *Research Journal of Biological Sciences* 3 (6), 543 – 545. Zugriff am 2. März 2010 unter <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/rjbsci/2008/543-545.pdf>
- Warm, T. A. (1989). Weighted likelihood estimation of ability in item response theory. *Psychometrika*, 54, 427-450.
- White, L. J., Dressendorfer, R. H., Ferguson, M. A. & Wade, C. E. (2002). Maintenance of testosterone status in fitness joggers after increased training milage. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 498-502. doi: 10.1007/s00421-001-0575-z
- Wilke, K., Völker, K. & Gerl, H. (1985). *Bewegung und Sport Erwachsener – Anfängerschwimmen*. In H. J. Dordel (Hrsg). Sportwissenschaftliche Beiträge für Lehre und Unterricht, Band 4. Dortmund: Verlag Modernes Lernen.
- Zitzmann, M. & Nieschlag, E. (2001). Testosterone levels in healthy men and the relation to behavioural and physical characteristics: facts and constructs. *European Journal of Endocrinology*, 144. 183-197.

Sekundärliteraturverzeichnis:

- McNair, D., Lorr M. & Droppleman L. (1992). *Profile of mood states manual (rev.)*. San Diego: Educational and Industrial Testing Service.
- Thurstone, L. L. & Thurstone, T. G. (1941). *Factorial studies of intelligence*. Chicago: University of Chicago Press.

18. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtscores (sco_21), der EST-Parameter (par_21) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.....	50
Tab. 2: Ergebnisse der Kovarianzanalyse, „Gruppe“ = unabhängige Variable, „Parameterleistung im EST“ = abhängige Variable, Geschlecht = Kovariate.	51
Tab. 3: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Scores zum 1. Testzeitpunkt (sco_pre), der EST-Parameter zum 1. Testzeitpunkt (par_pre) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.....	54
Tab. 4: Ergebnisse der Kovarianzanalyse, „Gruppe“ = unabhängige Variable, „Parameterleistung im EST zum 1. Testzeitpunkt“ = abhängige Variable, Geschlecht = Kovariate.	54
Tab. 5: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des EST-Parameters zum 1. und 2. Testzeitpunkt (prae/post) und die EST- Parameterdifferenz.	55
Tab. 6: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des EST-Parameters zum 1. und 2. Testzeitpunkt (prae/post) und die EST- Parameterdifferenz.	55
Tab. 7: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des EST-Parameters zum 1. und 2. Testzeitpunkt (prae/post) und die EST- Parameterdifferenz.	55
Tab. 8: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der EST- Parameterdifferenz (par_diff) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	56
Tab. 9: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in der EST- Parameterdifferenz zwischen den Gruppen.....	56
Tab. 10: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Scores zum 1. Testzeitpunkt (sco_pre), der EST-Parameter zum 1. Testzeitpunkt (par_pre) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.....	58
Tab. 11: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Scores zum 2. Testzeitpunkt (sco_post), der EST-Parameter zum 2. Testzeitpunkt (par_post) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	58
Tab. 12: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in der EST-Parameterdifferenz zwischen den Gruppen.....	59
Tab. 13: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der EST-Parameterdifferenz (par_diff) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	59
Tab. 14: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in der EST-Parameterdifferenz zwischen den Gruppen.....	59
Tab. 15: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Rohscores zum 1. Testzeitpunkt (sco_pre), der EST-Parameter zum 1. Testzeitpunkt (par_pre) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	60
Tab. 16: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Rohscores zum 2. Testzeitpunkt (sco_post), der EST-Parameter zum 2. Testzeitpunkt (par_post) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.....	60
Tab. 17: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede der EST-Parameter zum ersten Testzeitpunkt zwischen den Gruppen.	61
Tab. 18: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der EST-Parameterdifferenz (par_diff) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	61
Tab. 19: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in der EST-Parameterdifferenz zwischen den Gruppen.....	62
Tab. 20: Post-Hoc-Test nach Gabriel zur Prüfung auf signifikante Unterschiede zwischen 2 Gruppen.	62
Tab. 21: Geschlecht, Gruppen, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtscores (sco_21), der EST-Parameter (par_21) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	63
Tab. 22: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)).	65
Tab. 23: Bildung, Geschlecht und zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtscores (sco_21), der EST-Parameter (par_21) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.....	66
Tab. 24: Ergebnisse der Kovarianzanalyse, „Bildung“ = unabhängige Variable, „Parameterleistung im EST = abhängige Variable, Geschlecht = Kovariate.	67
Tab. 25: Altersgruppen, Geschlecht, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtscores (sco_21), der EST-Parameter (par_21) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.....	68
Tab. 26: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)), Effektstärke d.	69

Tab. 27: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)); Effektstärke d.	69
Tab. 28: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)) und Effektstärke d.	70
Tab. 29: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)), Effektstärke d.	70
Tab. 30: Geschlecht, Darstellende Geometrie, ja/nein und zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtscores (sco_21), der EST-Parameter (par_21) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.....	72
Tab. 31: Ergebnisse der Kovarianzanalyse, „Dg ja /nein“ = unabhängige Variable, „Parameterleistung im EST“ = abhängige Variable, Geschlecht = Kovariate.	72
Tab. 32: Geschlecht, Händigkeit und zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtscores (sco_21), der EST-Parameter (par_21) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	74
Tab. 33: Ergebnisse der Kovarianzanalyse, „Händigkeit“ = unabhängige Variable, „Parameterleistung im EST“ = abhängige Variable, Geschlecht = Kovariate.	74
Tab. 34: Geschlecht, Händigkeit und zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Scores zum 1. Testzeitpunkt (sco_pre), der EST-Parameter zum 1. Testzeitpunkt (par_pre) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	75
Tab. 35: Ergebnisse der Kovarianzanalyse, „Händigkeit“ = unabhängige Variable, „Parameterleistung im EST zum Testzeitpunkt 1“ = abhängige Variable, Geschlecht = Kovariate.	76
Tab. 36: Geschlecht, Händigkeit und zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen des Scores zum 2. Testzeitpunkt (sco_post), und der EST-Parameter zum 2. Testzeitpunkt (par_post) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	76
Tab. 37: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der EST-Parameterdifferenz (Par_diff) und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	77
Tab. 38: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)). Effektstärke d.	77
Tab. 39: Gruppe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtbearbeitungszeit und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	79
Tab. 40: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in der Gesamtbearbeitungszeit zwischen den Gruppen.	79
Tab. 41: Geschlecht, Gesamtstichprobe, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtbearbeitungszeit in Minuten und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	80
Tab. 42: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)). Effektstärke d.	80
Tab. 43: Altersgruppen, Geschlecht und zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtbearbeitungszeit, und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe.	81
Tab. 44: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)); Effektstärke d.	82
Tab. 45: Poms-Skalen, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe zum Testzeitpunkt 1.	85
Tab. 46: Poms-Skalen, zugehörige Mittelwerte und Standardabweichungen und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe zum Testzeitpunkt 2.....	86
Tab. 47: Wilcoxon Signed-Rank Test, Gruppen und Poms-Skalen für Niedergeschlagenheit und Missmut, Ränge, Z-Wert, und 2-seitige Signifikanz (Sig. 2-seitig).	87
Tab. 48: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)).	88
Tab. 49: Kruskal-Wallis-Test, Mittlere Ränge, Testgröße Chi- Quadrat, Freiheitsgrade (df) und Signifikanz.....	91
Tab. 50: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in den Skalen Tatendrang und Müdigkeit zwischen den Gruppen.....	91
Tab. 51: Poms-Skalenwerte und Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests in Bezug auf Stimmungsdifferenzen.	92
Tab. 52: Kruskal-Wallis-Test, Mittlere Ränge, Testgröße Chi- Quadrat, Freiheitsgrade (df) und Signifikanz.....	93

Tab. 53: einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede in der Skala Müdigkeit zwischen den Gruppen.	94
Tab. 54: Poms-Skalen, zugehörige Mittelwerte, Standardabweichungen und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe zum Testzeitpunkt 1; Werte der Frauen.	95
Tab. 55: Poms-Skalen, zugehörige Mittelwerte, Standardabweichungen und die zugehörigen Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests für eine Stichprobe zum Testzeitpunkt 2; Werte der Frauen.	95
Tab. 56: Wilcoxon Signed-Rank Test, Gruppen und Poms-Skalen für Niedergeschlagenheit und Missmut, Ränge, Z-Wert, und 2-seitige Signifikanz (Sig. 2-seitig). Effektstärke d.	97
Tab. 57: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)). Effektstärke d.	98
Tab. 58: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)). Effektstärke d.	99
Tab. 59: Ergebnisse des Mann-Whitney-Tests inklusive mittlerer Rang, Rangsumme, Mann-Whitney- U, Wilcoxon-W, Z- und p-Werten (Sig. (2-seitig). Effektstärke d.	100
Tab. 60: Poms-Skalenwerte und Werte des Kolmogorov-Smirnov-Tests in Bezug auf Stimmungsdifferenzen.	101
Tab. 61: Ergebnisse des Levene-Tests mit F-Werten (F) und Signifikanz (Sig.); Ergebnisse des t-Tests für unabhängige Stichproben inklusive t-Werten (t), Freiheitsgraden (df) und p-Werten (Sig. (2-seitig)). Effektstärke d.	102
Tab. 62: Ergebnisse des Mann-Whitney- Tests inklusive mittlerer Rang, Rangsumme, Mann-Whitney- U, Wilcoxon-W, Z- und p-Werten (Sig. (2-seitig)). Effektstärke d.	102

19. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Die Ergebnisse der Metaanalyse von McDonald & Hodgdon (1991). Effektstärken der einzelnen POMS Skalen.	33
Abb. 2: Altersverteilung in Prozent.	41
Abb. 3: Gruppen, Gruppengröße, Alter.	42
Abb. 4: Darstellung eines Beispielitems des ESTs.	43
Abb. 5: Weighted-likelihood-estimates (WLE) nach Warm (1989): Gesamttest, Pretest, Posttest.	45
Abb. 8: Ablaufdiagramm.	48
Abb. 9: Die EST-Parameter zu den Zeitpunkten T1 und T2 in den Untergruppen. A = Anfängerschwimmen, F = Fortgeschrittenes Schwimmen, K = Krafttraining; m = männlich, w = weiblich.	52
Abb. 10: EST-Parameterdifferenzen der Untergruppen, A = Anfängerschwimmen, F = Fortgeschrittenes Schwimmen, K = Krafttraining; m = männlich, w = weiblich. Gesamtstichprobe: n = 150.	53
Abb. 11: Die EST-Parameter zu den Zeitpunkten T1 (par_pre) und T2 (par_post) in den Untergruppen. Anfänger = Anfängerschwimmen, Fortgeschrittene = Fortgeschrittenes Schwimmen, K = Krafttraining.	57
Abb. 12: EST- Parameter-Leistungen des gesamten Tests (k = 21) der Untergruppen. A = Anfängerschwimmen, F = fortgeschrittenes Schwimmen, K = Krafttraining; m = männlich, w = weiblich; Gesamtstichprobe: n = 150.	64
Abb. 13: Altersgruppen <27/ 27- 40, nach Geschlechtern getrennt, Gesamtparameter; Altersgruppen <27/ 27- 40, Gesamtstichprobe, Gesamtparameter.	71
Abb. 14: EST- Gesamtparameter; DG ja /nein, nach Geschlechtern getrennt, Gesamtstichprobe.	73
Abb. 15: EST Leistung zum Zeitpunkt 1 und 2, nach Händigkeit und Geschlechtern getrennt / EST Leistung zum Zeitpunkt 1 und 2 , nach Händigkeit getrennt. L/Links = Linkshändigkeit, R/Rechts = Rechtshändigkeit, m = männlich, w = weiblich.	78
Abb. 16: Effektstärken der Poms Skalen / A = Anfängerschwimmer, F = Fortgeschrittene Schwimmer, K = Krafttraining / N = Niedergeschlagenheit, T = Tatendrang, M = Müdigkeit, Miss = Missmut.	89
Abb. 17: Effektstärken der Poms Skalen / A= Anfängerschwimmer, K = Krafttraining / Ni = Niedergeschlagenheit, Ta = Tatendrang, Mü = Müdigkeit, Mi = Missmut.	103

20. Anhang

Anhang 1: EST – Antwortheft

Antwortheft *Endlosschleifentest*

Persönlicher Code:

letzter Buchstabe meines Vornamens	Einerstelle meines Geburstages	1. und letzter Buchstabe d. Vornamens d. Mutter		2. Buchstabe des Vornamens d. Vaters

1. Datum: _____

2. Geschlecht: ☐ männlich
☐ weiblich

3. Alter (in Jahren): _____

4. Ausbildung: Kreuzen Sie die höchste abgeschlossene Schulausbildung an.

- ☐ Volksschule
- ☐ Hauptschule, AHS Unterstufe
- ☐ Lehre, Berufsbildende mittlere Schule
- ☐ Matura
- ☐ Akademie, Fachhochschule
- ☐ Universität

5. Haben bzw. hatten Sie Unterricht in Darstellender Geometrie (DG)?

☐ ja ☐ nein

6. Sind Sie Rechts- ☐ oder LinkshänderIn ☐ ?

21. Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Kristofer Haas

Studium und Schullaufbahn:

1999 – 2014:

Studium der Psychologie an der Universität Wien.

1994 – 1998:

BORG (musischer Zweig mit Instrumentalunterricht), Bad Leonfelden

1990 – 1994:

Hauptschule, Oberneukirchen

1986 – 1990:

Volksschule, Waxenberg

Ausbildungen:

1998 – 1999:

Ausbildung zum Sanitäter beim österreichischen Bundesheer, Arbeit als Sanitäter beim österreichischen Bundesheer.

Praxiserfahrungen:

Seit 2008:

Mitarbeiter beim Wiener Hilfswerk im Club 21/ Freizeitclub für Erwachsene mit besonderen Bedürfnissen bzw. psychosozialen Problemen

2007, Oktober- November:

6 Wochenpraktikum im Rahmen des Psychologiestudiums:

Neurologisches Zentrum Rosenhügel/ Neuropsychiatrische Abteilung für Kinder und Jugendliche

Seit 2002:

Mitarbeiter bei den Wiener Kinderfreunden im Bereich Sonderbetreuung:

Juli 2012, August 2013

Betreuung Kinder und Jugendlicher mit besonderen Bedürfnissen an der Karl-Schubert Schule in Wien

Juli 2011, Juli 2010, Juli 2009, Juli 2008, August 2007, Juli 2006, Juli 2005, Juli 2004:

Betreuung Kinder und Jugendlicher mit besonderen Bedürfnissen am Himmelhof in Wien

August 2012, August, 2011, August 2010:

Betreuung Kinder und Jugendlicher mit besonderen Bedürfnissen in Leibnitz

August 2009:

Betreuung Kinder und Jugendlicher mit besonderen Bedürfnissen in Gresten

2002 – 2008/ Jahresbetreuung:

- Projektarbeit im Otto Wagner Spital mit Erwachsenen / Pavillon 17, Pavillon 21
- Projektarbeit im Neurologischen Zentrum Rosenhügel / C3, C2 (Kinder und Jugendpsychiatrie)

August 2008, Februar 2008, Februar 2007:

Betreuung Kinder und Jugendlicher mit besonderen Bedürfnissen in Klaffer

Mai, Juni 2005:

Betreuung eines 10-Jährigen in einem Kinderhort

Mai, Juni 2004:

Betreuung eines 8-Jährigen in einem Kinderhort

April 2005 – April 2008:

Wöchentlicher Besuchsdienst bei einem Herrn mit körperlicher und psychischer Erkrankung und begleitende Supervision

Juli, August 2003; Juli 2002:

Mitarbeiter bei der Wiener Jugenderholung, Betreuer einer Gruppe von Kindern und Jugendlichen

Sonstige Arbeitserfahrungen:

Juli 1998, Juli 1999, Juli 2000, September 2001:

Ferialarbeiter in der Voest Alpine, Linz.