

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Der Einfluss von Persönlichkeit (Tellegen's Multidimensional Model), Lateralität (Handpräferenz und Handdominanz) und Digit Ratio (2D:4D) auf den sportlichen Erfolg im Leistungsfechten

Verfasserin

Barbara Reimer

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Psychologie (Mag. rer. nat.)

Wien, im November 2008

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 298

Studienrichtung lt. Studienblatt: Psychologie

Matrikelnummer: 0105682

Betreuer: Univ.-Ass. MMag. DDDr. Martin Voracek

Gewidmet meinen fechtenden Brüdern

Maximilian, Albrecht, David & Sebastian

Mein Dank gilt

...meinem Betreuer DDDr. Martin Voracek:

für seine kompetente Betreuung und Fähigkeit, mich zu inspirieren.

...meinem lieben Freund und Studienkollegen Stefan G. Dressler:

für die Unterstützung bei der Datenerhebung sowie Erst-Vermessung der Handscans und vor allem seine tiefe Freundschaft.

...Univ.-Prof. Dr. Anton Formann MSc:

für seine konstruktive Kritik im Rahmen der Diplomandenseminare.

...den Turnierleitern Alois Tanzmeister und Markus Mareich:

für die Genehmigung und freundliche Unterstützung meiner Datenerhebung.

...den zahlreichen geduldigen Fechtern,

die sich vorbildlich motiviert und ausdauernd der durchschnittlich halbstündigen Testung unterzogen und damit diese Studie möglich gemacht haben.

...ganz besonders meiner lieben Familie:

...allen voran meinen lieben Eltern Lieselotte und Alfred:

dafür, dass sie mich von Kindesbeinen an gefördert, motiviert und unterstützt haben, mir Chancen aufgezeigt und ermöglicht haben, stets an mich geglaubt haben und dafür, dass sie mir viel Gutes auf meinen Lebensweg mitgegeben haben.

... meinen 4 Brüdern Maximilian, Albrecht, David & Sebastian und dessen Freundin Sarah:

dafür, dass sie zu meinen besten Freunden im Leben zählen, mir immer zur Seite stehen und als Fechter selbst sehr engagiert an dieser Studie teilgenommen haben. Ihnen sei diese Arbeit gewidmet und damit meine vollste Bewunderung ihrer fechterischen Erfolge ausgedrückt.

...und natürlich meinem geliebten Freund Boti:

für die Unterstützung bei meiner Datenerhebung sowie für seine Liebe, seinen Glauben an mich und seine Gabe, mich stets zu motivieren und das Beste in mir zu erwecken.

INHALTSVERZEICHNIS

ALLGEMEINE EINLEITUNG	1
1. Das Fingerlängenverhältnis 2D:4D	5
1.1. Die Geschichte der 2D:4D-Forschung.....	5
1.2. Definition von 2D:4D	6
1.3. Entwicklung von 2D:4D.....	6
1.4. Geschlechtsunterschiede in 2D:4D.....	7
1.5. Messung von 2D:4D.....	8
1.6. 2D:4D und Händigkeit.....	9
1.6.1. 2D:4D und Linkshändigkeit	9
1.6.2. Unterschiede in der Ausprägung von 2D:4D auf der rechten und linken Hand	10
1.7. 2D:4D und Persönlichkeit	11
1.7.1. 2D:4D und Aggression.....	11
1.7.2. 2D:4D und Sensation Seeking	13
1.7.3. 2D:4D und soziale Dominanz	13
1.7.4. 2D:4D und Depressionsneigung	14
1.7.5. 2D:4D und die Big-Five-Persönlichkeitsfaktoren.....	14
1.7.6. 2D:4D und kooperatives Verhalten.....	15
1.7.7. 2D:4D und prosoziales und emotionales Verhalten, Benehmen und Hyperaktivität bei Vorschul- und Schulkindern	15
1.7.8. 2D:4D und Schadensvermeidung, Leistungsstreben und Kontrolliertheit	16
1.8. 2D:4D und Sport	17
1.8.1. Studien zum Zusammenhang von 2D:4D und Sport	17
1.8.1.1. 2D:4D und diverse Breitensportarten I.....	17
1.8.1.2. 2D:4D und Profi-Fußball I	18
1.8.1.3. 2D:4D und Mittelstreckenlauf I	19
1.8.1.4. 2D:4D und Skifahren.....	19
1.8.1.5. 2D:4D und Mittelstreckenlauf II	20
1.8.1.6. 2D:4D und Langstreckenlauf	20

1.8.1.7. 2D:4D und Amateur-Fußball.....	20
1.8.1.8. 2D:4D und Profi-Fußball II	21
1.8.1.9. 2D:4D und sportliche Leistung bei Athletinnen diverser Sportarten I	21
1.8.1.10. 2D:4D und körperliche Fitness bei Jugendlichen	22
1.8.1.11. 2D:4D und körperliche Fitness bei Erwachsenen.....	22
1.8.1.12. 2D:4D und Leistungsfechten I	23
1.8.1.13. 2D:4D und sportliche Leistung bei Athletinnen diverser Sportarten II	23
1.8.1.14. 2D:4D und diverse Breitensportarten II.....	24
1.8.1.15. 2D:4D und Langstreckenlauf im Training	25
1.8.1.16. 2D:4D und Cross-Country-Lauf	25
1.8.1.17. 2D:4D und Langstreckenlauf bei Athletinnen	26
1.8.1.18. 2D:4D und militärischer Fünfkampf (Ertl, 2007)	27
1.8.1.19. 2D:4D und Schwimmen	28
1.8.1.20. 2D:4D und Leistungsfechten II.....	29
1.8.2. Zusammenfassung der Studien	30
2. Persönlichkeit	32
2.1. Sport und Persönlichkeit	33
2.1.1. Leistungsmotivation.....	34
2.1.2. Aggression, Dominanz und Durchsetzungsvermögen	35
2.1.3. Risikobereitschaft.....	36
2.1.4. Extraversion versus Introversion	37
2.2. Tellegen's Multidimensional Model	38
2.2.1. Skala Soziale Dominanz.....	39
2.2.2. Skala Kontrolliertheit	40
2.2.3. Skala Leistungsstreben.....	40
2.2.4. Skala Tendenz zur Schadensvermeidung	40
3. Lateralität	42
3.1. Händigkeit.....	42
3.2. Handdominanz.....	43
3.3. Seitigkeitsaspekte der Füße, Augen und Ohren	44
3.4. Zusammenhänge der Lateralität mit 2D:4D und Sport	45

3.4.1. Fechten und Händigkeit	47
4. Sportfechten.....	49
4.1. Vom tödlichen Duell zum fairen Sportfechten	49
4.2. Fechten als olympische Disziplin	50
4.3. Die Waffengattungen	50
4.3.1. Das Florett.....	51
4.3.2. Der Degen.....	51
4.3.3. Der Säbel	51
4.4. Die Einteilung der Altersklassen	52
4.5. Fechten und 2D:4D	53
4.5.1. Pilotstudie	53
4.5.1.1. Ziel der Studie (Hypothesen)	53
4.5.1.2. Stichprobenbeschreibung und Datenerhebung.....	54
4.5.1.3. Ergebnisse.....	55
4.5.1.4. Diskussion der Pilotstudie und Anregungen zur vorliegenden Arbeit	56
4.5.2. Fechten und 2D:4D – Studie II	57
4.5.2.1. Ziel der Studie (Hypothesen)	57
4.5.2.2. Stichprobenbeschreibung und Datenerhebung.....	58
4.5.2.3. Ergebnisse und Diskussion.....	58
4.5.3. Ein Vergleich der beiden Studien.....	59
5. Darlegung der Fragestellungen und der Hypothesen.....	63
5.1. Hypothesen zum Zusammenhang mit 2D:4D	63
5.2. Hypothesen zum Zusammenhang mit Persönlichkeitsmerkmalen.....	64
5.3. Hypothesen zum Zusammenhang mit Lateralität	64
5.4. Hypothesen zum Zusammenhang mit sportlichem Erfolg im Fechten	66
6. Verwendete Erhebungsinstrumente	67
6.1. Multidimensional Personality Questionnaire Brief Form (MPQ-BF).....	67
6.2. Coren Lateral Preference Inventory	68
6.3. Hand-Dominanz-Test (HDT).....	69

7. Beschreibung der Stichprobe.....	70
7.1. Demographische Variablen	70
7.2. Sportbezogene Variablen	70
7.3. Körperliche Variablen	71
8. Durchführung der Studie	72
8.1. Ablauf der Datenerhebung.....	72
8.2. Vermessung der Handscans und Berechnung des 2D:4D	73
8.3. Überprüfung und Berechnung der Rangplätze	74
9. Ergebnisse der Studie.....	75
9.1. Deskriptivstatistiken der Stichprobe und Unterschiede zwischen den Geschlechtern	75
9.2. Reliabilitätsprüfung	78
9.2.1. Intraklassenkorrelationen der 2D:4D-Messungen	78
9.2.2. Interne Konsistenzen der verwendeten Verfahren.....	78
9.2.2.1. Prüfung der MPQ-Skalen	79
9.2.2.2. Prüfung der Skalen des Coren Lateral Preference Inventory (CLPI).....	79
9.2.2.3. Prüfung des Handdominanz-Test (HDT).....	80
9.3. Prüfung der Hypothesen	81
9.3.1. Hypothesen zum Zusammenhang mit 2D:4D	81
9.3.2. Hypothesen zum Zusammenhang mit Persönlichkeitsmerkmalen	84
9.3.3. Hypothesen zum Zusammenhang mit Lateralität	86
9.3.4. Hypothesen zum Zusammenhang mit sportlichem Erfolg im Fechten	93
10. Diskussion der Studie.....	102
10.1. Zusammenhänge mit 2D:4D	102
10.2. Zusammenhänge mit Persönlichkeitsmerkmalen	103
10.3. Zusammenhänge mit Aspekten der Lateralität	104
10.4. Zusammenhänge mit sportlichem Erfolg im Fechten	105
11. Zusammenfassung.....	107

Anhang 1: Multidimensional Personality Questionnaire Brief Form (MPQ-BF)	111
Anhang 2: Coren Lateral Preference Inventory	116
Anhang 3: Handdominanz – Test (HDT)	118
Anhang 4: Sport Performance Questionnaire	121
 Abbildungsverzeichnis	 123
 Tabellenverzeichnis	 125
 Literaturverzeichnis	 127
 Curriculum Vitae.....	 139
 Eidesstattliche Erklärung.....	 141

ALLGEMEINE EINLEITUNG

In den letzten Jahrzehnten hat sich im Bereich der psychologischen Grundlagenforschung ein, bis dato stark expandierendes, Forschungsgebiet herausgebildet: die 2D:4D-Forschung. Ausgehend von der Annahme, dass das Längenverhältnis des zweiten Fingers zum vierten Finger (2D:4D), das als negatives Korrelat der pränatalen Testosteron-Einflüsse gilt, als sogenannter „Biomarker für pränatal erfahrene Geschlechtshormon-Exposition“ (Manning, Scutt, Wilson, & Lewis-Jones, 1998) fungieren könnte, wurde diesem Phänomen bereits in nahezu 280 publizierten Studien nachgegangen. Rund 20 davon befassen sich mit dem, für diese Arbeit relevanten, Zusammenhang zwischen 2D:4D und sportlichem Erfolg.

Sportfechten, eine Randsportart, die als moderne, quasi zivilisierte Form des einst grausamen Duells den typisch männlichen Zweikampf repräsentiert, scheint besonders geeignet, um sie mit dem, von pränatalen Testosteron-Konzentrationen geprägten, 2D:4D in Verbindung zu setzen. Im Jahre 2006 wurde bereits eine Pilotstudie von Voracek, Reimer, Ertl und Dressler zu den Zusammenhängen zwischen 2D:4D, der Händigkeit und dem sportlichen Erfolg an 54 Leistungsfechtern durchgeführt.

Die vorliegende Arbeit soll nun anhand einer größeren Stichprobe, mit der Literatur in Widerspruch stehende sowie nicht-signifikante Ergebnisse der Pilotstudie erneut untersuchen und hat zudem das Anliegen, bereits gefundene Zusammenhänge zu replizieren. Desweiteren stellt die Implikation der Erkenntnisse einer Studie von Tester und Campbell (2007), die den eindeutigen Beitrag von 2D:4D auf den sportlichen Erfolg postuliert, eine zusätzliche Herausforderung dar. Wie in der Studie jener Forscher werden auch in dieser Arbeit die Zusammenhänge zwischen vier, im sportlichen Kontext bedeutsamen, Persönlichkeitsmerkmalen und 2D:4D sowie dem sportlichen Erfolg untersucht.

Im theoretischen Teil dieser Arbeit wird zunächst auf das Fingerlängenverhältnis 2D:4D und dessen Bedeutsamkeit in den Bereichen des Sports, der Persönlichkeits- und der Lateralitätsforschung eingegangen. Weiters wird der Zusammenhang zwischen Sport und Persönlichkeit, und im Zuge dessen die erhobenen Persönlichkeitsmerkmale aus *Tellegen's Multidimensional Model*, dargestellt. Auf Lateralitätsaspekte, insbesondere die

Händigkeit und die Handdominanz, wird im darauffolgenden Kapitel eingegangen und dabei, im Lichte des Zusammenhangs zwischen Sport und Lateralität, besonderes Augenmerk auf die Bedeutung der Händigkeit im Fechtsport gelegt. Das letzte Kapitel des theoretischen Teils gibt einen kurzen Überblick über die Sportart *Fechten* und stellt im Anschluss ausführlich die beiden, zum Zusammenhang von 2D:4D und sportlichem Erfolg vorhandenen Studien dar.

Im empirischen Teil werden schließlich, an einer Stichprobe von 99 Leistungsfechtern, die Zusammenhänge zwischen 2D:4D, den vier Persönlichkeitsmerkmalen (Soziale Dominanz, Leistungsstreben, Kontrolliertheit und Schadensvermeidung), Lateralitätsaspekten und dem sportlichen Erfolg im Leistungsfechten analysiert. Großes Interesse gilt dabei der Erforschung jener Hypothese, die den eindeutigen Beitrag von 2D:4D auf den sportlichen Erfolg zu klären versucht.

THEORETISCHER TEIL

1. DAS FINGERLÄNGENVERHÄLTNIS 2D:4D

1.1. Die Geschichte der 2D:4D-Forschung

Bereits im 19. Jahrhundert hat man das Fingerlängenverhältnis des Zeige- zum Ringfinger als ein geschlechtlich dimorphes Merkmal erkannt. Es wurde festgestellt, dass Männer durchschnittlich einen kürzeren Zeige- (2. Finger) als Ringfinger (4. Finger), und damit ein niedrigeres Fingerlängenverhältnis, als Frauen aufweisen (Ecker, 1875; Baker, 1888).

Die erste wissenschaftliche Studie, die sich mit dem Zusammenhang von 2D:4D und einem psychologischen Merkmal befasst, stammt aus dem Jahre 1983 von Dr. Glenn Wilson. Er untersuchte den Zusammenhang von 2D:4D und der Durchsetzungsfähigkeit bei Frauen und postulierte, dass die Entwicklung der Persönlichkeit pränatal von Geschlechtshormonen im Uterus beeinflusst würde (Wilson, 1983).

Basierend auf diesen Erkenntnissen starteten die Forschergruppen um John T. Manning, der mit seiner Arbeit „The ratio 2nd to 4th digit length: A predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen“ (1998) als Pionier der 2D:4D-Forschung gilt, in Liverpool und Marc Breedlove in Kalifornien ein bis dato stark wachsendes Forschungsprogramm.

Seit 1998 sind über 200 Publikationen, in denen der Zusammenhang des pränatal festgelegten Fingerlängenverhältnisses 2D:4D mit geschlechtsspezifischen, hormonell beeinflussten, somatischen, kognitiven, behavioralen und persönlichkeitsbezogenen Merkmalen (vgl. Manning, 2002a; Putz, Gaulin, Sporter, & McBurney, 2004; Cohen-Bendahan, van de Beek, & Berenbaum, 2005) untersucht wurde, in internationalen Fachzeitschriften erschienen.

Im Jahre 2002 publizierte John T. Manning die Monografie „Digit ratio: A pointer to fertility, behaviour, and health“, in der er die, bis zu diesem Zeitpunkt veröffentlichten Studien übersichtlich zu einer Arbeit integrierte und dabei die Bedeutung der pränatalen Testosteronkonzentrationen auf das, von ihm als „window into uterine conditions“ (Manning, 2002a) bezeichnete 2D:4D und die damit verbundenen Zusammenhänge herausarbeitete.

1.2. Definition von 2D:4D

Der Ausdruck 2D:4D bezeichnet das Längenverhältnis des Zeige- (2. Finger) zum Ringfinger (4. Finger). Männer weisen durchschnittlich einen kürzeren Zeige- als Ringfinger ($2D:4D < 1$) auf, bei Frauen ist das Verhältnis umgekehrt ($2D:4D > 1$). Dies macht das Fingerlängenverhältnis zu einem geschlechtlich dimorphen Merkmal (Phelps, 1952; Manning, Scutt, Wilson, & Lewis-Jones, 1998).

1.3. Entwicklung von 2D:4D

Die Ausbildung der Fingerlängen wird von den Homeobox- oder Hox-Genen, die auch die Ausbildung der Hoden und der Ovarien kontrollieren, gesteuert (Herault, Fraudeau, Zákány, & Duboule, 1997; Voracek & Manning, 2003). Manning et al. (1998) schlagen deshalb vor, dass durch die gemeinsame genetische Kontrolle die resultierende Fingerausbildung die Bildung der Gonaden widerspiegelt. Verschiedene Ausprägungen von 2D:4D-Verhältnissen ($2D:4D < 1$, $2D:4D = 1$ und $2D:4D > 1$) könnten also Aspekte der gonadalen Funktion wie etwa der Produktion von Testosteron und Östrogen reflektieren.

Die Ausprägung des Fingerlängenverhältnisses 2D:4D scheint pränatal fixiert zu sein. Es konnte festgestellt werden, dass bereits nach der 7. Schwangerschaftswoche alle möglichen Variationen des 2D:4D-Verhältnisses im Material der Föten beobachtbar sein können (Phelps, 1952) und die relativen Proportionen zwischen den Fingergliedern ungefähr ab der 13. oder 14. Schwangerschaftswoche mit den Fingerlängenverhältnissen erwachsener Menschen vergleichbar sind (Garn, Burdi, Babler, & Stinson, 1975; Manning et al., 1998; Malas, Dogan, Evcil, & Desdicioglu, 2006).

Weiters unterstützt eine Studie von Manning et al. (1998) die Annahme der pränatalen Fixierung von 2D:4D. Die Ergebnisse ihrer Untersuchung zeigen, dass das 2D:4D-Verhältnis sehr früh (das Mindestalter in dieser Studie betrug 2 Jahre) festgelegt wird und über das Alter hinweg keine wesentlichen Veränderungen aufweist. Auch während der Pubertät konnte keine merkliche Änderung in 2D:4D beobachtet werden, ein Faktum, das bei geschlechtlich dimorphen Merkmalen äußerst unüblich ist (Manning et al., 1998; McIntyre, Ellison, Lieberman, Demerath, & Towne, 2005; Trivers, Manning, & Jacobson, 2006).

Lutchmaya, Baron-Cohen, Raggatt, Knickmeyer, & Manning (2004) untersuchten eingefrorenes Fruchtwasser von 2-jährigen Kindern und fanden heraus, dass eine hohe pränatale Testosteron-Konzentration sowie eine niedrige Konzentration von Östradiol während der Schwangerschaft, Prädiktoren für ein männliches 2D:4D-Verhältnis darstellen.

1.4. Geschlechtsunterschiede in 2D:4D

Wie in Kapitel 1.2. bereits erwähnt, besitzen Männer durchschnittlich einen kürzeren Zeige- als Ringfinger, während sich bei Frauen das Fingerlängenverhältnis konträr dazu verhält. Ein geringes 2D:4D-Verhältnis entspricht daher einer männlichen Ausprägung und ein hohes 2D:4D steht für eine weibliche Ausprägung.

Das durchschnittliche Fingerlängenverhältnis beträgt im Nordwesten Englands 0.98 bei Männern und 1.00 bei Frauen (Manning, 2008). In Österreich wurde bei Männern ein durchschnittliches 2D:4D von rund 0.96 und bei Frauen von rund 0.98 festgestellt (Manning, Barley, Walton, Lewis-Jones, Trivers, Singh, Thornhill, Rohde, Bereczkei, Henzi, Soler, & Szwed, 2000; Fink, Manning, Neave, & Tan, 2004; Voracek, Manning, & Ponocny, 2005; Voracek & Dressler, 2006). Durchschnittlich ist das 2D:4D-Verhältnis der österreichischen Bevölkerung also um jeweils 0.03 geringer, als jenes der englischen Population.

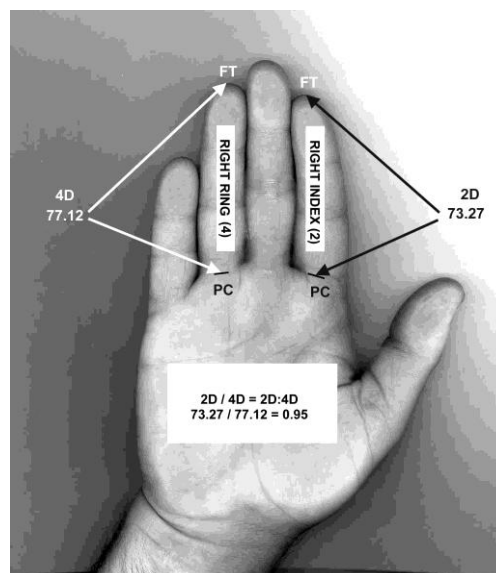
Die Ursache für den Geschlechtsunterschied im 2D:4D-Verhältnis scheint durch die intrauterinen Testosteron- und Östrogenkonzentrationen erklärbar zu sein. Hohe pränatale Testosteronlevel stimulieren das Wachstum des 4. Fingers, während große intrauterine Östrogenkonzentrationen das Wachstum des 2. Fingers fördern (Manning, 2002a). Ein niedriges (männliches) 2D:4D lässt somit auf hohe pränatale Testosteron- und geringe Östrogenkonzentrationen, die typischerweise bei Männern vorzufinden sind, schließen. Hohes (weibliches) 2D:4D hingegen weist auf ein geringes pränatales Testosteron- und stark ausgeprägtes Östrogenlevel, das charakteristisch für Frauen ist, hin. Aus diesen Erkenntnissen ableitend, schlagen Manning et al. (1998) vor, 2D:4D als einen Biomarker für pränatal erfahrene Geschlechtshormon-Exposition anzusehen.

1.5. Messung von 2D:4D

Zur Ermittlung des Fingerlängenverhältnisses des 2. und 4. Fingers werden zunächst Scans, Kopien, Röntgenbilder (in der Praxis eher unüblich) oder Tintenabdrücke beider Hände erstellt. Man kann auch Direktmessungen der Hände mit einem Digital Vernier Caliper, einem Präzisionsmessinstrument, das auf 0.01 mm genau misst, vornehmen (vgl. Manning, 2002a, Kapitel 1).

Die Fingerlänge wird jeweils von der Mitte der Fingerkuppe (FT = finger tip; siehe Abbildung 1) bis zur Mitte jener Hautquerfalte, die sich am weitesten ventral des Fingers befindet, also diejenige, die dem Handteller am nächsten gelegen ist (PC = proximal crease; siehe Abbildung 1), gemessen. Eventuell können längere Fingernägel sichtbar sein, die in die Messung allerdings nicht miteinbezogen werden dürfen. Die Länge des zweiten Fingers wird nun durch die Länge des vierten Fingers dividiert, wodurch sich das Verhältnis 2D:4D ergibt (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1: Berechnung des Fingerlängenverhältnisses 2D:4D



Anmerkung: Quelle: modifiziert nach www.digitratio.com/whatis2D4D.htm

1.6. 2D:4D und Händigkeit

Wenngleich eine hohe Testosteronkonzentration im Uterus essentiell für die Sicherung männlicher Fruchtbarkeit ist, so kann diese auch negative Effekte auf den Fötus haben: Hohe pränatale Testosteronlevel können die Ursache für Schäden des zentralen Nervensystems und vor allem des Gehirns sein und können Linkshändigkeit, geringe Wortflüssigkeit, Autismus und die Neigung zu Depressionen begünstigen (Manning, 2002a).

Im folgenden Kapitel wird zunächst der Zusammenhang des 2D:4D-Verhältnisses mit Linkshändigkeit dargelegt und anschließend wird auf die unterschiedliche Ausprägung von 2D:4D auf der rechten und linken Hand eingegangen.

1.6.1. 2D:4D und Linkshändigkeit

Nach dem sogenannten *Geschwind-Galaburda-Modell* (Geschwind & Galaburda, 1987; zitiert nach Manning, 2002a) sollen hohe intrauterine Testosteronkonzentrationen das Wachstum wichtiger Bereiche der linken Hemisphäre des Gehirns behindern und gleichzeitig das Wachstum vergleichbarer Bereiche der rechten Hemisphäre anregen. Dies hat negative Auswirkungen auf die sprachlichen Fähigkeiten und die Händigkeit tendiert zur linken Seite. Als positive Effekte der angeregten rechten Hemisphäre sind Fähigkeiten im visuell-räumlichen, mathematischen und musischen Bereich festzuhalten.

In einer Studie an 285 jamaikanischen Kindern konnten Manning, Trivers, Thornhill und Singh (2000) zeigen, dass Linkshänder ein geringeres (männlicheres) 2D:4D-Verhältnis als Rechtshänder aufweisen. Weiters konnte ein negativer Zusammenhang von D_{R-L} , das einen männlichen Ausdruck darstellt (siehe Kapitel 1.6.2.), mit der Präferenz der linken Hand festgestellt werden. Das bedeutet, dass geringere 2D:4D-Verhältnisse der rechten verglichen mit der linken Hand mit Linkshändigkeit bzw. der Präferenz der linken Hand einhergehen.

Fink, Manning, Neave und Tan (2004) testeten an einer Stichprobe von 79 österreichischen, rechtshändigen Kindern die Hypothese, ob ein geringeres 2D:4D mit besseren Leistungen der linken Hand korreliert. Sie konnten ihre Forschungshypothese unterstützen, indem sie feststellten, dass hohes 2D:4D mit besseren Fähigkeiten der rechten Hand einherging, während geringeres 2D:4D einen Zusammenhang mit höheren Leistungen der linken Hand aufwies.

Die Ergebnisse beider Studien deuten auf einen Zusammenhang zwischen hoher pränataler Testosteronkonzentration (folglich also einem geringen 2D:4D-Verhältnis) und der Tendenz zu besseren Fähigkeiten der linken Hand. Dieser ist zudem in verschiedenen Populationen und Weltregionen (z.B. in Jamaika wie in Österreich) feststellbar.

1.6.2. Unterschiede in der Ausprägung von 2D:4D auf der rechten und linken Hand

Nach einer Hypothese von Tanner (1990) sollen geschlechtlich dimorphe Merkmale in ihrer männlichen Ausdrucksform bei Männern auf der rechten Seite stärker ausgeprägt sein, während sich dieses Phänomen bei Frauen umgekehrt verhält. Auf das geschlechtlich dimorphe Merkmal 2D:4D bezogen, würde dies bedeuten, dass im Durchschnitt bei Männern das 2D:4D der rechten Hand geringer, als jenes der linken Hand wäre. Bei Frauen hingegen müsste das 2D:4D der rechten Hand höher als jenes der linken Hand sein.

Die Differenz der 2D:4D-Verhältnisse beider Hände wird als D_{R-L} bezeichnet. Da ein geringeres 2D:4D der rechten, verglichen zu dem der linken Hand, als männliche Ausprägung gilt, müsste folglich ein negatives D_{R-L} auch einen männlichen Ausdruck darstellen, während ein positives D_{R-L} für eine weibliche Ausprägung stünde.

Zahlreiche Studien untersuchten diesen Effekt und konnten Tanners Hypothese unterstützen (Manning et al., 1998; Williams, Pepitone, Christensen, Cooke, Huberman, Breedlove N., Breedlove T., Jordan, & Breedlove S., 2000; Manning, 2002a; McFadden & Shubel, 2002; Rizwan, Manning, & Brabin, 2007). Andere jedoch konnten keinen Unterschied in D_{R-L} zwischen den Geschlechtern feststellen (Putz, Gaulin, Sporter, & McBurney, 2004; Hönekopp, Bartholdt, Beier, & Liebert, 2007).

Stärkere Zusammenhänge des 2D:4D-Verhältnisses der rechten als der linken Hand konnten für die Testosteronkonzentration (Manning et al., 1998; Manning, 2002a; Lutchmaya et al., 2004), die Anzahl der Spermien (Manning et al., 1998), die Händigkeit (Manning et al., 2000), das Taillen-Hüften-Verhältnis (Manning, 2002a), die Wortflüssigkeit (Manning, 2002a), die Laufgeschwindigkeit (Manning & Taylor, 2001; Manning, 2002a; Manning, Bundred, & Taylor, 2003), die körperliche Fitness bei männlichen Teenagern (Hönekopp, Manning, & Müller, 2006), die Stärke des Händedrucks (Fink, Thanzami, Seydel, & Manning, 2006), die körperliche Aggression bei Männern (Bailey & Hurd, 2005) und Erkrankungen des Herzens (Manning & Bundred, 2001; Manning, Bundred, & Taylor, 2003) festgestellt werden. Niedrigere Korrelationen

des 2D:4D-Verhältnisses der rechten als der linken Hand wurden im Zusammenhang mit besseren Leistungen beim Fußballspielen (Manning, Bundred, & Taylor, 2003) beobachtet.

1.7. 2D:4D und Persönlichkeit

Es ist bekannt, dass es zahlreiche typische Persönlichkeitsunterschiede zwischen den Geschlechtern gibt (vgl. Kapitel 2), deren Ursprung sowohl in den Genen, im Auftreten pränataler Geschlechtshormon-Konzentrationen sowie der menschlichen Sozialisierung begründet ist (Manning, 2008). In der vorliegenden Arbeit wird auf den Zusammenhang der pränatalen Geschlechtshormon-Exposition, die durch 2D:4D reflektiert wird, mit der Persönlichkeit eingegangen.

Bislang wurden in der 2D:4D-Forschung Zusammenhänge mit verschiedenen Formen der Aggression (Austin, Manning, McInroy, & Mathews, 2002; Benderlioglu & Nelson, 2004; Bailey & Hurd, 2005; Coyne, Manning, Ringer, & Bailey, 2007; Kuepper & Hennig, 2007; McIntyre, Barrett, McDermott, Johnson, Cowden, & Rosen, 2007), Sensation Seeking (Austin et al., 2002; Fink, Neave, Laughton, & Manning, 2006), sozialer Dominanz (Neave, Laing, Fink, & Manning, 2003; Putz, Gaulin, Sporter, & McBurney, 2004; Tester & Campbell, 2007), der Neigung zu Depressionen (Martin, Manning, & Dowrick, 1999; Austin et al., 2002), den Big-Five-Persönlichkeitsfaktoren Extraversion, Neurotizismus, Offenheit für Erfahrungen, Gewissenhaftigkeit und Verträglichkeit (Fink, Manning, & Neave, 2004; Luxen & Buunk, 2005; Lippa, 2006), kooperativen Verhaltensweisen (Millet & Dewitte, 2006), prosozialem und emotionalem Verhalten, Benehmen und Hyperaktivität (Williams, Greenhalgh, & Manning, 2003; Fink, Manning, Williams, & Podmore-Nappin, 2007) und der Tendenz zu Schadensvermeidung, Leistungsstreben und Kontrolliertheit (Tester & Campbell, 2007) untersucht.

1.7.1. 2D:4D und Aggression

In Modellen zur Erklärung des Persönlichkeitskonstrukts Aggression, das in den letzten Jahrzehnten mannigfach untersucht worden ist, wurden immer wieder Androgene, hauptsächlich Testosteron, für die Steuerung der Aggression

mitverantwortlich gemacht (Mazur & Booth, 1998; Simpson, 2001; Giammanco, Tabacchi, Giammanco, Di, & La, 2005; Soma, 2006; zitiert nach Kuepper & Hennig, 2007). So haben auch einige Forschergruppen den Zusammenhang von 2D:4D und verschiedenen Formen der Aggression untersucht. Die bislang relativ inkonsistenten Ergebnisse dazu seien nachfolgend in Kürze dargestellt.

Austin et al. (2002) konnten lediglich einen Unterschied in der Ausprägung der Aggression zwischen den Geschlechtern dahingehend feststellen, dass Männer höhere Werte auf den Skalen verbaler, körperlicher und gesamter Aggression aufwiesen als Frauen. Signifikante Zusammenhänge zwischen 2D:4D und Aggression konnten in dieser Studie nicht beobachtet werden.

Benderlioglu und Nelson (2004) fanden einen Zusammenhang zwischen geringem 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand (R2D:4D) sowie einer negativen Differenz der 2D:4D-Verhältnisse beider Hände (D_{R-L}) und hohen reaktiven Aggressionswerten bei Frauen, nachdem diese hinlänglich massiver Provokation ausgesetzt worden waren. Eine signifikante Korrelation von geringem D_{R-L} und indirekter Aggression bei Frauen konnte auch von Coyne et al. (2007) beobachtet werden. Bei den männlichen Probanden der Studie von Benderlioglu und Nelson (2004) waren keine signifikanten Zusammenhänge ersichtlich. Eine Untersuchung von Bailey und Hurd (2005) hingegen berichtete einen negativen Zusammenhang von 2D:4D und körperlicher Aggression ausschließlich bei Männern und konnte keine signifikanten Zusammenhänge bei Frauen feststellen.

Einen signifikanten Geschlechtsunterschied hinsichtlich unprovoked (für einen Beobachter ohne Grund stattfindende) Aggression zeigte eine Studie von McIntyre et al. (2007) auf. Ohne Provokation zu erfahren, attackierten Männer dabei in einem simulierten Kriegspiel viel häufiger als Frauen. Es konnte ein negativer Zusammenhang zwischen R2D:4D und unprovoked Aggression festgehalten werden: Spieler, die ohne Provokation aggressive Verhaltensweisen aufwiesen, besaßen signifikant niedrigere 2D:4D-Werte der rechten, jedoch nicht der linken Hand als jene Spieler, die keine unprovoked Aggression erkennen ließen.

Kuepper und Hennig (2007) konnten Zusammenhänge der 2D:4D-Verhältnisse beider Hände mit verschiedenen Ausprägungen behavioraler Aggression bei Männern feststellen und publizierten somit Befunde, die die Ergebnisse der Studien von Bailey und Hurd (2005) und McIntyre et al. (2007) bekräftigten.

1.7.2. 2D:4D und Sensation Seeking

In der Literatur finden sich bereits unzählige Studien, die das Persönlichkeitsmerkmal Sensation Seeking untersucht haben. Wichtige Erkenntnisse stammen von Zuckerman (1991), der in diesem Kontext auch die *Zuckerman Sensation Seeking Scale* (Form V; Zuckerman, Eysenck, & Eysenck, 1978), ein Instrument zur Messung von 4 Dimensionen der Sensation Seeking (TAS = Thrill and Adventure Seeking, ES = Experience Seeking, DIS = Disinhibition und BS = Boredom Susceptibility), konzipiert hat. Über die 4 Dimensionen lässt sich durch Summation der einzelnen Skalenwerte ein SS-Gesamtwert berechnen.

Die Sensation Seeking Skala V wurde auch in einer Studie von Austin et al. (2002) zur Messung der Sensation Seeking eingesetzt. Es konnten signifikante, negative Zusammenhänge zwischen 2D:4D und dem Gesamtwert der Sensation Seeking, sowie den Skalen TAS und DIS gefunden werden, jedoch nur bei Frauen. Bei Männern ließen sich keine signifikanten Korrelationen zwischen 2D:4D und Sensation Seeking beobachten.

Konträr dazu fanden Fink, Neave, Laughton und Manning (2006) signifikante Zusammenhänge zwischen 2D:4D und dem SS-Gesamtwert sowie der Skala BS, diesmal allerdings nur bei Männern.

1.7.3. 2D:4D und soziale Dominanz

Neave, Laing, Fink und Manning (2003) untersuchten den Zusammenhang von 2D:4D mit der wahrgenommenen Dominanz und Männlichkeit bei Männern. Dazu wurden 36 Frauen Farbfotos derselben 48 Männer zur Beurteilung deren Dominanz und Männlichkeit vorgelegt. Die Ergebnisse zeigten einen signifikanten, negativen Zusammenhang zwischen dem 2D:4D-Verhältnis beider Hände und der, von den beurteilenden Frauen wahrgenommenen Dominanz sowie Männlichkeit der männlichen Probanden.

Putz, Gaulin, Sporter und McBurney (2004) erhoben das Persönlichkeitsmerkmal der Dominanz durch ein einziges Item („If you got in a fistfight with an average undergraduate male, you would probably win.“), das auf einer 6-stufigen Skala eingeschätzt werden musste. Sie konnten keinen Zusammenhang zwischen 2D:4D und sozialer Dominanz feststellen. In einer Studie von Tester und Campbell (2007) wurde soziale Dominanz mittels des „Multidimensional Personality Questionnaire Brief Form“

(Patrick, Curtin, & Tellegen, 2002) erfasst (siehe Kapitel 1.8.1.14). Die Skala *Social Potency* wurde mit 2D:4D in Zusammenhang gesetzt, wobei sich eine signifikante, negative Korrelation ($r = -.17, p < .05$) sowohl bei Männern als auch Frauen ergab. Das bedeutet, dass ein kleineres (männlicheres) 2D:4D-Verhältnis mit höherer sozialer Dominanz einhergeht.

1.7.4. 2D:4D und Depressionsneigung

Bislang konnte in einer Studie von Martin et al. (1999) ein signifikanter, positiver Zusammenhang der Länge des 4. Fingers (4D), dessen Wachstum von der pränatalen Testosteronkonzentration stimuliert wird, mit der Neigung zu Depressionen bei Männern festgestellt werden, während in einer weiteren Studie von Austin et al. (2002) keine Zusammenhänge zwischen dem Fingerlängenverhältnis 2D:4D und der Neigung zu Depressionen gefunden wurden.

1.7.5. 2D:4D und die Big-Five-Persönlichkeitsfaktoren

Die Big-Five-Persönlichkeitsfaktoren (Extraversion, Neurotizismus, Offenheit für Erfahrungen, Gewissenhaftigkeit und Verträglichkeit) wurden von Fink, Manning und Neave (2004) in Bezug zu 2D:4D gesetzt. Die Forscher konnten dabei einzig auf der Skala der Verträglichkeit signifikante Geschlechtsunterschiede beobachten, und zwar dahingehend, dass Frauen im Allgemeinen eine höhere Verträglichkeit als Männer aufwiesen. Bei Frauen konnte ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen dem 2D:4D der rechten Hand und der Persönlichkeitsdimension Neurotizismus sowie ein signifikanter negativer Zusammenhang des 2D:4D der linken Hand mit der Skala Verträglichkeit gefunden werden. Das bedeutet, je höher das 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand ausgeprägt ist, umso höher sind die Werte auf der Skala Neurotizismus, die für emotionale Labilität stehen. Weiters gehen, entgegen der erwarteten Richtung der Forschungshypothese, geringe 2D:4D-Werte der linken Hand mit hoher Verträglichkeit einher. Bei Männern konnten keine signifikanten Korrelationen zwischen 2D:4D und den fünf Persönlichkeitsdimensionen festgestellt werden.

In einer kurz darauf publizierten Studie von Luxen und Buunk (2005), in der ebenfalls der Zusammenhang der Big-Five mit dem Fingerlängenverhältnis 2D:4D untersucht wurde, konnte sowohl für Männer als auch Frauen eine signifikante positive (das heißt, der Richtung der Forschungshypothese entsprechende) Korrelation des 2D:4D beider

Hände mit der Skala der Verträglichkeit gefunden werden. Je kleiner (männlicher) das 2D:4D ausgeprägt ist, umso geringer ist also die Verträglichkeit der Person. Zusammenhänge zwischen 2D:4D und den vier weiteren Skalen konnten nicht nachgewiesen werden.

Lippa (2006) konnte eine schwache, positive Korrelation zwischen 2D:4D und der Skala Extraversion feststellen und einen schwachen, negativen Zusammenhang zwischen 2D:4D und der Skala Offenheit für Erfahrungen.

Die, im Allgemeinen sehr inkonsistenten und sich außerdem, hinsichtlich des Zusammenhanges zwischen 2D:4D und Verträglichkeit gefundenen, widersprechenden Befunde bedürfen auf jeden Fall weiterer Forschung.

1.7.6. 2D:4D und kooperatives Verhalten

Zur Untersuchung des kooperativen Verhaltens wurden 70 Studenten von Millet und Dewitte (2006) der Situation eines sozialen Dilemmas ausgesetzt. Ein soziales Dilemma ist durch eine Situation gekennzeichnet, in der die Interessen eines Individuums in Konflikt mit jenen der Allgemeinheit stehen (Kirchler, 1999, S. 373). In einer solchen Situation können Personen entweder egoistisch, altruistisch oder kooperativ agieren, wobei sowohl egoistische als auch altruistische Interaktionen mit einem höheren sozialen Status, und somit (laut Forschungshypothese) geringerem 2D:4D, in Verbindung gebracht werden können.

Die Ergebnisse der Studie waren jedoch konträr dazu: Studenten mit geringerem 2D:4D zeigten kooperativeres Verhalten, während Teilnehmer mit höherem 2D:4D durchschnittlich egoistisches oder altruistisches Verhalten aufwiesen. Die Forscher leiteten daraus ab, dass Statusindikatoren, die mit geringem 2D:4D verbunden sind, möglicherweise die Bevorzugung normativen Verhaltens benötigen.

1.7.7. 2D:4D und prosoziales und emotionales Verhalten, Benehmen und Hyperaktivität bei Vorschul- und Schulkindern

Williams, Greenhalgh und Manning (2003) untersuchten den Zusammenhang zwischen 2D:4D und Entwicklungsproblemen (verschiedenen Verhaltensaspekten) bei Vorschulkindern. Das 2D:4D-Verhältnis der Kinder wurde gemessen und die Lehrer sowie Eltern mussten Fragebögen zum Verhalten der Kinder ausfüllen. Es konnten kaum Geschlechtsunterschiede beobachtet werden, jedoch zeigten sich starke

Zusammenhänge zwischen geringem 2D:4D und einer stärkeren Tendenz zu Hyperaktivität sowie geringer ausgeprägten sozialen Verhaltensweisen bei Mädchen, und zwischen hohem 2D:4D und Probleme mit emotionalem Verhalten (erhöhte Emotionalität) bei Jungen. Williams et al. (2003) postulieren folglich, dass höhere pränatale Testosteronkonzentrationen während der frühen Entwicklung des Gehirns die Wahrscheinlichkeit für Hyperaktivität und geringes soziales Verhalten bei Mädchen erhöhen, während hohe Östrogenlevel bei Jungen die Wahrscheinlichkeit für emotionale Probleme steigern.

In einer Replikationsstudie von Fink, Manning, Williams und Podmore-Nappin (2007) bildeten 58 Schulkinder aus Großbritannien und 56 aus Österreich die Stichprobe. Erneut zeigten sich nur geringe Geschlechtsunterschiede hinsichtlich der Verhaltenstendenzen und viele, starke Zusammenhänge mit 2D:4D und Verhaltensauffälligkeiten.

In der Gesamtstichprobe ($n = 114$ Schulkinder) korrelierten größere Aggressions- und Verhaltensprobleme sowohl bei Mädchen als auch Jungen signifikant mit niedrigeren 2D:4D-Verhältnissen. In der Substichprobe der Kinder aus Großbritannien war ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen 2D:4D und Verhaltensproblemen und auch Hyperaktivität bei den Jungen, sowie ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen 2D:4D und prosozialem Verhalten bei Mädchen zu erkennen. Bei den österreichischen Schulkindern ging ein geringes 2D:4D-Verhältnis mit externalen Verhaltensproblemen bei den Mädchen und mit sozialen Problemen (bzw. Problemen in der Peer-Group) bei den Jungen einher.

1.7.8. 2D:4D und Schadensvermeidung, Leistungsstreben und Kontrolliertheit

Die, in Kapitel 1.7.3. bereits erwähnte, Studie von Tester und Campbell (2007) erfasste zusätzlich zur sozialen Dominanz, die eine negative Korrelation mit 2D:4D zeigte, auch die Persönlichkeitskonstrukte der Schadensvermeidung, des Leistungsstrebens und der Kontrolliertheit mittels des *Multidimensional Personality Questionnaire Brief Form* (MPQ-BF; Patrick et al., 2002). Es konnte jedoch kein signifikanter Zusammenhang zwischen 2D:4D und den weiteren drei untersuchten Persönlichkeitsmerkmalen gefunden werden. Hinsichtlich der Geschlechter zeigten sich im Vergleich zur männlichen Stichprobe, durchschnittlich ein höheres Streben nach Leistung sowie eine größere Kontrolliertheit und eine etwas geringere Tendenz zur Schadensvermeidung bei den

weiblichen Probanden. Allerdings erreichte keiner dieser Unterschiede statistische Signifikanz.

1.8. 2D:4D und Sport

Der Einfluss von pränatalen Testosteronkonzentrationen ist sehr weitreichend und umfasst viele extragenitale Effekte, von denen einige besonders für körperliche, und somit auch für sportliche Fähigkeiten maßgeblich sind. Hohe pränatale Testosteronlevel, die für ein geringes 2D:4D-Verhältnis verantwortlich sind, unterstützen die Entwicklung und Aufrechterhaltung von Ausdauer, Schnelligkeit und körperlicher Stärke (Manning & Taylor, 2001) und sind bei Männern für die Herausbildung eines effizienten Herz-Kreislauf-Systems mitverantwortlich (Manning & Bundred, 2000; Manning & Taylor, 2001). Weiters sind Androgene entscheidend an der geschlechtlichen Differenzierung des Nervensystems sowie der Entfaltung visuell-räumlicher Fähigkeiten, beteiligt (Geschwind & Galaburda, 1985; Manning & Taylor, 2001; Manning, 2000a, Kapitel 9).

Mittlerweile gibt es einige Studien, die das 2D:4D-Verhältnis im sportlichen Kontext untersucht haben. Auf diese möchte ich unter Kapitel 1.8.1. näher eingehen, wobei ich chronologisch von der ersten bis hin zur jüngsten publizierten Studie vorgehen werde. Anschließend findet sich unter Kapitel 1.8.2. eine tabellarische Aufstellung, die die Hauptergebnisse der Studien übersichtlich und integrativ zusammenfasst.

1.8.1. Studien zum Zusammenhang von 2D:4D und Sport

1.8.1.1. 2D:4D und diverse Breitensportarten I (Manning & Taylor, 2001, Studie 1)

Die erste Studie, die sich mit dem Zusammenhang von 2D:4D und sportlichen Leistungen befasst, stammt aus dem Jahre 2001. Manning und Taylor erhoben dabei in einer, aus 128 Männern (vorwiegend Studenten) bestehenden Stichprobe deren selbstberichtete sportliche Leistung, die anhand einer 10-stufigen Sportaktivitätsskala (siehe Anhang 4: Sport Performance Questionnaire) beurteilt wurde, und führten Direktmessungen (vgl. Kapitel 1.5.) des zweiten und vierten Fingers beider Hände durch, um 2D:4D zu ermitteln. Die Teilnehmer zeigten Werte von 1 („Ich betreibe keinen Sport“) bis 10 („Ich habe mein Land vertreten“) auf der Leistungsskala und wiesen somit eine sehr leistungsheterogene Gruppe auf. Außerdem übten 125 Männer die folgenden unterschiedlichen Breitensportarten aus: Laufen, Fußball, Kampfkünste, Rugby, Tennis

bzw. Squash, Schwimmen und Hockey (nach der prozentuellen Häufigkeit absteigend angeführt). Die restlichen 3 Teilnehmer betrieben gar keinen Sport.

Die Ergebnisse zeigten einen signifikanten negativen Zusammenhang zwischen 2D:4D und sportlicher Leistung (d.h. je kleiner 2D:4D, desto höher der sportliche Erfolg und vice versa) – dieser Effekt blieb auch signifikant, nachdem das Alter, die Sporterfahrung (Zeitdauer der Ausübung) und die Sportart mittels multipler Regressionsanalyse herauspartialisiert wurden. Das bedeutet, dass 2D:4D unabhängig von diesen Variablen negativ mit sportlichem Erfolg korreliert.

1.8.1.2. 2D:4D und Profi-Fußball I (Manning & Taylor, 2001, Studie 3)

Manning und Taylor erfassten bei 837 Männern mittels Fotokopien der Handflächen das Fingerlängenverhältnis 2D:4D. Die Stichprobe teilte sich in eine Gruppe von 304 professionellen Fußballspielern, die entweder derzeit im englischen Fußball konkurrierten oder aber früher gespielt hatten, sowie eine Kontrollgruppe von 533 Männern, die die Sportart Fußball nicht professionell ausübte. Die 304 Profi-Fußballer spielten als Erste-Mannschafts-, Reserve- oder Jugendteam- Spieler in der Premier League, die die höchste englische Spielklasse darstellt ($n = 48$), der 1. Division ($n = 62$), der 2. Division ($n = 77$) und der 3. Division ($n = 67$). Die Stichprobe wurde von 21 Trainern der beteiligten Spieler und 29 internationalen Spielern komplettiert.

Die Autoren stellten fest, dass das durchschnittliche 2D:4D der Profi-Fußballspieler geringer war, als jenes der Männer der Kontrollgruppe. Weiters wiesen Spieler der ersten Mannschaft im Durchschnitt ein niedrigeres 2D:4D als Reserve- und Jugendteam-Spieler auf, und internationale Spieler ein geringeres 2D:4D als Spieler, die nicht an internationalen Bewerben teilnehmen. Bei jenen internationalen Fußballspielern, die ihre Karriere bereits beendet hatten, fand sich ein negativer Zusammenhang zwischen D_{R-L} und der Anzahl an international absolvierten Spielen: Je geringer D_{R-L} ausgeprägt war, desto höher war die Zahl der international absolvierten Spiele. Innerhalb der Gruppe der 304 professionellen Fußballspieler konnte ein signifikant niedrigeres 2D:4D-Verhältnis bei farbigen ($n = 13$) als bei weißen ($n = 291$) Spielern beobachtet werden (Manning, 2002a, S. 139).

Insgesamt wurde ein Anstieg der 2D:4D-Werte von Sportlern mit Spitzenleistungen bis zu jenen mit schwächeren Fähigkeiten festgestellt: Das niedrigste durchschnittliche 2D:4D hatten internationale Spieler, gefolgt von Trainern, Spielern der Premier League,

der 1., 2. und 3. Division. Das höchste durchschnittliche 2D:4D ließ sich in der Kontrollgruppe vorfinden.

1.8.1.3. 2D:4D und Mittelstreckenlauf I (Manning & Vella; in Manning, 2002a, S. 129ff)

71 junge Männer aus zwei englischen Sportclubs, die regelmäßig für Mittelstreckenläufe (800 m und 1.500 m) trainieren und daran teilnehmen, bildeten die Stichprobe. Als Leistungsindikator wurde die gemittelte Laufzeit der letzten 3 Läufe herangezogen, wobei diese nur von 47 Sportlern für 800 m und von 40 Sportlern für 1.500 m feststellbar waren.

Es zeigte sich, dass Männer mit niedrigerem 2D:4D schnellere Laufzeiten berichteten, als jene mit höherem 2D:4D. Das Alter stellte dabei einen geringen tendenziellen Einfluss, dahingehend, dass ältere Läufer schnellere Zeiten aufweisen, dar. Nachdem der Effekt des Alters heraus genommen wurde, konnte ein signifikanter Zusammenhang des 2D:4D-Verhältnisses der rechten Hand zur Laufzeit festgestellt werden. Das bedeutet, dass das R2D:4D ein besserer Prädiktor für die Laufzeit als das L2D:4D ist. Außerdem wurde eine signifikante positive Korrelation zwischen D_{R-L} und der Laufzeit beobachtet, d.h. dass Sportler mit geringerem R2D:4D als L2D:4D bessere Laufzeiten, als jene mit höherem R2D:4D als L2D:4D besitzen.

1.8.1.4. 2D:4D und Skifahren (Manning, 2002b)

Mittels Parallelisierung nach Alter, Geschlecht und Nationalität, wurde einer Stichprobe von 72 professionellen Skifahrern (52 Männer und 20 Frauen) eine Kontrollgruppe von ebenfalls 72 Teilnehmern, die den Skisport nicht professionell ausübten, gegenüber gestellt. Es wurde aus zwei 200 m Slalom-Durchgängen die schnellere Ski-Laufzeit ermittelt, die als Maßstab für die Leistung genommen wurde. 2D:4D erhielt man durch Direktmessungen der Hand (vgl. Kapitel 1.5.).

Geschlechtsspezifische Unterschiede in 2D:4D konnten dahingehend beobachtet werden, dass sich bei Männern geringere durchschnittliche 2D:4D- Werte als bei Frauen zeigten. Auch die Gruppe der professionellen Skifahrer insgesamt wies ein niedrigeres durchschnittliches 2D:4D als die Kontrollgruppe auf. In einem Subsample von 57 Skifahrern (Alter < 25 Jahre) ließ sich unabhängig von Alter, Geschlecht und Skisport-Erfahrung ein positiver Zusammenhang zwischen 2D:4D und der Skilauf-Zeit feststellen. Das bedeutet, dass geringes 2D:4D mit schnelleren Laufzeiten einher geht.

1.8.1.5. 2D:4D und Mittelstreckenlauf II (Manning, Bundred, & Taylor, 2003, Studie 2.1)

Manning, Bundred und Taylor untersuchten an 118 männlichen Teilnehmern eines Cross-Country-Laufs den Zusammenhang von 2D:4D und deren selbstberichteten Laufbestzeiten. Erhoben wurden das Alter, das Gewicht, die Größe, die Trainingshäufigkeit (pro Woche) und die Laufbestzeiten für 800 m (von 97 Läufern) sowie für 1.500 m (von 67 Läufern).

Die selbstberichteten persönlichen Bestzeiten wiesen einen signifikanten positiven Zusammenhang mit $R2D:4D$ und D_{R-L} auf. Dieses Ergebnis steht dafür, dass Läufer mit geringem 2D:4D der rechten Hand ($R2D:4D$) oder niedrigerem 2D:4D der rechten als der linken Hand (negatives D_{R-L}), schnellere Bestzeiten angaben, als jene mit höherem 2D:4D-Verhältnis.

1.8.1.6. 2D:4D und Langstreckenlauf (Manning, Bundred, & Taylor, 2003, Studie 2.2)

Von 47 männlichen Studenten, die an einem inter-universitären Cross-Country-Lauf über 6 Meilen teilnahmen, wurden einige Wochen nach dem Wettbewerb Direktmessungen der Hände (vgl. Kapitel 1.5.), das Alter und die Trainingshäufigkeit (pro Woche) erfasst.

Die Ergebnisse zeigten eindeutig positive Korrelationen für 2D:4D beider Hände mit der Laufzeit. Männer mit geringem 2D:4D hatten kürzere Laufzeiten, als jene mit höherem 2D:4D. Mittels einer Partialkorrelation, in der die Trainingshäufigkeit die abhängige Variable darstellte, konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Laufzeit und der Trainingshäufigkeit festgestellt werden – dieser war unabhängig von 2D:4D und Alter. Nun war keine signifikante Korrelation zwischen 2D:4D und der Laufzeit mehr ersichtlich, sondern ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen 2D:4D und der Trainingshäufigkeit. Durchschnittlich trainieren Läufer mit kleinerem 2D:4D also häufiger, als jene mit größerem 2D:4D.

1.8.1.7. 2D:4D und Amateur-Fußball (Manning, Bundred, & Taylor, 2003, Studie 3.1)

Die Stichprobe umfasste 108 englische Amateur-Fußballspieler, von denen 71 regelmäßig (=jede Woche) und 37 unregelmäßig (=nicht wöchentlich) an Fußballspielen teilnahmen. Das Fingerlängenverhältnis wurde durch Direktmessung der Hände (vgl. Kapitel 1.5.) ermittelt und weiters wurden das Gewicht, die Größe und das Alter

festgehalten. Anschließend mussten die Spieler auf einer 10-stufigen Skala (von 1 = „geringe Fähigkeit, spielt unregelmäßig“ bis 10 = „sehr hohe Fähigkeit, hat auf nationalem Level gespielt“) ihre eigene Leistung selbst einschätzen. Jene Spieler, die regelmäßig spielten, wurden zusätzlich von 5 Teamspielern auf derselben Skala eingeschätzt. Somit lagen für diese Spieler 5 Fremdbewertungen und 1 Selbstbewertung vor.

Manning, Bundred und Taylor stellten fest, dass das durchschnittliche 2D:4D (beider Hände) einen signifikanten, negativen Zusammenhang mit der selbst- sowie fremdbewerteten Leistung beim Fußballspielen aufweist. Im Gegensatz zu den Studien, in denen die Korrelation zwischen 2D:4D und der Laufgeschwindigkeit untersucht wurde (vgl. Manning & Vella, in Manning, 2002a, S. 129ff; Manning, Bundred, & Taylor, 2003, Studie 2.1 & 2.2), und diese eine stärkere Ausprägung auf der rechten Hand zeigte, ist die sportliche Leistung im Fußball jedoch stärker mit dem 2D:4D der linken Hand korreliert. Dementsprechend berichteten Sportler mit geringerem L2D:4D als R2D:4D, also positivem D_{R-L} , bessere sportliche Leistungen im Fußball, was ebenfalls im Gegensatz zu den Ergebnissen der 3 zitierten Studien steht.

1.8.1.8. 2D:4D und Profi-Fußball II (Manning, Bundred, & Taylor, 2003, Studie 3.2)

An 33 brasilianischen Profi-Fußballspielern wurde mittels zweimaligen Direktmessungen der Hände das Fingerlängenverhältnis 2D:4D erhoben, wobei die Forscher zu diesem Zeitpunkt den Status der Spieler nicht kannten. Anschließend teilte der Senior-Club-Coach die Spieler folgendermaßen ein: in die Gruppe der Spieler der ersten Mannschaft ($n = 20$) und in die Gruppe der Reservespieler ($n = 13$).

Es zeigte sich, dass die Spieler der ersten Mannschaft signifikant geringeres 2D:4D als die Reservespieler hatten. Dieser Effekt war auf der linken Hand stärker als auf der rechten Hand ausgeprägt, was das Ergebnis der Studie 3.1 von Manning, Bundred und Taylor (2003) replizierte.

1.8.1.9. 2D:4D und sportliche Leistung bei Athletinnen diverser Sportarten I (Pokrywka, Rachoń, Suchecka-Rachoń, & Bitel, 2005)

Diese Studie testete anhand von 138 polnischen Elite-Athletinnen, Sportstudentinnen und Medizinstudentinnen die Hypothese, ob sportlich-engagiertere Frauen ein geringeres 2D:4D-Verhältnis, das als Biomarker für die pränatale

Testosteronkonzentration gilt (Manning et al., 1998), besitzen. Die 24 Elite-Athletinnen ließen sich in Spitzensportlerinnen ($n = 9$), nationale ($n = 13$) sowie internationale Champions ($n = 2$) einteilen und konkurrierten in den Sportarten Judo, Tanzen, Leichtathletik, Volleyball, Schwimmen, Segeln und Kickboxen. 41 Sportstudentinnen bildeten die Gruppe der Non-Elite-Athletinnen. Die 73 teilnehmenden Medizinstudentinnen unternahmen maximal ein Mal pro Woche sportliche Tätigkeiten und wurden den beiden anderen Gruppen als sportlich unengagierte Kontrollgruppe gegenübergestellt. 2D:4D wurde aus Fotografien der Hände mit einer Digitalkamera ermittelt.

Das einzig signifikante Ergebnis stellte der Unterschied von L2D:4D bei Elite-Athletinnen und der Kontrollgruppe von Medizinstudentinnen dahingehend dar, dass erstere geringere L2D:4D-Werte zeigten. Dieser Effekt war auch zwischen Elite- und Non-Elite-Athletinnen erkennbar, erreichte jedoch hier keine statistische Signifikanz.

1.8.1.10. 2D:4D und körperliche Fitness bei Jugendlichen (Hönekopp, Manning, & Müller, 2006, Studie 1)

In einer, aus 289 Jugendlichen (175 Mädchen und 114 Knaben) bestehenden Stichprobe wurden die Schulnoten im Sportunterricht (15 = beste Note, 0 = schlechteste Note) als Maß für die körperliche Fitness herangezogen und mit 2D:4D, das durch Fotografien mit einer Digitalkamera ermittelt wurde, korreliert.

Geschlechtsspezifische Unterschiede in 2D:4D zeigten sich in der erwarteten Richtung: Die Knaben wiesen signifikant niedrigeres 2D:4D als die Mädchen auf. Bei den Mädchen konnte ein signifikanter negativer Zusammenhang des 2D:4D-Verhältnisses beider Hände mit der Sportnote beobachtet werden, bei den Knaben war dieser Effekt nur für R2D:4D signifikant. Das bedeutet, dass ein kleineres 2D:4D mit besseren Schulnoten im Sportunterricht einhergeht.

1.8.1.11. 2D:4D und körperliche Fitness bei Erwachsenen (Hönekopp, Manning, & Müller, 2006, Studie 2)

In einer weiteren Studie erhoben Hönekopp et al. an 179 jungen Erwachsenen (77 Frauen, 102 Männer) deren Alter, Gewicht, Größe, Raucherverhalten und Trainingsintensität. Die körperliche Fitness wurde durch einen, aus 6 Übungen

bestehenden Fitnesstest, eruiert und 2D:4D-Werte durch Fotografien mit einer Digitalkamera ermittelt.

Unerwarteter Weise, konnte kein signifikanter Unterschied in 2D:4D bei Männern und Frauen festgestellt werden. Eine signifikante negative Korrelation zeigte sich bei Männern zwischen der körperlichen Fitness und R2D:4D, bei Frauen war dieser Effekt mit L2D:4D zu beobachten. Je geringer also das R2D:4D bei Männern bzw. das L2D:4D bei Frauen ausgeprägt ist, desto höher ist die körperliche Fitness.

1.8.1.12. 2D:4D und Leistungsfechten I (Voracek, Reimer, Ertl, & Dressler, 2006)

Da auf diese Studie, die das Pilotprojekt zur Studie der vorliegenden Arbeit darstellt, unter Kapitel 4.5.1. besonders detailliert eingegangen wird, sei sie an dieser Stelle nur der Vollständigkeit halber kurz angeführt.

1.8.1.13. 2D:4D und sportliche Leistung bei Athletinnen diverser Sportarten II (Paul, Kato, Hunkin, Vivekanandan, & Spector, 2006)

Von 607 weiblichen Teilnehmerinnen wurde 2D:4D mittels Röntgenbildern erfasst und der Rang der sportlichen Aktivität auf einer 5-stufigen Skala (1 = sportliche Aktivität dient nur dem gesellschaftlichem Zweck, 2 = sportliche Aktivität auf der Ebene eines Schul-Teams, 3 = sportliche Aktivität auf der Ebene eines Klubs oder Universitäts-Teams, 4 = sportlicher Wettkampf regionaler Ebene, 5 = sportlicher Wettkampf auf nationalem Level) angegeben. 352 Frauen betrieben Sport ausschließlich aus gesellschaftlichen Gründen, während nur 6 Frauen auf nationalem Level konkurrierten.

Der höchste erreichte Rang sportlicher Aktivität zeigte, über alle Sportarten zusammengefasst (es wurden 12 verschiedene Sportarten ausgeübt), einen signifikanten negativen Zusammenhang mit 2D:4D ($b = -4.93$, $p = 0.01$). Je geringer also das 2D:4D-Verhältnis ist, desto größer ist die sportliche Fähigkeit, die durch einen höheren Rang sportlicher Aktivität gekennzeichnet ist. Bei einer getrennten Analyse der Zusammenhänge der einzelnen Sportarten mit 2D:4D konnte ein signifikanter negativer Zusammenhang von 2D:4D nur mit der Sportart Laufen beobachtet werden. Alle anderen Sportarten wiesen keine signifikanten Korrelationen mit 2D:4D auf, gingen aber größtenteils in die erwartete Richtung eines negativen Zusammenhangs mit dem Fingerlängenverhältnis. Lediglich bei 3 Sportarten (Cricket, Kampfsportarten und

Gymnastik) wurden – ebenfalls nicht signifikante – Zusammenhänge entgegen der erwarteten Richtung beobachtet.

Paul et al. (2006) postulierten in Folge, dass geringeres 2D:4D mit erhöhten sportlichen Fähigkeiten bei Frauen einhergeht.

1.8.1.14. 2D:4D und diverse Breitensportarten II (Tester & Campbell, 2007)

Tester und Campbell untersuchten an einer Stichprobe von 155 Studenten (82 Frauen, 73 Männer), die mindestens ein Mal pro Woche trainierten, den Zusammenhang zwischen 2D:4D, 4 Persönlichkeitskonstrukten (Soziale Dominanz, Kontrolliertheit, Leistungsstreben und Schadensvermeidung), der Raumvorstellung und der sportlichen Leistung. Ihr Ziel war es, den eindeutigen Beitrag von 2D:4D auf die sportliche Leistung zu analysieren. Die Teilnehmer übten folgende Sportarten aus: Rugby ($n = 52$), Fußball ($n = 54$) und Basketball ($n = 49$). Erhoben wurden Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht, wöchentliche Trainingszeit, Sportausübung (in Jahren) sowie die Einschätzung der sportlichen Leistung anhand einer 10-stufigen Sportaktivitätsskala (siehe Anhang 4: Sport Performance Questionnaire). Anschließend wurde der „Mental Rotation Test“ (Philips & Rawles, 1979, zitiert nach Tester & Campbell, 2007), ein Verfahren zur Messung der Raumvorstellung, sowie 4 Skalen aus dem „Multidimensional Personality Questionnaire Brief Form“ (Patrick, Curtin, & Tellegen, 2002) vorgegeben. Die internen Konsistenzen für die Skalen konnten in dieser Studie als zufriedenstellend betrachtet werden: Soziale Dominanz ($\alpha = .83$), Kontrolliertheit ($\alpha = .84$), Leistungsstreben ($\alpha = .81$) und Schadensvermeidung ($\alpha = .71$).

Signifikante geschlechtliche Unterschiede konnten in Größe, Gewicht, Sportausübung, 2D:4D und dem Persönlichkeitsmerkmal der sozialen Dominanz festgestellt werden. Die Männer wiesen kleinere 2D:4D-Verhältnisse auf und zeigten eine stärkere Ausprägung der sozialen Dominanz, als die Frauen. Positive signifikante Zusammenhänge wurden zwischen dem Rang der sportlichen Leistung und der Größe, dem Gewicht, der Trainingsintensität, der Sportausübung, dem Persönlichkeitskonstrukt der sozialen Dominanz, sowie dem Fingerlängenverhältnis 2D:4D beobachtet. Unerwarteter Weise, korrelierte die Raumvorstellung signifikant negativ mit dem Sportrang. Weiters zeigten sich negative Zusammenhänge zwischen 2D:4D und Größe, Sporterfahrung sowie sozialer Dominanz, die somit alle in der erwarteten Richtung auftraten.

Um den eindeutigen Beitrag von 2D:4D auf die sportliche Leistung feststellen zu können, wurde eine multiple Regressionsanalyse angewandt. Tester und Campbell konnten in einem hierarchischen Modell 33 % der Varianz im Zusammenhang mit dem sportlichen Leistungsrang erklären. Sie kamen zu der Erkenntnis, dass 2D:4D nach Einspielen der Variablen Gewicht, Sporterfahrung und wöchentliche Trainingszeit immer noch einen signifikanten Beitrag (6%) zur Erklärung des Modells leisten konnte.

1.8.1.15. 2D:4D und Langstreckenlauf im Training (Manning, Morris, & Caswell, 2007, Studie 1)

Die Stichprobe der Studie 1 von Manning et al. (2007) bestand aus 27 Ausdauer-Läufern (16 Männern und 11 Frauen), die während eines Trainings getestet wurden. Das 2D:4D-Verhältnis wurde mittels Direktmessung erhoben, wobei die Finger jedes Athleten zwei Mal vermessen wurden. Das Alter, die Trainingshäufigkeit sowie die sportliche Leistung beim Langstreckenlauf, die als Mittelwert der Leistungen über alle Trainings berechnet wurde, wurden erfasst. Eine frühere Endposition eines Läufers, stand dabei für eine bessere Leistung.

Es konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern dahingehend beobachtet werden, dass Männer schneller als Frauen ihre Läufe beendeten. Nachdem dieser Geschlechtseffekt herauspartialisiert worden war, zeigten sich signifikante Zusammenhänge zwischen dem 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand sowie der Trainingshäufigkeit mit der Endposition: Je geringer 2D:4D und je höher die Trainingshäufigkeit, desto früher wurde der Lauf beendet und somit eine bessere Laufleistung erzielt. Ebenso konnte eine negative Korrelation zwischen dem 2D:4D beider Hände und der Trainingshäufigkeit festgestellt werden. In einer multiplen Regressionsanalyse (abhängige Variable = Endposition; unabhängige Variablen = R2D:4D, Trainingshäufigkeit und Geschlecht) konnte gezeigt werden, dass Läufer mit niedrigem 2D:4D sowie jene, die häufig trainierten, frühere Positionen erreichten.

Manning et al. postulieren, dass geringes 2D:4D sowohl bei Männern als auch Frauen mit hoher Leistung im Langstreckenlauf einhergeht.

1.8.1.16. 2D:4D und Cross-Country-Lauf (Manning, Morris, & Caswell, 2007, Studie 2)

In Studie 2 von Manning et al. (2007) wurden 43 männliche Athleten, die an einem Cross-Country-Lauf zu 5 Läufen teilnahmen, getestet. Aufgrund von Zeitmangel konnte

das 2D:4D-Verhältnis in dieser Stichprobe nur ein Mal (aber auch hier durch Direktmessung) gemessen werden. Zusätzlich wurden Alter, Trainingshäufigkeit und die sportliche Leistung beim Langstreckenlaufen, die als Mittelwert der Leistungen über alle 5 Läufe berechnet wurde, erhoben.

Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem 2D:4D-Verhältnis beider Hände sowie der Trainingshäufigkeit mit der Endposition festgestellt werden: Männer mit geringerem 2D:4D und höherer Trainingshäufigkeit tendierten zu einer besseren Laufleistung. Wie bereits in Studie 1, konnte auch in dieser Studie eine negative Korrelation zwischen dem 2D:4D und der Trainingshäufigkeit festgestellt werden. Mittels multipler Regressionsanalyse (abhängige Variable = Endposition; unabhängige Variablen = 2D:4D und Trainingshäufigkeit) konnte gezeigt werden, dass das Fingerlängenverhältnis 2D:4D sowie die Trainingshäufigkeit unabhängig voneinander mit der durchschnittlichen Endposition der Läufer, die als Maß für die sportliche Laufleistung galt, korrelierten.

Die Ergebnisse waren somit mit jenen in Studie 1 vergleichbar: Männliche Läufer mit niedrigem 2D:4D sowie jene, die intensiv trainierten, erzielten eine bessere Laufleistung, als dies Läufer mit höherem 2D:4D und seltenerem Training taten.

1.8.1.17. 2D:4D und Langstreckenlauf bei Athletinnen (Manning, Morris, & Caswell, 2007, Studie 3)

Manning et al. (2007) untersuchten in Studie 3 ausschließlich Frauen ($n = 40$), die in zwei verschiedenen Sportklubs trainierten. Erhoben wurden das Alter, die Häufigkeit des Trainings (pro Woche), die Laufzeit (in Sekunden) bei einem 1 Meilen-Langstreckenlauf, sowie das Fingerlängenverhältnis. 2D:4D wurde, wie bereits in Studie 1, mittels zweimaliger Direktvermessung der Finger erfasst.

Wie in den beiden vorigen Studien, ließen sich signifikante Zusammenhänge zwischen dem 2D:4D-Verhältnis und der Trainingshäufigkeit mit der Laufzeit feststellen: Je geringer 2D:4D und je höher die Trainingshäufigkeit bei den weiblichen Läufern war, desto niedriger war ihre Laufzeit und somit besser ihre Leistung. Allerdings konnte nun, im Gegensatz zu den ersteren beiden Studien, keine signifikante Korrelation zwischen 2D:4D und der Trainingshäufigkeit beobachtet werden. Erneut konnte jedoch durch eine multiple Regressionsanalyse (abhängige Variable = Endposition; unabhängige Variablen = 2D:4D und Trainingshäufigkeit) gezeigt werden, dass 2D:4D sowie die Trainingshäufigkeit unabhängig voneinander mit der Laufzeit korrelierten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ergebnisse der 3 Studien ziemlich konsistent waren: Bessere Laufleistungen gehen sowohl bei Männern als auch Frauen mit hohen pränatalen Testosteronleveln, die durch ein niedriges 2D:4D reflektiert werden, einher. Weiters berichten Läufer mit geringerem 2D:4D durchschnittlich eine höhere Trainingshäufigkeit (in Studie 3 erreichte dieser Effekt jedoch keine statistische Signifikanz). Dennoch stellte sich durch multiple Regressionsanalysen heraus, dass der negative Zusammenhang zwischen 2D:4D und der Laufleistung unabhängig von der Trainingshäufigkeit vorhanden war und dass dieser Zusammenhang außerdem bis zu 26% der Varianz der Laufleistung (bei Frauen und Männern) erklären konnte.

1.8.1.18. 2D:4D und militärischer Fünfkampf (Ertl, 2007)

Ertl (2007) erhob im Rahmen ihrer Diplomarbeit an 101 Sportlern (80 Männern und 21 Frauen), die an der Weltmeisterschaft des militärischen Fünfkampfs (in Wiener Neustadt) teilnahmen, folgende Daten: 2D:4D (durch Scan der Handflächen), demographische Variablen, Seitigkeitsaspekte sowie das Persönlichkeitskonstrukt Sensation Seeking.

Der Arbeit war eine Pilotstudie (vgl. Voracek, Ertl, Reimer, & Dressler, 2006) vorangegangen, in der die 59 getesteten Pentathleten zwar ein signifikant niedrigeres 2D:4D als die Allgemeinbevölkerung zeigten, jedoch keine konsistenten Ergebnisse bezüglich der sportlichen Leistung der Fünfkämpfer gefunden werden konnten. Der einzig signifikante Zusammenhang zeigte sich in einer positiven Korrelation zwischen 2D:4D und der Teilsportart Hindernisschwimmen.

Der erste Teil der Testung von Ertl (2007) bestand aus der Vorgabe eines Fragebogens, der die demographischen Variablen (Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht, Ruhepuls, eigene Nationalität sowie jene der Eltern, wöchentliche Trainingsintensität, Beginn der Ausübung der Sportart, bisherige Bestleistungen und die Schreibhand) erfasste. Im zweiten Teil der Testung wurden zur Ermittlung der Seitigkeitsaspekte das Coren Lateral Preference Inventory (Coren, 1993, S. 37-43) sowie zur Erhebung des Persönlichkeitskonstrukts Sensation Seeking die Sensation Seeking-Skala V (Zuckerman, 1994, S. 30; zitiert nach Ertl, 2007) eingesetzt. Abschließend wurden die Handflächen beider Hände gescant, die nachfolgend vermessen wurden, um so das 2D:4D-Verhältnis zu ermitteln.

Die Ergebnisse zeigten, dass die männlichen Pentathleten ein geringeres 2D:4D-Verhältnis der rechten so wie der linken Hand als ihre weibliche Konkurrenten aufwiesen. Auch konnten bei den Männern höhere Ausprägungen des Persönlichkeitskonstrukts Sensation Seeking festgestellt werden, die jedoch nur auf einer der insgesamt 4 Skalen, statistische Signifikanz erzielten. Überraschender Weise konnten die erwarteten Zusammenhänge zwischen Sensation Seeking und 2D:4D allerdings nur für die Frauen gefunden werden. Im Widerspruch zur Forschungshypothese, dass geringeres 2D:4D mit höherer sportlicher Leistung einhergeht, standen die beobachteten signifikanten Zusammenhänge (beim Schwimmen und Schießen) bei den Männern. Unter den weiblichen Pentathleten ließen sich keine signifikanten Zusammenhänge festhalten, Trends waren einzig beim 2D:4D der linken Hand ersichtlich.

1.8.1.19. 2D:4D und Schwimmen (Jürimäe T., Voracek, Jürimäe J., Lätt, Haljaste, Saar, & Purge, 2008)

Jürimäe et al. (2008) untersuchten an einer Stichprobe von 55 jungen Schwimmern (26 Mädchen, 29 Buben) im Alter von 10 bis 17 Jahren, die Zusammenhänge der verschiedenen Fingerlängenverhältnisse der rechten Hand (1D:2D, 1D:3D, 1D:4D, 1D:5D, 2D:3D, 2D:4D, 2D:5D, 3D:4D, 3D:5D und 4D:5D) mit diversen Hormonkonzentrationen im nüchternen Zustand.

Da in der vorliegenden Arbeit jedoch einzig auf das Fingerlängenverhältnis 2D:4D spezieller eingegangen wird, möchte ich nachfolgend nur jene Ergebnisse der Studie von Jürimäe et al. (2008) darstellen, die im Kontext der 2D:4D-Forschung stehen.

Erhoben wurden das Geschlecht, das Alter, die Schwimmerfahrung (in Jahren), die Trainingshäufigkeit (in Stunden pro Woche), das Körpergewicht, die Körpergröße (aus letzteren beiden konnte dann der BMI berechnet werden) und die oben angeführten Fingerlängenverhältnisse. Diese wurden mittels angefertigten Umriss-Zeichnungen der Hände bemessen. Zusätzlich wurde eine 10ml Blutprobe im nüchternen Zustand (zwischen 7 und 8 Uhr morgens) entnommen. Folgende Hormonkonzentrationen wurden anschließend analysiert: Ghrelin, Leptin, IGF-1, IGFBP-3 und Insulin, sowie Testosteron bei den Burschen und Östradiol bei den Mädchen.

Die Ergebnisse zeigten, dass alle erhobenen Fingerlängenverhältnisse bei den Mädchen signifikant größer waren. Hinsichtlich der Hormonkonzentrationen fanden sich bei den Buben signifikant geringere Leptin- und Insulinkonzentrationen als bei den

Mädchen. Es konnten keine anderen signifikanten Geschlechtsunterschiede in den gemessenen Hormonkonzentrationen beobachtet werden.

Bei den Mädchen ließ sich ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen 2D:4D und der Konzentration von Östradiol ($r = -.49$) feststellen sowie ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen 2D:4D und der Ghrelin-Konzentration ($r = .48$), die nach dem Herauspartialisieren der Variablen „Alter“ und „biologischer Reife“ immer noch statistische Signifikanz erzielten. Bei den Buben zeigte sich ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen 2D:4D und der Konzentration von Testosteron ($r = -.37$) sowie ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen 2D:4D und der Ghrelin-Konzentration ($r = .39$), die jedoch nach dem Herauspartialisieren der Variablen „Alter“ und „biologischer Reife“ nicht mehr statistisch signifikant waren. Die signifikant positiven Korrelationen zwischen 2D:4D und IGF-1 ($r = .42$) sowie IGFBP-3 ($r = .44$) bei den Burschen, behielten allerdings auch nach dem Herauspartialisieren der Variablen „Alter“ und „biologischer Reife“ statistische Signifikanz. Leptin und Insulin zeigten weder bei den Mädchen noch bei den Burschen Zusammenhänge mit 2D:4D.

Mittels einer schrittweisen multiplen Regressionsanalyse wurde ermittelt, dass Ghrelin bei den Buben das ausschlaggebendste Hormon zur Vorhersage der Fingerlängen darstellte. Für das 2D:4D-Verhältnis konnte Ghrelin in Kombination mit Testosteron 20.3 Prozent der Varianz erklären. Beim 2D:4D-Verhältnis der Mädchen ließen sich 30 Prozent der Variation zusammen durch Östradiol und Ghrelin erklären.

Jürimäe et al. (2008) postulieren, dass Ghrelin, zumindest bei Männern, einen weiteren biochemischen Parameter im Zusammenhang mit 2D:4D (und auch anderen Fingerlängenverhältnissen) darstellen könnte.

1.8.1.20. 2D:4D und Leistungsfechten II (Bescós, Esteve, Porta, Mateu, Iruña, & Voracek, 2008)

Auch diese Studie zum Zusammenhang von Fechten und 2D:4D wird nachfolgend unter Kapitel 4.1.2. ausführlich behandelt und sei daher an dieser Stelle nur der Vollständigkeit halber angeführt.

1.8.2. Zusammenfassung der Studien

Abschließend möchte ich die Hauptergebnisse der, im vorigen Kapitel beschriebenen Studien tabellarisch darstellen, um einen übersichtlichen und studienübergreifenden Einblick in die gewonnenen Erkenntnisse zu ermöglichen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Ergebnisse der Studien zum Zusammenhang von 2D:4D und Sport

- 2D:4D korreliert negativ mit sportlichem Erfolg in diversen Breitensportarten (Manning & Taylor, 2001, Studie 1), beim Fußballspielen (Manning, 2002b), beim Laufen (Manning, Bundred, & Taylor, 2003, Studie 2.2; Manning, Morris, & Caswell, 2007, Studie 1-3) und beim Skifahren (Manning, 2002b).
- Das durchschnittliche 2D:4D ist bei Sportlern geringer als bei nicht-sportlichen Teilnehmern (Manning & Taylor, 2001, Studie 3; Manning, 2002b; Pokrywka, Rachoń, Suchecka-Rachoń, & Bitel, 2005).
- 2D:4D korreliert negativ mit der selbst- sowie fremdbewerteten Leistung beim Fußballspielen (Manning, Taylor, & Bundred, 2003, Studie 3.1).
- 2D:4D korreliert positiv mit der Laufzeit beim Skifahren (Manning, 2002b) und beim Cross-Country-Lauf (Manning, Taylor, & Bundred, 2003, Studie 2.2; Manning, Morris, & Caswell, 2007, Studie 1-3).
- R2D:4D korreliert positiv mit der Laufzeit (Manning, 2002a; Manning, Bundred, & Taylor, 2003, Studie 2.1; Manning, Morris, & Caswell, 2007, Studie 1) und bei Männern negativ mit der körperlichen Fitness (Hönekopp, Manning, & Müller, 2006, Studie 2).
- R2D:4D ist ein besserer Prädiktor für die Laufzeit als L2D:4D (Manning, 2002a; Manning, Morris, & Caswell, 2007, Studie 1).
- L2D:4D ist ein besserer Prädiktor für die Leistung beim Fußballspielen als R2D:4D (Manning, Taylor, & Bundred, 2003, Studie 3.1 und Studie 3.2.).
- Positives D_{R-L} ($R2D:4D > L2D:4D$) korreliert positiv mit der Laufzeit (Manning, 2002a; Manning, Bundred, & Taylor, 2003, Studie 2.1).
- Negatives D_{R-L} ($R2D:4D < L2D:4D$) korreliert positiv mit der selbsteingeschätzten Leistung beim Fußballspielen (Manning, Taylor, & Bundred, 2003, Studie 3.1).

- Das durchschnittliche 2D:4D ist bei Sportlern niedriger als bei Sportlerinnen (Manning, 2002b; Tester & Campbell, 2007).
 - 2D:4D zeigt eine negative Korrelation mit der Trainingshäufigkeit bei Läufern (Manning, Taylor, & Bundred, 2003, Studie 2.2; Manning, Morris, & Caswell, 2007, Studie 1 und 2).
 - Spieler der ersten Mannschaft weisen geringeres 2D:4D als Reserve- und Jugendteam-Spieler auf (Manning & Taylor, 2001, Studie 3; Manning, Taylor, & Bundred, 2003, Studie 3.2).
 - Internationale Fußballspieler zeigen ein niedrigeres 2D:4D-Verhältnis, als jene Spieler, die nicht international konkurrieren (Manning & Taylor, 2001, Studie 3).
 - Bei internationalen Spielern mit bereits beendeter Karriere, lässt sich ein negativer (allerdings nicht signifikanter) Zusammenhang zwischen D_{R-L} und der Anzahl an international absolvierten Spielen beobachten (Manning & Taylor, 2001, Studie 3).
 - Farbige Spieler haben ein niedrigeres 2D:4D als weiße Spieler (Manning & Taylor, 2001, Studie 3; Manning, 2002a, S. 139).
 - Es gibt einen Anstieg der 2D:4D-Werte von internationalen Top-Fußballspielern bis zu jenen in schwächeren Spielklassen (Manning & Taylor, 2001, Studie 3).
 - Elite-Athletinnen zeigen ein geringeres L2D:4D als eine unsportliche Kontrollgruppe (Pokrywka, Rachoń, Suchecka-Rachoń, & Bitel, 2005).
 - Bei Mädchen besteht ein negativer Zusammenhang zwischen 2D:4D und der Schulnote im Sportunterricht, bei Knaben gilt dieser Effekt nur für R2D:4D (Hönekopp, Manning, & Müller, 2006, Studie 1).
 - Bei Männern korreliert körperlichen Fitness negativ mit R2D:4D, bei Frauen mit L2D:4D (Hönekopp, Manning, & Müller, 2006, Studie 2).
 - Geringeres 2D:4D geht mit erhöhter sportlicher Fähigkeit bei Frauen einher (Paul, Kato, Hunkin, Vivekanandan, & Spector, 2006).
 - Es besteht ein negativer Zusammenhang zwischen 2D:4D und der Laufleistung, unabhängig von der Trainingshäufigkeit (Manning, Morris, & Caswell, 2007, Studie 1-3).
-

2. PERSÖNLICHKEIT

Aus dem Alltag ist bekannt, dass es zahlreiche typische Persönlichkeitsunterschiede zwischen den Geschlechtern gibt. Buss (1995) ist der Ansicht, dass sich Männer und Frauen in jenen Merkmalen der Persönlichkeit unterscheiden, bei denen sie im Laufe der Evolutionsgeschichte unterschiedlichen adaptiven Problemen begegnet sind. In solchen Domänen, in denen sie gleichen oder ähnlichen adaptiven Problemen gegenüberstanden, weisen sie jedoch keine geschlechtstypischen Unterschiede hinsichtlich der Persönlichkeit auf.

Im Allgemeinen neigen Männer dazu, einen höheren Muskeltonus sowie vermehrt körperliche Aggressionen als Frauen zu zeigen und sind außerdem anfälliger für Hyperaktivität, eine kurze Aufmerksamkeitsspanne und sprachliche Probleme (wie etwa Dyslexie, geringe Wortflüssigkeit oder Stottern). Gleichzeitig sind höhere Fähigkeiten im räumlichen Urteilsvermögen, beim Problemlösen, im Leistungssport, in einigen mathematischen Teilgebieten und in der Kunst des Schreibens und Darbietens von Musik bei Männern häufig besser ausgeprägt als bei Frauen (Collaer & Hines, 1995; zitiert nach Manning, 2008). Der Ursprung dieser geschlechtlichen Persönlichkeitsunterschiede liegt sowohl in den Genen, im Auftreten pränataler Geschlechtshormon-Konzentrationen sowie der menschlichen Sozialisierung (Manning, 2008).

In diesem Kapitel möchte ich zunächst Zusammenhänge zwischen Sport und Persönlichkeit erläutern und anschließend auf Tellegen's Multidimensional Model, und dabei speziell auf die vier Persönlichkeitsmerkmale eingehen, die in der vorliegenden Arbeit im Zusammenhang mit dem Fingerlängenverhältnis 2D:4D, das die pränatale Geschlechtshormon-Exposition reflektiert, von Bedeutung sind. Es sind dies: Soziale Dominanz, Kontrolliertheit, Leistungsstreben und die Tendenz zur Schadensvermeidung.

2.1. Sport und Persönlichkeit

Rein handlungstheoretisch betrachtet, haben Sportler in Anbetracht einer gestellten sportlichen Herausforderung, die Fähigkeit, sich aktiv und selbstbestimmt mit ihrer jeweiligen materiellen und sozialen Umwelt auseinander zu setzen (Eberspächer, 1993; Nitsch, 1986). Daraus lässt sich ableiten, dass sportliche Handlungen nicht nur aus Reaktionen auf bestimmte materielle Umwelteinflüsse bzw. aus biologischen Regulationsmechanismen alleine erklärt werden können, sondern zu einem großen Teil vom Sportler individuell psychisch reguliert werden. Die Persönlichkeit eines Sportlers stellt somit einen entscheidenden Faktor für sein sportliches Verhalten, und in weiterer Folge für seinen sportlichen Erfolg, dar.

Sack (1975) untersuchte in einer Literaturstudie, in der die Ergebnisse von 151 Untersuchungen zusammengefasst wurden, die Persönlichkeitsunterschiede zwischen wettkampfsporttreibenden, nichtwettkampfsporttreibenden und nichtsporttreibenden Personen. Die Gruppe der Wettkampfsporttreibenden wurde zusätzlich in die Gruppe der Hochleistungssportler und in jene der Wettkampfsportler unterhalb einer nationalen Spitze eingeteilt. Es konnte beobachtet werden, dass *Hochleistungssportler* weniger extravertiert waren und häufig neurotische Tendenzen (affektlabil, unsicher, erhöhte allgemeine Angst, unkontrollierte Affekte) zeigten. Sie wiesen eine überdurchschnittliche Leistungsorientierung, ein erhöhtes Aggressionspotential, größere Dominanz sowie ein stärkeres Streben nach Autonomie und Selbstverwirklichung auf. Jüngere, vor allem weibliche, Hochleistungssportler wurden jedoch als deutlich extravertiert sowie emotional äußerst stabil und hinsichtlich der Aggressivität unauffällig beschrieben. *Wettkampfsportler unterhalb der nationalen Spitze* werden extravertierter (aktiver, sozial „ausgreifender“, stärker gruppenorientiert und gruppenabhängig, gesprächiger) als Nichtwettkampfsporttreibende beschrieben. Hinsichtlich neurotischer Tendenzen und der Aggressivität liegen inkonsistente Ergebnisse vor: In einigen Studien werden Wettkämpfer unterhalb der nationalen Spitze als emotional unreif, impulsiv, unsicher und sehr spannungsgeladen bezeichnet. Häufiger wird ihnen jedoch in anderen Studien emotionale Stabilität, Zuversichtlichkeit, Optimismus, hohe Selbstkontrolle sowie „psychische Gesundheit“ zugeschrieben. Für männliche Sportler konnte eine schwache Tendenz zu erhöhtem Dominanzstreben festgestellt werden. *Nichtwettkämpfende und*

nichtsporttreibende Personen zeigten kaum Unterschiede bezüglich der untersuchten Persönlichkeitsmerkmale und wiesen zumeist sehr durchschnittliche Ausprägungen auf. Häufig werden jedoch die Männer unter den Nichtsporttreibenden als sozial wenig angepasst, schüchtern und teilweise mit ausgeprägten Ängsten eingestuft.

Die allgemeine Inkonsistenz der, in der Literaturstudie von Sack (1975, S. 31-37) vorgestellten, Ergebnisse trägt zu einem hohen Maß an Unsicherheit bezüglich genereller Aussagen bei. Durchaus konsistente Ergebnisse werden über weite Konstrukte der Persönlichkeit (Extraversion, gute emotionale und soziale Anpassung) und auch damit zusammenhängenden Konstrukten im Bereich der Motivation, Interessen und Einstellungen, berichtet. Äußerst inkonsistente Ergebnisse lassen sich hinsichtlich Neurotizismus, Dominanzstreben, Aggression, Leistungsorientierung und Autonomie festhalten.

Eine Studie von Williams, Hoepner, Moody und Ogilvie (1970) führte als vorteilhafte Persönlichkeitsmerkmale für erfolgreiche Athleten im Fechtsport Strebbarkeit (bzw. Leistungsstreben), Siegeswillen, eine schnelle Auffassungsgabe, Dominanz, Aggressivität, Eigenständigkeit sowie Wettbewerbsfähigkeit an.

2.1.1. Leistungsmotivation

Eines der wichtigsten Persönlichkeitsmerkmale eines Sportlers besteht in einer hohen Leistungsmotivation und damit einhergehend großer Ausdauer, Beharrlichkeit und dem ausgeprägten Streben nach Leistung. Die Leistungsmotivation wird entscheidend davon beeinflusst, wie Menschen Erfolge und Misserfolge interpretieren. Das bedeutet, ob sie Erfolge bzw. Misserfolge internalen oder externalen Ursachen zuschreiben und ob sie diese als stabil oder variabel betrachten (Zimbardo & Gerrig, 2008, S. 444-450). In attributionstheoretischen Ansätzen wird Leistungsmotivation definiert als „die Fähigkeit, Erfolg durch internale Faktoren, insbesondere durch Anstrengung verursacht, zu erleben“ (Städtler, 2003, S. 629). In einer Untersuchung von Gabler (1988) wird eine überdurchschnittlich stark ausgeprägte Leistungsmotivation als wesentliche Grundvoraussetzung für eine hohe sportliche Leistung im Wettbewerb, von allen befragten Trainern angegeben. Stark leistungsmotivierte Menschen werden also Situationen, die die eigenen Fähigkeiten herausfordern, als motivierend empfinden und diese daher anstreben.

Nach Gabler (1988) werden in diesem Kontext Leistungssituationen angestrebt, wie sie zumeist bei sportlichen Wettkämpfen vorzufinden sind und die durch folgende Merkmale charakterisiert sind:

- **Objektivierbarkeit:** Die Ergebnisse der Leistung müssen objektivierbar sein.
- **Eigenleistung:** Die Leistung muss durch eigene Leistung erreicht worden sein.
- **Gütemaßstab:** Es muss ein bestimmtes Bezugssystem (Zeitmaßstab, Zahlensystem etc.) vorhanden sein, in das die Leistung eingeordnet werden kann.
- **Schwierigkeitsmaßstab:** Dieser dient zur Bewertung der Schwierigkeit einer erbrachten Leistung.
- **Verbindlichkeit von Güte- und Schwierigkeitsmaßstab**

2.1.2. Aggression, Dominanz und Durchsetzungsvermögen

In der Sportpsychologie stehen Aggression, Dominanz und Durchsetzungsvermögen häufig in engem Zusammenhang. Dominanzverhalten, das als Aggression im weiteren Sinne verstanden wird, wird definiert als Versuch der Unterwerfung eines Partners, um damit dessen Unterlegenheit zu demonstrieren. Man kann davon ausgehen, dass sportlicher Wettkampf stets das Auftreten von Dominanzverhalten impliziert, wobei dieses im Sport durch Regeln ritualisiert wird. Bei Aggression im engeren Sinne wird immer eine Schädigungsabsicht unterstellt, die im Sport das Handeln, das gegen Regeln und Normen verstößt, bezeichnet (Pilz, Schilling, & Voigt, 1974).

Pilz et al. (1974) unterscheiden im Sport zwischen intra- und extrasportivem Dominanzverhalten:

1. *Intrasportives Dominanzverhalten:* Dieses geht mit einem regelkonformen, sozial geduldeten und ritualisierten dominativen Verhalten einher. Es kann dabei zwischen folgenden Formen differenziert werden:
 - direktes, physisch-instrumentelles Dominanzverhalten: z.B. im Fechten einen Treffer zu setzen
 - indirektes, expressives Dominanzverhalten: beispielsweise wildes Angreifen oder Verteidigung ohne taktische Konzeption

- intropunitive, psychische Aggression: sich selbst zu beschimpfen, die Wut gegen sich zu richten
 - ritualisiertes Macht- und Geltungsstreben
 - differenziertes, geistiges Durchsetzungsvermögen: z.B. beim Fechten taktisch vorzugehen
2. *Extrasportives Dominanzverhalten*: Dabei handelt es sich um unfaires und regelwidriges Verhalten, das sich folgendermaßen äußern kann:
- in direkter, psychisch-primitiver und verletzender Aggression: etwa einen unnötigen, schmerzenden oder gar verletzenden Hieb zu versetzen
 - in indirekter, offener Aggression: beispielsweise dem Beschimpfen eines Kampfrichters
 - in expressiver Aggression: z.B. aggressives Verhalten gegen die Zuschauer oder Drittfaktoren zu richten
 - in verbalen und physischen Affektreaktionen

Leistungsdenken und der Wille zu siegen, bestimmen in ganz entscheidender Weise das Verhalten eines Sportlers. Dominanzverhalten, dem die Gesellschaft mit einer ambivalenten Einstellung gegenüber steht, wird im sportlichen Kontext geduldet. Es verleiht dem erfolgreichen Sportler einen höheren Status und wird als Mittel zum Sieg geduldet. Oft findet sich der Sportler jedoch im Spannungsfeld dieses reinen Leistungsdenken und Werten wie Fairness und Sportlichkeit wieder, die dann extrasportiven, aggressiven Verhaltensweisen entgegen wirken können (Pilz et al., 1974).

2.1.3. Risikobereitschaft

Personen, die eine Disposition zu Stimulationssuche bzw. Sensationssuche aufweisen, neigen eher dazu, riskante Aktivitäten zu unternehmen (Zimbardo & Gerrig, 2008, S. 489). Zuckerman (1988) bezeichnete dieses Persönlichkeitskonstrukt als „Sensation Seeking“ und entwickelte die sogenannte *Zuckerman Sensation Seeking Scale* (Form V; Zuckerman, Eysenck, & Eysenck, 1978), die aus den folgenden 4 Skalen aufgebaut ist:

- Thrill and Adventure Seeking (TAS): misst die Tendenz zu risikoreichen Aktivitäten im Bereich von Sport und Freizeit.
- Experience Seeking (ES): erfasst die Tendenz zu neuen Erfahrungen durch Reisen, Kunst, fremde Speisen, interessante Personen oder Einnahme von Drogen.

- Disinhibition (DIS): misst die Tendenz zur Enthemmung in sozialen Situationen und in sexuellen Beziehungen, insbesondere im Zusammenhang mit Alkoholkonsum.
- Boredom Susceptibility (BS): erfasst die Tendenz, eine Intoleranz gegenüber monotonen, sich wiederholenden Ereignissen sowie langweiligen Personen aufzuweisen.

Sportlicher Erfolg ist, vor allem bei Kontakt-Sportarten, ständig mit Risikosituationen verbunden. In einer Studie von Schroth (1995) wurden Sportler und Nichtsporttreibende hinsichtlich ihrer Ausprägung des Sensation Seeking verglichen und festgestellt, dass sowohl männliche als auch weibliche Athleten höhere Sensation Seeking-Werte als nichtsporttreibende Personen zeigen.

2.1.4. Extraversion versus Introversion

Extravertierte Menschen werden häufig als gesprächig, energiegeladen und durchsetzungsfähig bezeichnet, während introvertierten Personen eher Eigenschaften wie Ruhe, Zurückhaltung und Schüchternheit zugeschrieben werden (Zimbardo & Gerrig, 2008, S. 509). Im sportlichen Kontext relevante Persönlichkeitsattribute des typischen Extravertierten sind, dass er sich nach Anregung sehnt, spontan und impulsiv agiert und allgemein Veränderungen liebt. Er neigt zu Aggressionen und Ungeduld sowie dazu, sich ständig zu bewegen. Der typische Introvertierte hingegen wird als reserviert und distanziert, sowie vorausschauend rational planend beschrieben. Er weist eine gewisse Ernsthaftigkeit auf, ist eher geduldig und hält seine Gefühle unter strenger Kontrolle (Vaněk & Hošek, 1977, S. 81-82).

Studien zur Ausprägung der Extra- bzw. Introversion bei Sportlern zeigten überraschender Weise, dass Boxer, unter Einsatz verschiedener Persönlichkeitstests, die höchste Extraversion aufweisen (Vaněk & Hošek, 1977, S. 55-56 und S. 82), gefolgt von Handballspielern, Basketballspielern, Fallschirmspringern und Eiskunstläufern. Bei den Sportsportarten ist dieses Ergebnis zu erwarten und psychologisch zu begründen. Die hohen Werte bei Boxern und Fallschirmspringern werden dadurch erklärt, dass Extravertierte einen besonderen Hang zu erregungserzeugenden Aktivitäten besitzen, wodurch die Partizipation an derartigen heuristischen Individualsportarten (vor allem Kampfsportarten) begünstigt wird. Sehr niedrige Werte der Extraversion konnten bei Radfahrern, Bergsteigern, Skilangläufern, Orientierungsläufern, Gewichthebern,

Bogenschützen und allgemein bei verschiedenen Schießsportarten beobachtet werden. Es wird angenommen, dass Introvertierte bessere Erfolgchancen in solchen Disziplinen, welche Ruhe, Zuverlässigkeit, die Kontrolle der eigenen Gefühle, eine systematische Vorgehensweise sowie Erregungsablehnung erfordern, besitzen (Vaněk & Hošek, 1977).

2.2. Tellegen's Multidimensional Model

Das Multidimensional Personality Questionnaire (MPQ; Tellegen, 1982), das auf dem Multidimensional Model nach Tellegen basiert, ist ein Verfahren zur Untersuchung genetischer, neurobiologischer und psychologischer Anteile der Persönlichkeit (Patrick, Curtin, & Tellegen, 2002).

Tellegen's Multidimensional Model geht im Sinne einer besonders differenzierten Analyse der Persönlichkeit von 11 diskreten Primärfaktoren auf einer niederen Ordnungsebene aus. Die Primärfaktoren werden durch 4 Sekundärskalen auf einer höheren Dimensionsstruktur ergänzt, die die Persönlichkeitskonstrukte der Emotionalität und des Temperaments, die durch direkte psychobiologische Nachweise erfassbar sind, abbilden (Patrick et al., 2002; University of Minnesota Press, 2007). Zusätzlich stehen 3 Skalen zur Überprüfung der Gültigkeit zur Verfügung, die der Identifizierung fragwürdiger Angaben dienen.

Die Primärskalen umfassen:

- WB Well-Being (= Wohlbefinden)
- SP Social Potency (= soziale Dominanz)
- AC Achievement (= Leistungsstreben)
- SC Social Closeness (= soziale Nähe)
- SR Stress Reaction (= Reaktion auf Stresssituationen)
- AL Alienation (= Distanzierung/ Entfremdung)
- AG Aggression (= Ausprägung der Aggression)
- CO Control (= Kontrolliertheit/ Bedürfnis nach Kontrolle)
- HA Harm Avoidance (= Tendenz zur Schadensvermeidung)
- TR Traditionalism (= Traditonalität)
- AB Absorption (= Aufnahmefähigkeit)

Die Sekundärskalen bilden:

- PEM Positive Emotionality (= positive Emotionalität): steht in hohem Zusammenhang mit den Primärskalen Wellbeing, Social Potency, Achievement und Social Closeness.
- NEM Negative Emotionality (= negative Emotionalität): korreliert mit den Primärskalen Stress Reaction, Alienation, and Aggression.
- CON Constraint (= Gehemmtheit): zeigt starke Zusammenhänge mit den Primärskalen Control, Harm Avoidance und Traditionalism.
- ABS Absorption (= Aufnahmefähigkeit)

Die Gültigkeitsskalen sind:

- UV Unlikely Virtues (= unwahrscheinliche Werte/ Vorteile)
- TRIN True Response Inconsistency (= tatsächliche Widersprüche in den Antworten)
- VRIN Variable Response Inconsistency (= unterschiedliche Widersprüche in den Antworten)

Nachfolgend wird nun auf die vier Primärskalen, die zur Untersuchung der Stichprobe der vorliegenden Arbeit verwendet wurden, konkreter eingegangen.

2.2.1. Skala Soziale Dominanz

Personen mit hohen Werten auf dieser Skala werden als energisch, überzeugend und entschieden bezeichnet. Sie neigen dazu, ihre Mitmenschen zu beeinflussen und haben gerne Führungspositionen inne. Sozial dominante Menschen nehmen gerne an sozialen Veranstaltungen teil, wo sie bevorzugt den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit darstellen. Personen mit niedriger sozialer Dominanz bevorzugen es, wenn andere die Führung übernehmen und Entscheidungen treffen. Sie überzeugen nicht gerne andere und bilden auch ungern den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit (Tellegen, 1982).

Soziale Dominanz zeigt somit einen Zusammenhang mit Durchsetzungsfähigkeit, einem Persönlichkeitsmerkmal, das wiederum mit exzellenten sportlichen Leistungen korreliert (Eysenck, 1979). Männer weisen durchschnittlich höhere soziale Dominanz als Frauen auf (Costa, Terracciano, & McCrae, 2001; Tester & Campbell, 2007) und Sportler sind sozial dominanter als Nicht-Athleten (Eysenck, Nias, & Cox, 1982).

2.2.2. Skala Kontrolliertheit

Kontrollierte Personen sind reflektierend und vorsichtig und handeln eher rational. Sie planen ihren Tagesablauf, verschiedenste Tätigkeiten und stattfindende Veranstaltungen vorausschauend. Wenig kontrollierte Personen hingegen werden als spontan und impulsiv bezeichnet. Sie können sorglos und waghalsig agieren und bevorzugen es, den Alltag nicht zu planen, sondern zu improvisieren (Tellegen, 1982).

In Studien, in denen der MPQ erst kürzlich eingesetzt wurde, zeigten Frauen durchschnittlich höhere Ausprägungen hinsichtlich der Kontrolliertheit als Männer (Driscoll, Zinkivskay, Evans, & Campbell, 2006; Tester & Campbell, 2007).

2.2.3. Skala Leistungsstreben

Stark nach Leistung strebende Menschen arbeiten hart und ausdauernd. Sie bevorzugen anspruchsvolle Projekte, beweisen häufig ein überdurchschnittlich ausgeprägtes Durchhaltevermögen und arbeiten auch dort weiter, wo andere Personen resignieren und aufgeben. Nicht selten werden sie als Perfektionisten bezeichnet, die ihre Arbeit in den Vordergrund stellen und andere Bereiche des Lebens daneben vernachlässigen. Weniger leistungsorientierte Personen arbeiten nicht mehr, als unbedingt nötig ist und scheuen sich vor schwierigen Projekten. Sie werden als nicht besonders ehrgeizig beschrieben und sehen keinen Sinn darin, eine Arbeit fortzusetzen, deren Erfolg unwahrscheinlich erscheint (Tellegen, 1982).

Nias (1979) stellte fest, dass Sportler ein überdurchschnittlich hohes Bedürfnis nach Leistung aufweisen. Obwohl Studien um 1950 hinsichtlich Geschlechtsunterschieden zu der Erkenntnis kamen, dass Frauen ein geringer ausgeprägtes Streben nach Leistung besitzen, konnte in jüngeren Studien beobachtet werden, dass Frauen tendenziell höhere Werte im Leistungsstreben zeigen (Davis & Mogk, 1994; Tester & Campbell, 2007).

2.2.4. Skala Tendenz zur Schadensvermeidung

Personen, die eine starke Tendenz zur Schadensvermeidung aufweisen, meiden Situationen, die mit Abenteuer und Gefahr verbunden sind. Sie streben sichere Aktivitäten an, selbst wenn sich diese als langweiliger oder etwa schwieriger herausstellen. Menschen mit geringer Tendenz zur Schadensvermeidung hingegen

suchen nach Situationen, die mit riskanten Herausforderungen und waghalsigen Abenteuern einhergehen. Sie haben Spaß an dem Reiz gefährlicher Notsituationen und Katastrophen und setzen sich dabei selbst möglichen Angriffen, Verletzungen oder Unfällen aus (Tellegen, 1982). Personen mit geringen Werten auf dieser Skala werden auch als sogenannte *Sensation Seeker* bezeichnet.

Sportlicher Erfolg ist, vor allem bei Kontakt-Sportarten, ständig mit Risikosituationen und im Zuge dessen mit der Fähigkeit, mit möglichen Gefahrensituationen umgehen zu können, verbunden (Schroth, 1995). In Studien, in denen der MPQ erst kürzlich eingesetzt wurde, wiesen Frauen im Durchschnitt eine stärkere Tendenz zur Schadensvermeidung auf, als Männer (Driscoll et al., 2006; Tester & Campbell, 2007).

3. LATERALITÄT

Unter Lateralität bzw. Seitigkeit versteht man einen Oberbegriff für alle Kennzeichen von Symmetrie und Asymmetrie bei paarig angelegten Organen (Oberbeck, 1989, S. 13). Im letzten Jahrhundert hat sich die Lateralitätsforschung vor allem mit dem Phänomen der Händigkeit beschäftigt (Bryden, 1982), während andere Phänomene der Seitigkeit, wie etwa die Hirnigkeit (Hemisphärendominanz), die Füßigkeit (Beinigkeit), die Drehseitigkeit, die Äugigkeit oder die Ohrigkeit wesentlich seltener in wissenschaftlichen Arbeiten thematisiert wurden.

In der Studie der vorliegenden Arbeit werden sowohl verschiedene Zusammenhänge mit der Händigkeit, und damit verbunden der Handdominanz, als auch mit Seitigkeitsaspekten der Füße, Augen und Ohren untersucht. Im nachfolgenden Kapitel wird zunächst auf die Begriffsbestimmungen von Händigkeit und Handdominanz eingegangen und weiters die Lateralitätsforschung im sportlichen Kontext dargestellt.

3.1. Händigkeit

Das Seitigkeitsphänomen der Händigkeit wird nach Stier (1911; zitiert nach Oberbeck, 1989) als die „Disposition, feine koordinative Bewegungen mit der bevorzugten Hand rascher, schneller und lieber auszuführen“ definiert. Die Ausprägung der Händigkeit auf die linke Seite wird nach dem sogenannten *Geschwind-Galaburda-Modell* (Geschwind & Galaburda, 1987; vgl. Kapitel 1.6.1.) durch höhere pränatale Testosteronkonzentrationen begünstigt. In der Normalbevölkerung wird der Prozentanteil der Linkshänder zwischen 5 bis 12% eingeschätzt (Bryden, 1982, S. 157). Laut aktuellen Schätzungen in der österreichischen Allgemeinbevölkerung (Werte basieren auf unveröffentlichten Daten; zitiert in Voracek et al., 2006) ist bei 7.8% (KI: 6.1-9.8%) der Männer sowie bei 5.2% (KI: 4.0-6.8%) der Frauen Linkshändigkeit vorzufinden.

Früher wurden Linkshänder als Minderheit verfolgt und oftmals gewaltsam zu Rechtshändern umerzogen bzw. umgeschult (Oberbeck, 1989, S. 11). Rechtshändigkeit gilt in unserer Gesellschaft als normal, während Linkshändigkeit als etwas Falsches oder gar Abartiges angesehen wird. In der Schule wurde daher – und wird teilweise immer

noch – versucht, linkshändige Kinder mit den verschiedensten Methoden auf den „rechten Weg“ zu bringen (Sattler, 1986). Die Händigkeit, die einen Ausdruck der Lateralisation der Gehirnhemisphären darstellt, wird durch diese Umschulungsversuche allerdings in ihrer Struktur gestört, wodurch es zu massiven Störungen kommen kann. Dies können häufig auch psychische Folgeschäden sein, die in Form von Gedächtnis-, Konzentrations- und Sprachproblemen in Erscheinung treten können.

Die Minderheit der Linkshänder muss beidseitig lernen, um sich der Kultur der Rechtshänder anpassen zu können. Dies bedeutet den Erwerb der Fähigkeit zur motorischen Anpassung und erfordert zusätzliche Lernleistungen der Linkshänder, die den Rechtshändern erspart bleiben. Bei der Ausübung vieler Sportarten jedoch, kommt den Linkshändern ihre Fähigkeit zur motorischen Anpassung zu Gute und bewirkt, in Kombination mit der selteneren Auftrittshäufigkeit der Linkshänder, nicht unwesentliche Vorteile für diese (Oberbeck, 1989). So stellen Linkshänder in Zweikampfsportarten, wie beispielsweise dem Fechten, unangenehme Gegner dar, da deren motorische Bewegungen seitenverkehrt zu jenen der Rechtshänder ablaufen. Diese sind allerdings, im Gegensatz zu den Linkshändern, nicht darin geübt, sich motorisch anpassen zu müssen und somit in einer solchen Situation zumeist überfordert und in weiterer Folge den Linkshändern oftmals unterlegen.

3.2. Handdominanz

Unter der motorischen Handdominanz wird die relative Ausprägung der Rechts- bzw. Linkshändigkeit verstanden (Steingrüber & Lienert, 1976). Ein spezielles Verfahren zur Ermittlung der Handdominanz stellt der Hand-Dominanz-Test (HDT; Steingrüber & Lienert, 1976) dar. Dieser wird unter Kapitel 6.3. ausführlich beschrieben und ist weiters als Anhang 3 am Ende der vorliegenden Arbeit angefügt.

Nach Steingrüber (1971) wird zwischen 2 Formen der Dominanz unterschieden:

- Präferenzdominanz: Darunter wird die Seitenbevorzugung, die von der Nützlichkeit im Alltag oder dem Drängen der Umwelt beeinflusst wird, verstanden.

- Leistungsdominanz: Darunter wird die Seitenbevorzugung, die von höchsten Anforderungen an konditionelle oder koordinative Fähigkeiten beeinflusst wird, verstanden.

Steingrüber (1971) ist der Ansicht, dass in einer Kultur, in der Rechtshänder die Majorität bilden, die Präferenzdominanz sehr stark von soziokulturellen Einflüssen abhängig ist. Zusammen mit Lienert entwickelt er daher den oben erwähnten Hand-Dominanz-Test, der auf dem Konzept der Präferenzdominanz basiert.

3.3. Seitigkeitsaspekte der Füße, Augen und Ohren

Weit weniger als die Händigkeit, sind die Seitigkeitsphänomene der Füße, Augen und Ohren erforscht. In der vorliegenden Arbeit wurden sie mittels des Coren Lateral Preference Inventory (Coren, 1993, S. 37-43) erhoben, das eine detaillierte Beschreibung unter Kapitel 6.2. erfährt und außerdem in kompletter Testlänge Anhang 2 zu entnehmen ist.

Die *Füßigkeit*, also die Bevorzugung des linken oder rechten Fußes bzw. Beines, entwickelt sich bereits im Vorschulalter nach dem Prinzip von „Versuch und Irrtum“ und ist im Verlauf des Lebens meist keiner Veränderung mehr ausgesetzt. Das Seitigkeitsphänomen der Füßigkeit wurde in diversen wissenschaftlichen Studien (vgl. Oberbeck, 1989, S. 34-41) unter folgenden Aspekten betrachtet:

- Fußbevorzugung bei Geschicklichkeitsübungen, bei denen das andere Bein als Standbein fungiert und somit das Gleichgewicht sichert (Beispiel: Torschuß)
- Fußbevorzugung bei Absprüngen, die horizontal gerichtet sind und nicht durch seitliche Richtungsänderungen beeinflusst werden (Beispiel: Weitsprung)
- Fußbevorzugung bei Absprüngen über ein Hindernis, das einen verstärkten Schwungbeineinsatz und/ oder andere Ausweichbewegungen erfordert (Beispiel: Hochsprung, Hürden)
- Fußbevorzugung bei Übungen, die ein hohes Maß an Maximalkraft oder Kraftausdauer verlangen (Beispiel: Hüpfen oder Laufen auf einem Bein)

Einzig für die Fußbevorzugung bei Geschicklichkeitsübungen konnte eine Hand/Fuß-Konkordanz, also eine Seitenübereinstimmung der Hand- und Fußpräferenz, festgestellt werden. Es konnte beobachtet werden, dass etwa 90% aller Rechtshänder auch

„Rechtsfüßer“ sind, jedoch nur 60% der Linkshänder bei fein koordinierten Bewegungen ihren linken Fuß präferieren. Die geringere Hand/Fuß-Konkordanz bei Linkshändern wird als spezifisches Lateralisierungsmerkmal gedeutet. Die, als gesichert geltende Hand/Fuß-Konkordanz, lässt Oberbeck (1989) schließen, dass dieser Aspekt der Füßigkeit vermutlich, ebenso wie die Händigkeit, genetisch bedingt ist.

Hinsichtlich der *Äugigkeit* ist festzuhalten, dass nur etwa 50% der Menschen ihr sehstärkeres Auge bevorzugt benutzen (Gahagan, 1933; zitiert nach Oberbeck, 1989). Die Präferenz des rechten Auges wurde, über 22 verschiedene Studien hinweg betrachtet, mit etwa 63-86% angegeben, womit eindeutig die Ausprägung der Rechtsäugigkeit dominiert. Verschiedene Studien zu Zusammenhängen zwischen Händigkeit und Äugigkeit gelangten zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen (vgl. Oberbeck, 1989, S. 48). Brown und Taylor (1988) stellten in diesem Kontext fest, dass der Zusammenhang zwischen Händigkeit und Füßigkeit größer ist, als jene Korrelationen zwischen Händigkeit und Äugigkeit sowie Füßigkeit und Äugigkeit.

Die *Ohrigkeit* ist das, am wenigsten erforschte Seitigkeitsphänomen und dürfte im sportmotorischen Kontext kaum Relevanz besitzen, sofern die Seitendifferenz im Bereich der physiologischen Variationsbreite vorzufinden ist (Oberbeck, 1989, S. 49).

3.4. Zusammenhänge der Lateralität mit 2D:4D und Sport

Untersuchungen im Bereich der 2D:4D-Forschung gelangten zu der Erkenntnis, dass Linkshänder ein geringeres (männlicheres) 2D:4D-Verhältnis als Rechtshänder aufweisen (Manning, Trivers, Thornhill, & Singh, 2000; Manning, 2002a). In der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) erreichte dieser Effekt unter 54 Fechtern, von denen 7 linkshändig waren, nur für das 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand statistische Signifikanz. Für das 2D:4D der linken Hand war der Zusammenhang allerdings schwächer ausgeprägt und fehlte für D_{R-L} gänzlich.

Weiters wurde von Fink, Manning, Neave und Tan (2004) beobachtet, dass das Fingerlängenverhältnis 2D:4D bei Rechtshändern einen positiven Zusammenhang mit dem Ausprägungsgrad der Rechtshändigkeit, also der Dominanz der rechten Hand, zeigt. Rechtshändige Personen mit geringer Dominanz der rechten Hand wiesen ein geringeres 2D:4D als konsistente Rechtshänder auf.

Untersuchungen im sportlichen Kontext konnten feststellen, dass Linkshänder in vielen Sportarten, wie auch Fechten (vgl. Bisiacchi, Ripoll, Stein, Simonet, & Azemar, 1985; Harris, in press) deutliche Vorteile zu haben scheinen (Oberbeck, 1989). Besonders in Zweikampfsportarten, in denen es darauf ankommt, den Gegner zu beobachten, um eigene Reaktionen auf dessen Aktionen zu planen, zeigen Linkshänder häufig eine starke Überlegenheit (Oberbeck, 1989).

Für diese sportliche Überlegenheit werden zwei Hauptursachen genannt:

- Einerseits wird argumentiert, dass Linkshänder günstigere neurophysiologische Voraussetzungen, wie beispielsweise eine oftmals feststellbare bessere Raumverarbeitung als Resultat der Spezialisierung der rechten Hemisphäre, aufweisen und daher im Sport gegenüber ihren rechtshändigen Kontrahenten bevorteilt sind (Geschwind & Galaburda, 1985; Holtzen, 2000).
- Andererseits wird die Hypothese eines strategischen Vorteils (Coren, 1993, S. 44-48; McManus, 2002, S. 255-258) von Linkshändern vertreten, bei der vorrangig ein gewisser „Überraschungseffekt“ (Corballis, 1983), dass der Gegner mit der ungewohnten linken Hand agiert, den Vorteil der Linkshänder darstellt. Dies wird auch als das „a rarity wins principle“ (Prinzip „der gewinnenden Minderheit“) oder *Frequency-Dependency-Effekt* (Effekt der „Häufigkeitsabhängigkeit“) bezeichnet und bedeutet, dass Sportler, aufgrund der allgemeinen Unterrepräsentation der Linkshänder, wesentlich häufiger mit Rechtshändern konfrontiert werden, auf deren Bewegungsabläufe sie trainiert sind. Im Wettkampf mit Linkshändern versagen diese eingeschulten Abläufe dann jedoch oft. Linkshändige Sportler hingegen sind das Training mit Rechtshändern gewohnt und besitzen somit einen strategischen Vorteil. Am stärksten wirkt sich diese Überlegenheit der Linkshänder bei der Ausübung interaktiver Sportarten, vor allem Zweikampfsportarten, aus. Daraus lässt sich schließen, dass bei diesen Sportarten (vor allem im Bereich des Spitzensports) ein, im Vergleich zur Normpopulation, überproportional hoher Anteil an Linkshändern vorhanden ist.

Einer interessanten Hypothese gingen Faurie und Raymond (2005) in diesem Kontext nach: Sie untersuchten, ob Linkshänder durch den Überraschungseffekt eines Angriffs von links bessere Aussichten hätten, aus einem Überlebenskampf als Sieger hervorzugehen. Dazu zogen sie Mordstatistiken von Naturvölkern, denen kaum

Feuerwaffen zur Verfügung standen (für deren Gebrauch die Händigkeit irrelevant ist) heran und machten die Beobachtung, dass in Gegenden, in denen besonders viele Morde verübt wurden, der Anteil an Linkshändern überproportional hoch ist.

3.4.1. Fechten und Händigkeit

In einer Studie von Azemar, Ripoll, Simonet und Stein (1983; zitiert nach Bisiacchi et al., 1985) konnte unter Fechtern eine Linkshänder-Rate von 38.8% beobachtet werden. Der Anteil linkshändiger Fechter stieg nochmals deutlich an, als die Daten der teilnehmenden Fechter der Weltmeisterschaft von Clermont-Ferrand (1981) herangezogen wurden. Insgesamt nahmen 127 männliche Fechter an der Weltmeisterschaft teil, wovon 44 Linkshänder waren. Dies entspricht einer Linkshänder-Rate von 35%. Die 4 männlichen Halbfinalisten der Weltmeisterschaft von Clermont-Ferrand, stellten ausschließlich Linkshänder dar, was somit einer Rate von 100% im Halbfinale entspricht (Azemar et al., 1983). Diese überdurchschnittlich hohe Linkshänder-Rate unter den weltbesten Fechtern wollten Bisiacchi et al. (1985) nicht allein auf den „Überraschungseffekt“ (vgl. Kapitel 3.4.) zurückführen, sondern zogen einen motorischen Vorteil der linken Hand in Betracht. Ihren Überlegungen nach, könnte dieser motorische Vorteil sowohl zentral als auch peripher bedingt sein. Bei peripherer Bedingtheit müsste folglich ein beständiger Vorteil der linken Hand bei motorischen Aufgaben feststellbar sein, während bei zentraler Bedingtheit höhere Lateralitätsprozesse in der rechten Hemisphäre, die für die Kontrolle der linken Hand verantwortlich sind, ausschlaggebend sein müssten. Ein solcher höherer Prozess, der bei der Ausübung des Fechtens essentiell ist, stellt beispielsweise die räumliche Aufmerksamkeit dar. Fechten trainiert Athleten darauf, in Situationen, in denen Aufmerksamkeit und rasches Reagieren erfordert werden, Fehler zu reduzieren. Da sowohl Aufmerksamkeit als auch die linke Hand von der rechten Hemisphäre gesteuert werden, postulieren die Autoren einen Vorteil der Linkshänder.

Bisiacchi et al. (1985) erhoben die räumliche Aufmerksamkeit mittels eines Reaktionszeitentests bei 24 Sport-Studenten (12 Fechter, davon jeweils 6 Rechts- und Linkshänder; 12 Sportler anderer Sportarten wie Judo, Schwimmen, etc.). Sie gingen von den Hypothesen aus, dass zum einen niedrigere Reaktionszeiten bei Fechtern vorliegen sollten, falls diese darin geübt sind, ihre Aufmerksamkeit ständig zu verbessern und zum

anderen, falls Aufmerksamkeit tatsächlich eine besondere Fähigkeit der rechten Hemisphäre darstellt, sollten linkshändige Fechter kürzere Reaktionszeiten als rechtshändige zeigen.

Die Ergebnisse wiesen auf keinen motorischen Vorteil der linken Hand. Es konnten jedoch signifikant schnellere Reaktionszeiten der linken Hand in unerwarteten Situationen festgestellt werden. Diese Überlegenheit der linken Hand interpretieren die Autoren in einem Zusammenhang mit der rechten Hemisphäre, die für die Steuerung der linken Hand verantwortlich ist. Bekräftigt wird die Hypothese des Einflusses der rechten Hemisphäre auf die linke Hand dadurch, dass bei 10 von 12 Fechtern, unabhängig von deren Händigkeit, in Aufmerksamkeitssituationen ein Vorteil der linken Hand zu beobachten war. Obwohl die Gruppe der Fechter im Vergleich zu den anderen Athleten keine schnelleren Reaktionszeiten aufwies, machten Fechter jedoch im Allgemeinen weniger Fehler. Dabei erwiesen sich vor allem linkshändige Fechter als besonders exakt und fehlerfrei.

Eine aktuelle Publikation von Harris (in press) gibt eine detaillierte Darstellung der früheren und heutigen Ansichten über den Zusammenhang zwischen Händigkeit und Fechten. Aus heutiger Sicht, stellt der Frequency-Dependency-Effekt eine wesentliche Ursache für die Überlegenheit der linkshändigen Fechter dar. Das bedeutet, dass Sportler, aufgrund der allgemeinen Unterrepräsentation der Linkshänder, im Training wesentlich häufiger mit Rechtshändern konfrontiert werden und folglich im Wettkampf gegen einen Linkshänder irritiert sind. Weiters werden als mögliche Ursachen ein motorischer Vorteil der linken Hand, die Aufmerksamkeitssteuerung durch die rechte Hemisphäre, individuelle Unterschiede und die Art der ausgeübten Waffengattung genannt (vgl. Harris, in press). Der Vorteil der Linkshänder beim Fechten wird damit sowohl angeborenen als auch erlernten Entwicklungsfaktoren zugeschrieben und besteht vermutlich in einem Zusammenspiel beider.

4. SPORTFECHTEN

Wettkampffechten ist ein moderner Zweikampfsport, der durch die Interaktion zweier Fechter charakterisiert ist (Barth & Beck, 2000).

Die zentralen Leistungsvoraussetzungen, die dabei an den Sportler gestellt werden, sind: Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, kurze Reaktionszeiten, gute visuell-räumliche Fähigkeiten, Beweglichkeit, Geschicklichkeit der Hände und koordinative Fähigkeiten (Nyström, Lindwall, Ceci, Harmenberg, Svedenhag, & Ekblom, 1990; Borysiuk, 2005; Molter, 2006). So facettenreich wie die Einzelfaktoren, die an der Leistung im Fechten beteiligt sind, sind auch die bevorzugten Kampfweisen (Verhaltensstile) der Fechter selbst. Stark verallgemeinernd wird dabei zwischen so genannten „Kämpfern“, die relativ einseitig, sehr reaktionsschnell und impulsiv fechten und „Taktikern“, die ein Gefecht reflexiv nach strategisch-taktischen Überlegungen führen, unterschieden (Barth & Beck, 2000).

4.1. Vom tödlichen Duell zum fairen Sportfechten

Vor ihrer Etablierung als Sportart war die Austragungsform als Duell weit verbreitet. Mit Keulen, Stöcken, Schwertern oder Dolchen wurde gekämpft, um Leib, Leben sowie Hab und Gut zu verteidigen (Barth & Barth, 2002). Häufig ging es dabei aber auch um die Verteidigung der Ehre, um Frauen oder um Macht und nicht selten endete ein solcher Kampf für einen der beiden Rivalen tödlich (Barth & Barth, 2004).

Ab dem 15. Jahrhundert entwickelte sich das Fechten immer mehr zum reinen Sport, was mit einer Verfeinerung der Waffen und der Bewegungsabläufe gegenüber Schwert- und Säbelkämpfen einherging. Italienische Fechtmeister stellten Regeln und Richtlinien für die Austragung fairer Wettkämpfe auf, um Ordnung in das wilde Kämpfen zu bringen. Hauptsächlich junge Männer aus reichen Familien, Adelige und Studenten nutzten den Fechtsport, um ihren Körper zu stählen und ihre Tapferkeit und Männlichkeit im Zweikampf unter Beweis zu stellen. Fechtende Frauen bildeten damals noch eine Ausnahme (Barth & Barth, 2002).

Heute wird mit Fechten überwiegend das Sportfechten bezeichnet und es wird in Schutzausrüstung mit den Waffen Florett, Degen und Säbel gefochten. Das wichtigste Ziel stellt dar, den Gegner zu treffen und gleichzeitig selbst keinen Treffer zu erhalten. Dies galt auch beim Duell, einzig mit dem Unterschied, dass dabei jeder Treffer den Tod bedeuten konnte (Barth & Barth, 2004).

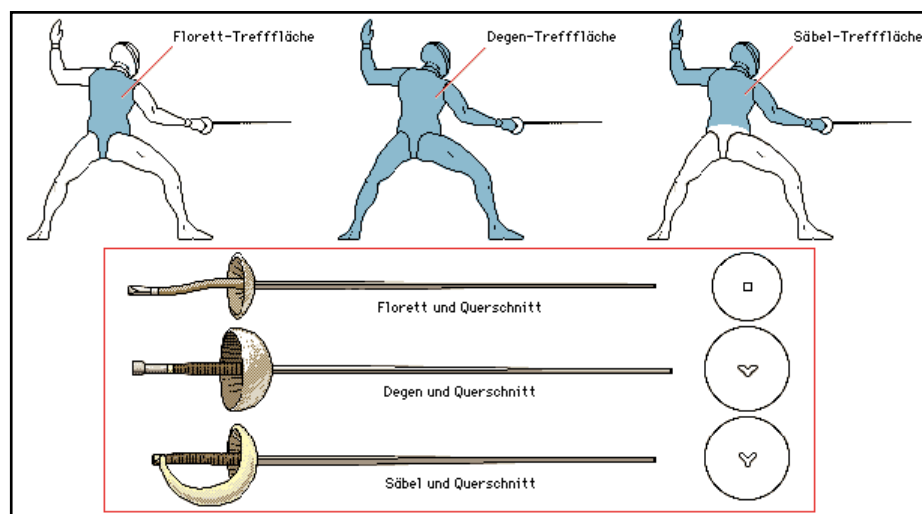
4.2. Fechten als olympische Disziplin

Fechten zählt zu den Gründungs- Sportarten der Olympischen Spiele von Athen 1896. Damals standen drei Wettbewerbe auf dem Programm: Säbel, Florett sowie Florett für Fechtmeister. Degenfechten kam in Paris 1900, Mannschaftsfechten in Antwerpen 1920 dazu. Heute gibt es bereits mehr als eine Million Fechter in über 100 Ländern der Erde, die in fast 50.000 Fechtvereinen trainieren (Barth & Barth, 2004).

4.3. Die Waffengattungen

Die 3 Disziplinen Florett-, Degen- und Säbelfechten unterscheiden sich sowohl durch die verwendeten Waffen als auch durch die Trefferfläche, die Treffweise (Stoß oder Hieb) und das Treffervorrecht (Barth & Barth, 2004).

Abbildung 2: Illustration der Waffengattungen und ihrer Trefferfläche



Anmerkung: Quelle: modifiziert nach www.fencing-olympics.de, nicht weiter eruierbar

4.3.1. Das Florett

Das Florett zählt mit einem Gewicht von maximal 500 Gramm zu den leichteren Waffen und besitzt eine kleinere Glocke als alle anderen Waffen. Die Regeln schreiben vor, dass es eine Länge von 110 Zentimeter nicht überschreiten darf (Gaugler, 2004). Seine Klinge besitzt eine vierkantige Form.

Das Florett gilt als die Waffe für Einsteiger und ist eine Stoßwaffe, was impliziert, dass nur ein Treffer mit der Klingenspitze gültig ist. Die gültige Trefferfläche bildet ausschließlich der Rumpf (siehe Abbildung 2, oben links).

Beim Florettfechten gilt das Treffervorrecht. Dieses besagt, dass beim simultanen Treffen der beiden Gefechtspartner derjenige Fechter, der zuerst angreift oder der einen Angriff erfolgreich abwehrt und anschließend selbst angreift, den Treffer gewertet bekommt (Barth & Barth, 2004).

4.3.2. Der Degen

Der Degen ist wie das Florett eine Stoßwaffe. Im Unterschied zum Florett besitzt er eine dreikantige Klinge und eine große Glocke. Er darf maximal 770 Gramm wiegen und nicht länger als 110 Zentimeter sein (Gaugler, 2004). Als Trefferfläche gilt der ganze Fechter von Kopf bis Fuß (siehe Abbildung 2, oben Mitte).

Bei dieser Disziplin gibt es kein Treffervorrecht: Wer zuerst getroffen hat, erhält den Treffer gutgeschrieben. Bei simultanem Treffen, werden hier die Treffer beider Fechter gewertet (Barth & Barth, 2004).

4.3.3. Der Säbel

Ebenso wie das Florett, darf auch der Säbel ein Maximalgewicht von 500 Gramm nicht überschreiten. Mit einer Länge von bis zu 105 Zentimeter ist er die kürzeste der drei Waffen und weist außerdem eine ganz besondere Glockenform auf, die „Korb“ genannt wird. Die Säbelklinge ist im Querschnitt beinahe rechteckig. Die gültige Trefferfläche bildet der gesamte Rumpf einschließlich des Kopfes und der Arme (siehe Abbildung 2, oben rechts). Wie auch beim Florettfechten gilt das Treffervorrecht.

Mit dem Säbel, der eine Hieb- und Stoßwaffe darstellt, kann sowohl durch einen Stoß mit der Klingenspitze als auch durch einen Schlag mit der Klinge ein gültiger Treffer

erzielt werden (Barth & Barth, 2004). Aus diesem Grund sind Säbelgefechte besonders schnell und spannend für den Zuschauer.

4.4. Die Einteilung der Altersklassen

Beim Turnierfechten werden die Sportler verschiedenen Altersklassen zugeteilt und kämpfen bei Bewerben mit Fechtern vergleichbaren Alters, um einen Platz in der nationalen bzw. internationalen Rangliste. Der Sportordnung des Österreichischen Fechtverbandes (ÖFV, 2005) ist unter Absatz 3 (§ 6) die folgende nationale Einteilung zu entnehmen:

§ 6: Altersklassen:

Nach ihrem Lebensalter werden die Fechter in folgende Altersklassen eingeteilt:

- a) Jugend C, Jugend B, Kadetten, Junioren, Allg. Klasse, Senioren
- b) Die für das jeweilige Wettkampfsjahr geltende Zugehörigkeit eines Fechters zu den einzelnen Altersklassen richtet sich nach dem Lebensjahr, welches er in dem Kalenderjahr vollendet, in das der erste Teil des betreffenden Wettkampfsjahres fällt. Danach gehören: 6 bis 11jährige zu Jugend C, 12 und 13 jährige zu Jugend B, 14 bis 16jährige zur Kadettenklasse, 17 bis 19jährige zur Juniorenklasse, 20jährige und Ältere zur Allg. Klasse und 30jährige und Ältere zur Seniorenklasse.
- c) Die Einteilung der Seniorenklasse richtet sich nach den int. Bestimmungen. Zusätzlich wird eine Sonderklasse für 30-jährige und Ältere eingerichtet, in welcher alle AthletInnen bis zur ersten int. Seniorenklasse erfasst werden.

4.5. Fechten und 2D:4D

Äußerst interessant ist es, den Zusammenhang von 2D:4D mit einer Randsportart wie Fechten, die den typisch männlichen Zweikampf in einer heutzutage (durch das Tragen von Schutzausrüstung) relativ ungefährlichen, aber dennoch sehr impulsiven Sportart darstellt, zu untersuchen. Diese moderne, quasi zivilisierte Form des einst grausamen Duells, scheint sehr geeignet, um sie mit dem, von pränatalen Testosteroneinflüssen geprägten, 2D:4D in Verbindung zu setzen.

Bislang gibt es eine publizierte Studie (Voracek, Reimer, Ertl, & Dressler, 2006), die den Einfluss des Fingerlängenverhältnisses 2D:4D auf die sportliche Leistung im Fechten untersucht hat. Sie stellt die Pilotstudie zu dieser Arbeit dar und ich möchte daher unter Kapitel 4.5.1. näher auf sie eingehen. Zudem wurde erst kürzlich eine weitere wissenschaftliche Studie zum Zusammenhang von Fechten und 2D:4D von Bescós, Esteve, Porta, Mateu, Irurtia und Voracek (2008) durchgeführt. Der Aufbau und die Ergebnisse dieser Studie werden unter Kapitel 4.5.2 dargestellt.

4.5.1. Pilotstudie

4.5.1.1. Ziel der Studie (Hypothesen)

In ihrer Publikation „Digit ratio (2D:4D), lateral preferences, and performance in fencing“ untersuchten Voracek et al. (2006) den Zusammenhang des als Biomarker für pränatale Testosteronkonzentration (Manning et al., 1998) bezeichneten 2D:4D, sowie Seitigkeitsaspekten (insbesondere Händigkeit und Handdominanz) mit dem sportlichen Erfolg im Leistungsfechten.

Ihre Haupthypothese galt der Erforschung, ob ein geringeres 2D:4D-Verhältnis mit besseren Leistungen im Fechten korrelierte.

Zusätzlich gingen sie folgenden 8 Nebenhypothesen nach, die sie aus den zitierten Quellen abgeleitet oder teilweise zu Replikationszwecken übernommen hatten:

1. Ob Leistungsfechter im Vergleich zur Normpopulation geringeres 2D:4D aufweisen (Manning, 2002a, Kapitel 9).
2. Ob die Linkshänder-Rate unter Leistungsfechtern höher ist, als jene in der Normpopulation (Coren, 1993, S. 45).
3. Ob linkshändige Fechter geringeres 2D:4D als rechtshändige besitzen (Manning, Bundred, & Taylor, 2003).

4. Ob das Ausmaß der Handdominanz bei Rechtshändern positiv mit 2D:4D korreliert (Fink et al., 2004).
5. Ob Linkshänder bessere Leistungen als Rechtshänder im Fechten erzielen (Coren, 1993, S. 45).
6. Ob Fechter mit kongruenten Hand-Auge- oder Hand-Fuß-Präferenzen bessere Leistungen erzielen, als jene mit kreuz-lateralen (d.h. nicht kongruenten) Präferenzen (vgl. Coren, 1993, S. 46-48).
7. Ob sich das typische 2D:4D-Verhältnis innerhalb der Sportart Fechten zwischen den verschiedenen Waffen Florett, Säbel und Degen unterscheidet (vgl. Manning, 2002a, S. 127).
8. Ob der Body-Mass-Index, der ein negatives körperliches Korrelat zu Testosteron darstellt, einen positiven Zusammenhang mit 2D:4D aufweist (Fink, Neave, & Manning, 2003).

4.5.1.2. Stichprobenbeschreibung und Datenerhebung

Voracek et al. (2006) untersuchten 54 österreichische und deutsche Turnierfechter (37 Männer und 17 Frauen) im Alter von 9 bis 72 Jahren. Die Stichprobe umfasste 12 Degen-, 11 Florett- und 31 Säbelfechter, die zwischen 1 bis 43 Jahre ($M = 10.9$, $Md = 7.5$ und $SD = 10.2$) Fechterfahrung aufwiesen und bis zu 20 Stunden pro Woche ($M = 5.8$, $Md = 4.8$ und $SD = 3.9$) trainierten.

In einer dreiteiligen Testung wurden folgende Variablen erhoben: 2D:4D (durch Scan der Handflächen), demographische Variablen, Seitigkeitsaspekte und die Handdominanz.

Der erste Teil der Testung bestand aus der Vorgabe eines Fragebogens, der Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht, eigene Nationalität sowie die der Eltern, ausgeübte Fechtdisziplin, Trainingsintensität (pro Woche), Fechterfahrung (in Jahren), Altersklassenzuordnung (laut Sportordnung des ÖFV; siehe Kapitel 4.4.), derzeitigen Ranglistenplatz (CNR = current national ranking) sowie bislang höchsten erreichten Ranglistenplatz (HNR = highest national ranking), Schreibhand und zum Abschluss den Grad der sportlichen Aktivität (mittels einer 10-stufigen Leistungsskala, die schon zuvor in Studien von Manning & Taylor, 2001, und Manning, Bundred, & Taylor, 2003 eingesetzt wurde; siehe Anhang 4) erfasste.

Im zweiten Teil der Testung wurde das Coren Lateral Preference Inventory (Coren, 1993, S. 37-43), ein Verfahren zur Ermittlung von Seitigkeitsaspekten von Händen,

Füßen, Augen und Ohren, eingesetzt. (Eine detaillierte Beschreibung dieses Verfahrens findet sich unter Kapitel 6.2., der Test selbst ist dem Anhang zu entnehmen.) Die Fechter gaben dabei ihre subjektiven Präferenzen („links“, „egal, mit beiden“ oder „rechts“) für verschiedene Tätigkeiten, die mit Händen (12 Items), Füßen, Augen und Ohren (jeweils 4 Items) durchgeführt werden können, an. Es ist bekannt, dass diese selbst-berichtete Einschätzung der Präferenzen zu 96% mit der Durchführung der abgefragten Handlungen übereinstimmt (Coren, 1998). Die internen Konstinenzen, basierend auf Cronbach Alpha-Koeffizienten liegen in der vorliegenden Studie für die Seitigkeitspräferenzskalen für Hand, Auge, Fuß und Ohr entsprechend bei .96, .70, .88 und .80.

Den letzten Teil der Testung bildete die Erfassung der Handdominanz mittels des Hand-Dominanz-Tests (HDT; Steingrüber & Lienert, 1976), einem sogenannten Speed- und Power-Verfahren, bei dem die Teilnehmer 3 Subtests zu absolvieren hatten. (Der HDT wird unter Kapitel 6.3. ebenfalls genauer beschrieben und ist im Anhang vorzufinden.) Der Gesamtscore ($\alpha = .84$ in der Stichprobe der Fechter) setzt sich aus dem Durchschnitt der Scores der Subtests zusammen, wobei positive Werte für die Dominanz der rechten Hand und negative Werte für die Dominanz der linken Hand stehen (vgl. Kapitel 6.3.).

Abschließend wurden die Handflächen beider Hände gescant, die später von unabhängigen und erfahrenen Versuchsleitern insgesamt drei Mal vermessen wurden, um so das 2D:4D-Verhältnis (vgl. Kapitel 1.5.) zu ermitteln.

4.5.1.3. Ergebnisse

Die Männer wiesen geringere 2D:4D-Verhältnisse beider Hände auf, als die Frauen und zeigten geringere rechtslaterale Präferenzen für Hände, Füße, Augen und Ohren sowie eine weniger stark ausgeprägte Dominanz der rechten Hand.

Bezogen auf die Haupthypothese, konnte bei männlichen Fechtern festgestellt werden, dass der derzeitige Ranglistenplatz einen signifikanten, positiven Zusammenhang mit D_{R-L} zeigt. Das bedeutet, dass Fechter mit geringerem 2D:4D der rechten als der linken Hand (also negativem D_{R-L} , das ein männliches Merkmal darstellt) bessere derzeitige Ranglistenplätze besitzen. Mit dem 2D:4D-Verhältnis beider Hände wurden weder bei Männern noch bei Frauen signifikante Zusammenhänge beobachtet. Mittels einer Partialkorrelation wurde der Einfluss der Variablen Trainingsintensität und Fechterfahrung, die wichtige Prädiktoren für sportlichen Erfolg darstellen, kontrolliert. Es

zeigten sich nun (unabhängig von Trainingsintensität und Fechterfahrung) signifikante, positive Zusammenhänge der derzeitigen und bislang höchsten erreichten Ranglistenplätze mit D_{R-L} unter den männlichen Fechtern (Spearman $r_s = .49$ und $r_s = .51$, $p < .01$). Für die Frauen konnten negative Zusammenhänge zwischen 2D:4D und der sportlichen Leistung beobachtet werden. Das bedeutet, dass Frauen mit höheren (weiblicheren) 2D:4D-Werten bessere Ranglistenplätze erreichen. Dieser Effekt geht in die, der Hypothese entgegengesetzte Richtung, erlangte jedoch keine statistische Signifikanz.

Die Ergebnisse der Nebenhypothesen zeigten, dass Leistungsfechter im Vergleich zur Normpopulation durchschnittlich geringeres 2D:4D aufweisen (Hypothese 1) und dass die Linkshänder-Rate unter den Fechtern höher ist als in der Normpopulation (Hypothese 2). Bei den Linkshändern ($n = 7$) konnte ein signifikant niedrigeres 2D:4D der rechten Hand, als bei den Rechtshändern ($n = 47$) beobachtet werden. Dieser Effekt war auf der linken Hand deutlich schwächer ausgeprägt und für D_{R-L} gar nicht vorhanden (Hypothese 3). Das Ausmaß der Handdominanz bei Rechtshändern korrelierte bei Frauen schwach positiv mit 2D:4D, bei Männern wurde kein Zusammenhang festgestellt (Hypothese 4). Entgegen der Erwartung, wiesen Linkshänder etwas schlechtere durchschnittliche Rangplätze als Rechtshänder auf (Hypothese 5). Wie vermutet, erzielten Fechter mit kongruenten Hand-Auge- oder Hand-Fuß-Präferenzen etwas bessere durchschnittliche Rangplätze, als jene mit kreuz-lateralen Präferenzen. Dieser Effekt war jedoch nicht statistisch signifikant (Hypothese 6). Tendenziell hatten männliche Säbelfechter ein geringeres 2D:4D der rechten Hand als die Florett- und Degenfechter ($t = -1.91$, $p = .07$, $d = -0.61$). Bei den Frauen war diese Gegenüberstellung zweier Gruppen aufgrund der kleinen Stichprobengröße nicht zielführend (Hypothese 7). Der Body-Mass-Index, der das Körpergewicht (in *kg*) gebrochen durch das Quadrat der Körpergröße (in *m*) darstellt, zeigte bei den Männern eine schwache positive Korrelation mit 2D:4D beider Hände, bei den Frauen waren noch geringere und inkonsistente Zusammenhänge erkennbar (Hypothese 8).

4.5.1.4. Diskussion der Pilotstudie und Anregungen zur vorliegenden Arbeit

Im Zuge der Durchführung der Pilotstudie wurden einige Probleme sichtbar, die wertvolle Anregungen für die vorliegende Arbeit lieferten. Dazu zählte vorrangig, darauf zu achten, dass die teilnehmenden Fechter in der selben Rangliste (in diesem Fall stellte

dies die nationale österreichische Rangliste dar; natürlich gab es auch hier für jede Waffengattung pro Altersklasse eine eigene Rangliste) vertreten sein sollten, um eine bessere und fairere Vergleichbarkeit zu ermöglichen. In der Pilotstudie waren Probleme dabei aufgetreten, als es galt, Plätze der nationalen österreichischen Rangliste mit jenen der nationalen deutschen und teilweise der bayrischen Ranglisten zu vergleichen. Von erfahrenen Fechtern wird gesagt, dass ein Spitzenplatz in der österreichischen Rangliste in etwa mit einem Platz im Mittelfeld der deutschen Rangliste vergleichbar ist. Es wurde daher beschlossen, im Interesse einer faireren Vergleichbarkeit, ausschließlich in der österreichischen Rangliste vertretene Fechter in dieser Studie zu erfassen. Dies implizierte auch Fechter anderer Nationen, sofern sie einen Platz in der österreichischen Rangliste aufweisen konnten.

Ein weiterer Kritikpunkt galt der Geschlechter-Verteilung in der Pilotstudie: 37 Männer, denen 17 Frauen gegenüber standen, machten mehr als zwei Drittel der Stichprobe aus. Einige Ergebnisse gingen bei den Frauen in die entgegengesetzte Richtung als erwartet und bedürfen daher erneuter Untersuchung. Um validere Aussagen über den weiblichen Anteil unter den Fechtern treffen zu können, wurde ein höherer Frauenanteil und somit ein ausgewogeneres Geschlechter-Verhältnis in der 2. Stichprobe angestrebt.

Allgemein gesehen, stellte eine größere Stichprobenanzahl (etwa 70 bis 90 Fechter) das Ziel dieser Studie dar. In der Pilotstudie waren einige Zusammenhänge tendenziell beobachtbar gewesen, von denen man sich in einer größeren Stichprobe eventuell auch signifikante Zusammenhänge vorzufinden erwartete.

4.5.2. Fechten und 2D:4D – Studie II

4.5.2.1. Ziel der Studie (Hypothesen)

In ihrer Arbeit „Prenatal programming of sporting success: Associations of digit ratio (2D:4D), a putative marker for prenatal androgen action, with world rankings in female fencers“ untersuchten Bescós, Esteve, Porta, Mateu, Iurrtia und Voracek (2008) den Zusammenhang zwischen 2D:4D sowie den absoluten Fingerlängen mit dem Erfolg bei weiblichen Elite-Fechtern.

Das Fingerlängenverhältnis 2D:4D bzw. die direkte Asymmetrie der beiden Verhältnisse (D_{R-L}) werden als mutmaßliche Biomarker für das Auftreten von pränatalen

Testosteronkonzentrationen herangezogen (Manning et al., 1998), während die absoluten Fingerlängen als Marker für postnatale Testosteronlevel gelten (Lippa, 2006; Voracek & Pavlovic, 2007).

4.5.2.2. Stichprobenbeschreibung und Datenerhebung

Bescós et al. (2008) testeten 87 weibliche Fechter, die zu den Top-600 in der Weltrangliste zählen, und am Weltcup 2008 in Barcelona in der Kategorie Florettfechten teilnahmen. Die multinationale Stichprobe bestand aus Fechterinnen aus 32 verschiedenen Ländern, die im Alter von 15 bis 44 Jahren ($M = 25.3$ und $SD = 6$) waren, und eine internationale Fechterfahrung zwischen 1 und 6 Jahren ($M = 4.2$ und $SD = 1.7$) aufwiesen. 18 der Fechterinnen waren Linkshänder, was einer Linkshänder-Rate von 21% in dieser Stichprobe entspricht.

Folgende Variablen wurden erhoben: Name, Nationalität, Alter, Größe, Gewicht, die Fechthand, die Dauer der internationalen Karriere (Anzahl der Jahre, in denen an Weltcups teilgenommen wurde) und der derzeitige sowie höchste bislang erreichte Platz in der Weltrangliste. Zusätzlich wurden die Fingerlängen mittels Photokopien der Handflächen erfasst. Diese wurden später von 2 erfahrenen Versuchsleitern vermessen, und daraus das 2D:4D-Fingerlängenverhältnis, die gerichtete Asymmetrie der Verhältnisse beider Hände ($D_{R-L} = R2D:4D - L2D:4D$), die absolute Länge des Zeigefingers ($2D_{abs} = [R2D + L2D] / 2$) und des Ringfingers ($4D_{abs} = [R4D + L4D] / 2$), sowie die absolute Fingerlänge ($FL_{abs} = [R2D + R4D + L2D + L4D] / 4$) ermittelt.

4.5.2.3. Ergebnisse und Diskussion

Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Rechts- und Linkshändern beobachtet werden. Verglichen mit rechtshändigen Fechtern, zeigten linkshändige jedoch etwas geringere 2D:4D-Verhältnisse, kürzere Finger, waren etwas kleineren und massiveren Körperbaus und behaupteten etwas bessere derzeitige sowie bislang höchste erreichte Plätze in der Weltrangliste.

Platzierungen in der Weltrangliste wiesen einen signifikanten negativen Zusammenhang mit Größe und Gewicht (jedoch nicht dem Body-Mass-Index) sowie eine signifikante positive Korrelation mit der Dauer der internationalen Karriere auf. Deshalb wurden diese 3 Variablen bei der genauen Untersuchung der Zusammenhänge laut der

Forschungshypothese, also den Zusammenhängen zwischen den Fingerlängen sowie den Fingerlängenverhältnissen mit den Weltranglistenplatzierungen, herauspartialisiert.

Die Ergebnisse zeigten, dass niedrigere (männlichere) 2D:4D-Verhältnisse mit besseren derzeitigen sowie bislang höchsten Platzierungen in der Weltrangliste einher gingen. Dieser Effekt erreichte allerdings erst nach dem Herauspartialisieren der 3 oben genannten Variablen (Größe, Gewicht und Dauer der internationalen Karriere) statistische Signifikanz, und dabei nur für das 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand. Längere (maskulinere) Finger wiesen signifikante negative Korrelationen sowohl mit besseren derzeitigen sowie bislang höchsten Platzierungen in der Weltrangliste auf. Nach dem Herauspartialisieren der 3 Variablen erzielte dieser Effekt jedoch keine Signifikanz mehr.

Die Autoren postulieren daher, dass pränatale Hormoneinflüsse einen besseren Prädiktor für die Vorhersage sportlichen Erfolgs als postnatale Hormonlevel in der Pubertät oder dem Erwachsenenalter darstellen könnten. Als Kritikpunkt ihrer Studie nannten sie, dass aufgrund des Backgrounds eines großen internationalen Turniers, nur die Erfragung einiger persönlicher Informationen möglich war, jedoch eine detaillierte Testung, beispielsweise die Erhebung von Persönlichkeitsmerkmalen, in diesem Kontext nicht durchführbar war.

4.5.3. Ein Vergleich der beiden Studien

In der Studie von Voracek et al. (2006) konnten bei Männern signifikante positive Korrelationen der derzeitigen und bislang höchsten erreichten Ranglistenplätze mit D_{R-L} beobachtet werden. Für das 2D:4D der rechten Hand wiesen die Effekte in dieselbe Richtung, zeigten jedoch keine statistische Signifikanz. Bei Frauen konnten aufgrund der kleinen Stichprobengröße keine signifikanten Zusammenhänge beobachtet werden. Bescós et al. (2008) zeigten in ihrer Studie, dass diese Effekte auch bei weiblichen Fechtern vorhanden sind: Niedrigere 2D:4D-Verhältnisse gingen mit besseren derzeitigen sowie bislang höchsten Platzierungen in der Weltrangliste einher.

Sowohl Bescós et al. (2008) als auch Voracek et al. (2006) konnten eine deutliche Überrepräsentation an linkshändigen Fechtern in ihren Stichproben festhalten. Während laut jüngsten Schätzungen in der österreichischen Allgemeinbevölkerung (Werte basieren auf unveröffentlichten Daten; zitiert in Voracek et al., 2006) etwa unter 7.8%

(KI: 6.1-9.8%) der Männer sowie 5.2% (KI: 4.0-6.8%) der Frauen Linkshändigkeit ausgeprägt ist, stellten Bescós et al. (2008) fest, dass 18 unter 87 Top-600 Fechterinnen linkshändig waren. Dies entspricht einer Linkshänder-Rate von 20.7% unter Top-600 Fechterinnen. Voracek et al. (2006) fanden unter 54 Fechtern 7 Linkshänder (5 Männer und 2 Frauen) vor, was sich in einer Linkshänder-Rate von 13% in dieser Stichprobe von Leistungsflechtern ausdrückt.

Zudem ließ sich in beiden Studien bei linkshändigen Fechtern tendenziell ein geringeres 2D:4D-Verhältnis beobachten. Weiters zeigten die linkshändigen Fechterinnen in der Studie von Bescós et al. (2008) etwas bessere Platzierungen, während dies bei den Fechtern der Studie von Voracek et al. (2006) genau umgekehrt der Fall war. Beide Forschungsergebnisse erlangten jedoch keine statistische Signifikanz.

Im folgenden empirischen Teil sollen nun die, teils widersprüchlichen Ergebnisse der beiden Studien einer erneuten Untersuchung unterzogen werden und weiters, die bislang konsistenten Ergebnisse abermals repliziert werden. Großes Interesse gilt dabei der Testung der weiblichen Fechter: Wiesen bei der Pilotstudie die Ergebnisse der Frauen zwar in die entgegengesetzte Richtung als erwartet, so konnten Bescós et al. (2008) jedoch, der erwarteten Richtung entsprechende Ergebnisse festhalten und zeigen, dass niedrigere 2D:4D-Verhältnisse bei Frauen mit besseren sportlichen Leistungen korrelieren. Der höhere Anteil an weiblichen Fechtern soll es nun ermöglichen, validere Aussagen über die Zusammenhänge zwischen dem 2D:4D-Verhältnis und sportlichen Leistungen der Frauen treffen zu können.

EMPIRISCHER TEIL

5. DARLEGUNG DER FRAGESTELLUNGEN UND DER HYPOTHESEN

Im empirischen Teil dieser Arbeit sollen nun Hypothesen zu Zusammenhängen zwischen dem, als Biomarker für vorgeburtlich erfahrene Geschlechtshormon-Exposition (Manning et al., 1998) bezeichneten Fingerlängenverhältnis 2D:4D, verschiedenen Lateralitätsaspekten (insbesondere wird der Händigkeit und Handdominanz Beachtung geschenkt), den vier ausgewählten Persönlichkeitsmerkmalen Kontrolliertheit, Leistungsstreben, Schadensvermeidung und Soziale Dominanz und dem sportlichen Erfolg im Leistungsfechten, untersucht werden.

Die Haupthypothese gilt dabei der wiederholten Erforschung, ob ein geringeres 2D:4D-Verhältnis mit besseren Leistungen im Fechten einher geht (vgl. Voracek et al., 2006). Die im folgenden angeführten Fragestellungen und Hypothesen wurden aus den, im theoretischen Teil dieser Arbeit, erörterten Erkenntnissen und Studien abgeleitet oder teilweise zu Replikationszwecken direkt übernommen.

5.1. Hypothesen zum Zusammenhang mit 2D:4D

Wie im Theorieteil vielfach erwähnt, stellt 2D:4D ein geschlechtlich dimorphes Merkmal dar (Phelps, 1952; Manning et al., 1998). Dass Männer ein geringeres 2D:4D-Verhältnis als Frauen aufweisen, konnte auch in einigen sportbezogenen Studien festgestellt werden (Manning, 2002b; Hönekopp, Manning, & Müller, 2006, Studie 1; Tester & Campbell, 2007). Lediglich in wenigen Studien (Hönekopp, Manning, & Müller, 2006, Studie 2; Voracek et al., 2006) erreichte dieser Effekt keine statistische Signifikanz. Es gilt zu erforschen, ob die Männer dieser Stichprobe ein niedrigeres 2D:4D-Verhältnis als die Frauen besitzen (*Hypothese i*).

Weiters konnte festgestellt werden, dass das durchschnittliche 2D:4D bei Sportlern geringer ist als bei nicht-sportlichen Teilnehmern bzw. der Normpopulation (Manning, 2002a, Kapitel 9; Manning, 2002b; Pokrywka et al., 2005; Voracek et al., 2006). In der vorliegenden Arbeit sollen diese Erkenntnisse repliziert werden und es soll überprüft werden, ob die Leistungsfechter dieser Stichprobe im Vergleich zur Normpopulation ein niedrigeres 2D:4D-Verhältnis besitzen (*Hypothese ii*).

Zuletzt soll untersucht werden, ob der Body-Mass-Index (BMI), der ein negatives körperliches Korrelat zu Testosteron darstellt, einen positiven Zusammenhang mit 2D:4D aufweist (vgl. Fink, Neave, & Manning, 2003). In der Studie von Voracek et al. (2006) zeigten sich bei Männern schwache positive Korrelationen zwischen den 2D:4D beider Hände, bei Frauen fand man inkonsistente Ergebnisse. Somit soll in der vorliegenden Studie abermals der Zusammenhang zwischen dem BMI und dem Fingerlängenverhältnis 2D:4D festgestellt werden. Dieser wird dahingehend vermutet, dass 2D:4D positiv mit dem BMI korreliert (*Hypothese iii*).

5.2. Hypothesen zum Zusammenhang mit Persönlichkeitsmerkmalen

In einigen Studien konnte bereits nachgewiesen werden, dass Männer durchschnittlich höhere Ausprägungen der sozialen Dominanz als Frauen zeigen (Costa, Terracciano, & McCrae, 2001; Tester & Campbell, 2007). Auch in der Stichprobe der vorliegenden Studie soll erforscht werden, ob zwischen den Geschlechtern Unterschiede in der Ausprägung des Persönlichkeitsmerkmals Soziale Dominanz bestehen (*Hypothese iv*).

Aus Hypothese (iv) und der Beobachtung von Eysenck (1979), dass zwischen sozialer Dominanz und Durchsetzungsfähigkeit, die mit exzellenten sportlichen Leistungen einhergeht, ein Zusammenhang besteht, lässt sich *Hypothese (v)* ableiten: Es gilt zu überprüfen, ob 2D:4D negativ mit Sozialer Dominanz korreliert. Es wird angenommen, dass ein geringeres (männliches) 2D:4D-Verhältnis mit hohen Werten Sozialer Dominanz einhergeht. Dies konnte in einer Studie von Tester und Campbell (2007) bereits sowohl bei Männern als auch Frauen gezeigt werden und soll in dieser Arbeit repliziert werden.

5.3. Hypothesen zum Zusammenhang mit Lateralität

In vielen Sportarten herrscht eine überdurchschnittlich hohe Anzahl an linkshändigen Athleten vor. Dies konnte eine Studie von Azemar, Ripoll, Simonet und Stein (1983; zitiert nach Bisiacchi et al., 1985) auch unter den weltbesten Fechtern feststellen. Die Pilotstudie von Voracek et al. (2006) ergab unter Fechtern ebenfalls einen höheren Linkshänder-Anteil als in der Normalbevölkerung. Zu Replikationszwecken soll auch in

dieser Studie der Hypothese nachgegangen werden, ob die Linkshänder-Rate unter Leistungsfechtern höher ist, als jene in der Normpopulation (*Hypothese vi*).

Weiters soll untersucht werden, ob Unterschiede im 2D:4D-Verhältnis zwischen rechts- und linkshändigen Fechtern bestehen (vgl. Manning, Bundred, & Taylor, 2003). Es wird angenommen, dass linkshändige Fechter ein geringeres 2D:4D-Verhältnis als ihre rechtshändigen Konkurrenten besitzen (*Hypothese vii*). In der Studie von Voracek et al. (2006) erreichte dieser Effekt nur für das 2D:4D der rechten Hand statistische Signifikanz und war auf der linken schwach ausgeprägt.

Die nächste Hypothese dient der Erforschung, ob Unterschiede hinsichtlich der Leistung bzw. Erfolge beim Fechten zwischen Rechts- und Linkshändern vorhanden sind (vgl. Coren, 1993, S. 45). Der Literatur zufolge wird vermutet, dass Linkshändigkeit mit besseren Leistungen beim Fechten korreliert (*Hypothese viii*). Dies konnte jedoch in der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) nicht beobachtet werden: Entgegen der Erwartung, wiesen Linkshänder nämlich etwas schlechtere durchschnittliche Rangplätze als Rechtshänder auf. Somit erweist es sich als besonders interessant, diese Hypothese einer neuerlichen Überprüfung zu unterziehen.

Ferner soll durch *Hypothese (ix)* getestet werden, ob das Ausmaß der Handdominanz bei Rechtshändern positiv mit 2D:4D korreliert (vgl. Fink et al., 2004). Für Frauen konnte in der Studie von Voracek et al. (2006) bereits ein schwacher positiver Zusammenhang gefunden werden, während bei Männern kein Zusammenhang festgestellt wurde.

Hypothese (x) untersucht, ob Fechter mit kongruenten Hand-Auge- oder Hand-Fuß-Präferenzen bessere Leistungen erzielen, als jene mit kreuz-lateralen (d.h. nicht kongruenten) Präferenzen (vgl. Coren, 1993, S. 46-48). Die Erwartung geht in die Richtung, dass Fechter mit kongruenten Hand-Auge- oder Hand-Fuß-Präferenzen etwas bessere durchschnittliche Rangplätze, als jene mit kreuz-lateralen Präferenzen erzielen. Dies konnten Voracek et al. (2006) beobachten, jedoch erreichte der Effekt keine statistische Signifikanz.

5.4. Hypothesen zum Zusammenhang mit sportlichem Erfolg im Fechten

Wie bereits einführend in diesem Kapitel erwähnt wurde, stellt die Haupthypothese dieser Arbeit die erneute Untersuchung des Zusammenhanges zwischen dem 2D:4D-Verhältnis und den sportlichen Leistungen bzw. dem Erfolg im Fechten dar (vgl. Voracek et al., 2006). Es konnten bereits in einigen Studien im sportlichen Kontext negative Zusammenhänge zwischen 2D:4D und dem Erfolg festgestellt werden (vgl. Kapitel 1.8.): bei diversen Breitensportarten (Manning & Taylor, 2001, Studie 1), beim Fußballspielen (Manning, 2002b), beim Laufen (Manning, Bundred, & Taylor, 2003, Studie 2.2; Manning, Morris, & Caswell, 2007, Studie 1-3), beim Skifahren (Manning, 2002b) und erst kürzlich auch beim Fechten (Bescós et al., 2008). Somit ist das Interesse groß, diesen Zusammenhang auch in der vorliegenden Stichprobe zu untersuchen. Es wird also erwartet, dass das 2D:4D-Verhältnis einen negativen Zusammenhang mit sportlichem Erfolg im Fechten zeigt (*Hypothese xi*).

Weitergehend wird in Anlehnung an die Studie von Tester und Campbell (2007), die unter Kapitel 1.8.1.14 ausführlich beschrieben wurde, getestet, ob 2D:4D einen eindeutigen Beitrag zur Erreichung sportlichen Erfolgs liefern kann (*Hypothese xii*). Dazu werden Faktoren (körperliche Faktoren, Trainingsaufwand, Persönlichkeitsmerkmale), die wesentlich für sportlichen Erfolg sind, aus dem Modell herauspartialisiert.

Es soll erneut getestet werden, ob sich das typische 2D:4D-Verhältnis innerhalb der Sportart Fechten zwischen den verschiedenen Waffen Florett, Säbel und Degen unterscheidet (vgl. Manning, 2002a, S. 127). In der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) konnte bei den männlichen Säbelfechtern tendenziell ein geringeres 2D:4D der rechten Hand als bei den Florett- und Degenfechter beobachtet werden ($t = -1.91$, $p = .07$, $d = -0.61$). Es wird daher erwartet, dass Säbelfechter „männlichere“ (geringere) 2D:4D-Werte als Florett- und Degenfechter aufweisen (*Hypothese xiii*).

6. VERWENDETE ERHEBUNGSINSTRUMENTE

Der eingesetzte Fragebogen umfasst zunächst einen demographischen Teil, der das Geschlecht, das Alter, die Größe, das Gewicht, die eigene Nationalität sowie jene der beiden Elternteile, die Waffengattung, die Trainingsintensität (pro Woche), die sportliche Fechterfahrung (in Jahren), die derzeitige Altersklasse (laut Sportordnung des ÖFV; siehe Kapitel 4.4.), den derzeitigen Ranglistenplatz (CNR = current national ranking) sowie den bislang höchsten erreichten Ranglistenplatz (HNR = highest national ranking) festhält. Weiters wird erhoben, mit welcher Hand zu schreiben begonnen wurde und mit welcher Hand (diese wird nachfolgend als Schreibhand bezeichnet) nun geschrieben wird. Abschließend wird eine eventuell vorhandene Teilnahme an der Pilotstudie (im Zeitraum von März bis Mai 2005) sowie der Grad der sportlichen Aktivität (mittels einer 10-stufigen Leistungsskala; siehe Anhang 4) erfasst.

Den zweiten Teil des Fragebogens bilden die folgenden drei Verfahren, die im Anschluss detailliert beschrieben werden:

1. das Multidimensional Personality Questionnaire (MPQ; Tellegen, 1982)
2. das Coren Lateral Preference Inventory (Coren, 1993)
3. der Hand-Dominanz-Test (HDT; Steingrüber & Lienert, 1976)

6.1. Multidimensional Personality Questionnaire Brief Form (MPQ-BF)

Das Multidimensional Personality Questionnaire (MPQ; Tellegen, 1982) ist ein mehrdimensionaler Persönlichkeitsfragebogen, der aus 276 dichotomen Items besteht, die 11 Primär- und 4 Sekundärskalen zugeordnet werden können. Die Primärskalen sind: Well-Being, Social Potency, Achievement, Social Closeness, Stress Reaction, Alienation, Aggression, Control, Harm Avoidance, Traditionalism und Absorption. Die Sekundärskalen bilden: Positive Emotionality, Negative Emotionality, Constraint und Absorption.

Die eingesetzte deutsche Übersetzung stammt von Angleitner, Langert, Schilling und Spinath (1993). Ihr wurden die, für diese Arbeit relevanten vier Skalen entnommen.

Weiters wurden nur jene 12 Items pro Skala verwendet, die in der verkürzten Version, dem Multidimensional Personality Questionnaire Brief Form (MPQ-BF; Patrick, Curtin, & Tellegen, 2002) enthalten sind. Dieser besteht insgesamt aus 155 Items.

Die folgenden dichotomen Skalen zu je 12 Items (siehe Anhang 1) wurden in der vorliegenden Studie eingesetzt:

- Social Potency (Soziale Dominanz)
- Achievement (Leistungsstreben)
- Control (Bedürfnis nach Kontrolle)
- Harm Avoidance (Tendenz zur Schadensvermeidung)

Die internen Konsistenzen für diese Skalen liegen bei .80, .80, .74 und .76 (Patrick et al., 2002).

6.2. Coren Lateral Preference Inventory

Das Coren Lateral Preference Inventory (Coren, 1993, S. 37-43) dient der Erfassung von Lateralitätsaspekten der Hände, Füße, Ohren und Augen. Die in dieser Studie eingesetzte deutsche Übersetzung ist Anhang 2 zu entnehmen.

Mittels der 4 Skalen *Handedness* (12 Items), *Footedness*, *Earedness* und *Eyedness* (je 4 Items) ist es möglich, die Richtung (links = negativ, rechts = positiv) sowie die Stärke der Seitenpräferenz (diese reicht von -12 bis +12 bzw. von -4 bis +4) zu bestimmen.

Insgesamt besteht der Fragebogen aus 24 Items, in denen nach der lateralen Ausführung verschiedener Tätigkeiten gefragt wird. Dabei werden die Versuchspersonen aufgefordert, ihre subjektiven Präferenzen („links“, „egal, mit beiden“ oder „rechts“) für die Items anzugeben. Die Antwortmöglichkeit „links“ wird mit -1, „egal, mit beiden“ mit 0 und „rechts“ mit +1 kodiert. Anschließend werden Summenscores über die Antworten der einzelnen Skalen gebildet, die die Richtung und Stärke der lateralen Präferenz für die rechte oder linke Seite ausdrücken. Es ist bekannt, dass diese selbst-berichtete Einschätzung der Präferenzen zu 96% mit der Durchführung der abgefragten Handlungen übereinstimmt (Coren, 1998).

6.3. Hand-Dominanz-Test (HDT)

Der Hand-Dominanz-Test (HDT; Steingrüber & Lienert, 1976), ein reiner Speed-Test, gibt die Handdominanz, also den Ausprägungsgrad der Links- bzw. Rechtshändigkeit, einer Versuchsperson an. Er kann sowohl als Gruppen- als auch als Einzeltest eingesetzt werden.

Das Verfahren ist aus 3 Subtests aufgebaut, die als Anhang 3 am Ende dieser Arbeit vorzufinden sind. Beim Subtest *Spurennachzeichnen* soll die Versuchsperson mit einem Bleistift in den vorgezeichneten Schlangenlinien entlangfahren, ohne dabei die Linien zu berühren. Dies geschieht zunächst mit der rechten und anschließend mit der linken Hand (bei Linkshändern erfolgt die Reihenfolge umgekehrt), wobei jeweils 15 Sekunden Testzeit pro Hand zur Verfügung stehen. Bei den beiden Subtests *Kreisepunktieren* und *Quadratpunktieren* soll der Proband mit einem Bleistift in die vorgegebenen Kreise bzw. Quadrate Punkte setzen, wozu wiederum jeweils 15 Sekunden Testzeit pro Hand vorgegeben werden.

Zur Ermittlung der Testrohwerte werden bei den Subtests *Kreisepunktieren* und *Quadratpunktieren* jeweils für die rechte und die linke Hand die Anzahl der Treffer summiert. Beim Subtest *Spurennachzeichnen* kann der Rohwert mit Hilfe einer, dem Verfahren beigefügten Schablone bestimmt werden. Nun kann für jeden der drei Subtests ein, auf die Gesamtleistung beider Hände bezogener Differenzwert D (der durch die Formel $D = [(Leistung\ der\ rechten\ Hand - Leistung\ der\ linken\ Hand) / (Leistung\ der\ rechten\ Hand + Leistung\ der\ linken\ Hand)] \cdot 100$ angegeben werden kann) berechnet werden, der den relativen Anteil der überlegeneren Hand am Gesamtwert ausdrückt. Dieser Differenzwert D kann Werte von -100 (extreme Linkshändigkeit) bis +100 (extreme Rechtshändigkeit) annehmen, wobei jedoch Werte $> \pm 50$ äußerst selten sind. Bei gleicher Leistung beider Hände, sogenannter Ambilateralität, resultiert der Wert 0. Durch Addition der Differenzwerte der Subtests erhält man den Gesamtwert des HDT.

7. BESCHREIBUNG DER STICHPROBE

Von insgesamt 99 teilnehmenden Leistungsfechtern wurden 9 Sportler (6 Männer, 3 Frauen) mit dem Vermerk, bereits an der Pilotstudie (siehe Kapitel 4.5.1) teilgenommen zu haben, auch in diese Studie inkludiert. Personen, die über Hand- oder Fingerbrüche in der Vergangenheit berichteten, wurden im Vorhinein von der Studie ausgeschlossen.

Nachfolgend findet sich eine, nach erhobenen Variablen gegliederte, detaillierte Beschreibung der untersuchten Stichprobe.

7.1. Demographische Variablen: Geschlecht, Alter, Nationalität, Waffengattung und Altersklasse

Die Stichprobe wurde von 99 Fechtern, davon 58 Männer und 41 Frauen im Alter von 12 bis 72 Jahren ($M = 23.95$, $SD = 11.04$, $Md = 20$) gebildet. Es waren 9 verschiedene Nationen vertreten: Österreich ($n = 90$), Deutschland ($n = 2$), Italien, Schweiz, Frankreich, Korea, Luxemburg, Spanien und die U.S.A. (jeweils $n = 1$). Die ausländischen Teilnehmer waren jedoch alle in der nationalen österreichischen Rangliste angeführt.

Die 41 Degenfechter (23 Männer, 18 Frauen), 33 Florettfechter (19 Männer, 14 Frauen) und 25 Säbelfechter (16 Männer, 9 Frauen) verteilten sich über die folgenden nationalen Altersklassen (für die Einteilung siehe Kapitel 4.4.): Allgemeine Klasse ($n = 54$), Junioren ($n = 21$), Kadetten ($n = 18$), Jugend B ($n = 5$) und Jugend C ($n = 1$).

7.2. Sportbezogene Variablen: Trainingszeit, Fechterfahrung und Grad der sportlichen Aktivität

Die wöchentliche Trainingszeit reichte von 1.5 bis zu 20 Stunden ($M = 6.24$, $SD = 3.7$, $Md = 6$), wobei die Männer mit einem Durchschnitt von 6.59 h pro Woche ($SD = 4$, $Md = 6$) etwas mehr trainierten, als die Frauen mit durchschnittlich 5.74 h pro Woche ($SD = 3.21$, $Md = 6$). Die Sportler wiesen eine Fechterfahrung zwischen 0.5 und 49 Jahren ($M = 9$, $Md = 6$ und $SD = 8.31$) auf, wobei die Männer mit einem Durchschnitt von 9.96 Jahren ($SD = 9.27$, $Md = 7$) Fechterfahrung die Sportart etwas länger als die Frauen mit

durchschnittlich 7.65 Jahren ($SD = 6.6$, $Md = 5$) ausübten. Der Grad der sportlichen Aktivität, der mittels einer 10-stufigen Leistungsskala (1 = „Ich betreibe keinen Sport“, 10 = „Ich habe mein Land vertreten“) gemessen wurde, war unter den Fechtern von Stufe 4 bis 10 ausgeprägt, wobei 93.9% der Sportler dieses Samples in den höchsten 3 Leistungsstufen vorzufinden waren.

7.3. Körperliche Variablen: Gewicht, Größe, Body-Mass-Index und Händigkeit

Die männlichen Fechter wogen durchschnittlich 71.17 kg ($SD = 11.48$, $Md = 69$), zeigten eine durchschnittliche Körpergröße von 1.78 m ($SD = 6.76$, $Md = 1.77$) und einen durchschnittlichen BMI von 22.44 ($SD = 3.06$, $Md = 21.91$). Die Fechterinnen wiesen im Durchschnitt ein Körpergewicht von 58.27 kg ($SD = 9.87$, $Md = 56$) auf, waren durchschnittlich 1.67 m groß ($SD = 6.53$, $Md = 1.67$) und hatten einen durchschnittlichen BMI von 20.71 ($SD = 2.88$, $Md = 20.08$).

Insgesamt umfasste die Stichprobe 88 Rechtshänder und 11 Linkshänder (5 Männer, 6 Frauen). Das entspricht einer Linkshänderquote von 11.1% in diesem Sample.

8. DURCHFÜHRUNG DER STUDIE

8.1. Ablauf der Datenerhebung

Die Daten der 99 Fechter wurden bei drei österreichischen Ranglisten-Turnieren im Zeitraum von Juni 2007 bis April 2008 erhoben. Die Turniere wurden hinsichtlich eines hohen sportlichen Niveaus, einer hohen erwarteten Fechterfrequenz sowie möglichst einfacher Erreichbarkeit ausgewählt, was – zusätzlich zur Sommerpause 2007 – die Dauer der Datenerhebung erklärt.

Die erste Testung, an der 51 Fechter teilnahmen, fand im Zuge der „Wiener Meisterschaften 2006/07“ am 16. und 17. Juni 2007 in Wien statt. Nachfolgend wurden 21 Fechter am 22. und 23. September 2007 am „Grazer Messepokal“ in Graz getestet. Die dritte Teil-Stichprobe bildeten 27 Fechter am „Europa-Turnier 2008“ (Internationale Meisterschaften von Wien) am 06. April 2008, das wiederum in Wien ausgetragen wurde. Alle Testungen wurden im Vorfeld von den jeweiligen Turnierleitern (Alois Tanzmeister in Wien und Markus Mareich in Graz) genehmigt und an den Turniertagen freundlich von diesen unterstützt.

Die teilnehmenden Fechter wurden vor Beginn der Untersuchung über den Ablauf der Testung informiert und unterzogen sich anschließend freiwillig der durchschnittlich halbstündigen Testung. Der Testablauf setzte sich aus den drei folgenden Schritten zusammen:

1. Die Probanden erhielten einen Fragebogen, bei dem sie zunächst demographische Daten angeben sollten. Weiters wurde ihnen ein Auszug aus dem Multidimensional Personality Questionnaire (MPQ; Tellegen, 1982) sowie das Coren Lateral Preference Inventory (Coren, 1993) zur selbstständigen Durchführung vorgelegt, wobei die Testleiterin bei Unklarheiten allerdings ständig zur Verfügung stand.
2. Im nächsten Testschritt wurde der Hand-Dominanz-Test (HDT; Steingrüber & Lienert, 1976) durchgeführt und die Fechter folgten dabei den mündlichen Anweisungen der Testleiterin, die deren Testzeit (15 Sekunden pro Hand) mit einer Stoppuhr vorgab. Zumeist wurden mehrere Teilnehmer gleichzeitig in einer Gruppe von 4 bis 6 Personen getestet, um Unterschiede in den Vorgaben der Zeit möglichst gering zu halten.

3. Abschließend wurden die beiden Handflächen jeder Testperson mit einem Flachbettscanner (Canon, Modell: CanoScan Lide 20) eingescannt. Zu diesem Zweck wurden die Probanden gebeten, jeglichen Schmuck der Hände zu entfernen. Danach wurde jene Hautquerfalte, die sich am weitesten ventral des Fingers befindet, also diejenige, die dem Handteller am nächsten gelegen ist, mit einem schwarzen Stift gekennzeichnet. Dies wurde sowohl von der Testleiterin selbst als auch von einem, in der 2D:4D-Forschung beschäftigten, Studienassistenten (Stefan G. Dressler), der bei den Testungen auf den Turnieren in Wien anwesend war, vorgenommen. Die Fechter wurden nun angewiesen, jeweils eine nach der anderen Handfläche auf den Scanner zu platzieren und dabei, unter mäßigem Auflagedruck, den 2. bis 5. Finger geschlossen zu halten und den Daumen abzuspreizen. Um die Bildqualität zu erhöhen, wurde eine zerknitterte Alufolie über die Handfläche gebreitet und anschließend im Graustufenmodus jeweils die rechte und danach die linke Handfläche der Testperson eingescannt. Direkt nach der Beendigung dieses Vorgangs wurde jedes Scanfile auf seine Qualität (komplette Handfläche gescannt, nicht zu starker Druck, keine „Hohlhand“ vorhanden, eingezeichnete Linien sind ersichtlich, usw.) geprüft. War das Ergebnis nicht zufriedenstellend, so wurde der Scannvorgang wiederholt. Schließlich wurden die beiden Scanfiles jedes teilnehmenden Fechters unter der Nummer ihres ausgefüllten Fragebogens abgespeichert und die Testperson, mit bestem Dank für ihre Teilnahme, verabschiedet.

Nach der Beendigung der Testung wurde jeder Proband im direkten Gefecht beobachtet und dabei überprüft, ob die angegebene Schreibhand auch der Fechthand entsprach. Dies konnte bei allen untersuchten Fechtern verifiziert werden.

8.2. Vermessung der Handscans und Berechnung des 2D:4D

Die angefertigten Scanfiles wurden ausgedruckt und der 2. und 4. Finger beider Hände jedes Fechters mittels eines Digital Vernier Caliper (Mitutoyo Ltd., Andover, Mapshire, U.K.; Model 500-191U) vermessen. Dieser stellt ein digitales Messgerät dar, mit dem die Längenmaße der Finger auf 0.01 mm genau gemessen werden können.

Die Erst-Vermessung übernahm jener, in der 2D:4D-Messung äußerst erfahrene, Studienassistent, der bei den Testungen in Wien mitgeholfen hatte. Zwei weitere

Messungen wurden von der Testleiterin selbst durchgeführt. Die Ergebnisse wurden unter SPSS festgehalten und in weiterer Folge das 2D:4D-Verhältnis berechnet. Dabei wurde, für die rechte und linke Hand jeweils separat, die Länge des zweiten Fingers durch die Länge des vierten Fingers dividiert. Die Differenz D_{R-L} wurde berechnet, indem das 2D:4D der linken Hand vom 2D:4D der rechten Hand subtrahiert wurde.

8.3. Überprüfung und Berechnung der Rangplätze

Die, von den Fechtern angegebenen derzeitigen, Ranglistenplätze (CNR = current national ranking = derzeitiger, nationaler Rangplatz) wurden mittels der aktuellen österreichischen Rangliste (Oesterreichischer Fechtverband, 2008) überprüft und gegebenenfalls korrigiert beziehungsweise vervollständigt. Die, als bislang höchste erreichte Ranglistenplätze, genannten Ränge (HNR = highest national ranking = höchster, nationaler Rangplatz) wurden, soweit vorhanden ebenfalls überprüft. Waren keine Ranglisten vorhanden, ging man von korrekten Angaben der Fechter aus, da man annehmen kann, dass Sportler über ihre Bestleistungen Bescheid wissen.

Aufgrund der Regelung, dass Fechter stets bei Wettkämpfen ihrer altersgemäßen sowie auch jeder höheren Altersklasse teilnehmen können, ergab sich oftmals das Vorliegen von mehreren derzeitigen Ranglistenplätzen in verschiedenen Altersklassen. Bezüglich der bislang höchsten erzielten Ränge, wurden fast immer Ergebnisse aus einigen Altersklassen angegeben. Um einen Rang für die derzeitige sowie für die bislang beste Leistung zu erzielen, wurden sowohl die Mittelwerte der derzeitigen und bislang erzielten Ränge berechnet, als auch der jeweils beste derzeitige und beste bislang erreichte Rangplatz herangezogen. Somit liegen für jeden Fechter 4 Leistungswerte vor: der derzeit beste Ranglistenplatz, der derzeit mittlere Ranglistenplatz, der bislang höchste Ranglistenplatz sowie der bislang höchste mittlere Ranglistenplatz. Der mittlere Ranglistenplatz stellt dabei jenen Rangplatz dar, der über die angegebenen Ränge verschiedener Altersklassen gemittelt wurde.

9. ERGEBNISSE DER STUDIE

Alle Berechnungen zur Datenauswertung dieser Studie wurden mittels des Statistikprogramms SPSS 15.0 für Windows durchgeführt.

9.1. Deskriptivstatistiken der Stichprobe und Unterschiede zwischen den Geschlechtern

Die Stichprobe bestand aus 99 Leistungsflechtern, davon 58 Männer und 41 Frauen im Alter von 12 bis 72 Jahren. In Tabelle 2 sind die deskriptiven Statistiken und die, mittels *t*-Tests für unabhängige Stichproben, berechneten Geschlechtsunterschiede in den Variablen Alter, Größe (in cm), Gewicht (in kg), BMI (in kg/m²), Trainingszeit (pro Woche) und Dauer der Fechtportausübung (in Jahren) angegeben.

Signifikante Geschlechtsunterschiede zeigten sich in Größe, Gewicht und dem BMI. Die Männer waren signifikant größer, schwerer und hatten einen signifikant höheren Body-Mass-Index, als die Frauen. In den Variablen Alter, Trainingszeit und Dauer der Fechtportausübung waren keine signifikanten Geschlechtsunterschiede vorzufinden.

Tabelle 2: Deskriptive Statistiken und Geschlechtsunterschiede

	Männer		Frauen		<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i> ‡
Alter	24.17	(11.06)	23.63	(11.14)	0.238	.813	0.049
Größe	177.97	(6.76)	167.41	(6.53)	7.758	< .001***	1.589
Gewicht	71.17	(11.48)	58.27	(9.87)	5.833	< .001***	1.209
BMI	22.4	(3.06)	20.71	(2.88)	2.828	.006**	0.580
Trainingszeit	6.59	(4.00)	5.74	(3.21)	1.117	.267	0.233
Ausübung	9.96	(9.27)	7.65	(6.60)	1.365	.176	0.290

Anmerkung: zweiseitig, *** $p < .001$, ** $p < .01$, Mittelwerte (Standardabweichungen)

‡ Die Effektgröße *d* beschreibt die Größe eines Unterschiedes oder Zusammenhangs. Sie lässt sich nach folgender Formel berechnen: $d = t \cdot \sqrt{(n1 + n2) / (n1 \cdot n2)}$. Werte um 0.2 lassen auf einen kleinen, um 0.5 auf einen mittleren und ab 0.8 auf einen großen Effekt schließen (Bortz & Döring, 2006, S. 606-607).

Tabelle 3 ist die Verteilung der ausgeübten Fechtwaffen (Degen, Florett und Säbel) zwischen den Geschlechtern zu entnehmen. Unter 41 Degenfechtern fanden sich 23 Männer und 18 Frauen, unter 33 Florettflechtern 19 Männer und 14 Frauen, unter 25 Säbelflechtern 16 Männer und 9 Frauen. Die Ausübung der 3 Fechtdisziplinen ist unter Männern und Frauen gleichverteilt ($\chi^2 = 0.421$, $df = 2$, $p = .810$). Man kann in diesem Sample daher nicht von einer geschlechtsdominierten Ausübung einer bestimmten Fechtwaffe sprechen.

Tabelle 3: Verteilung der ausgeübten Fechtwaffen zwischen den Geschlechtern

	Degen	Florett	Säbel	Gesamt
Männer	23	19	16	58
Frauen	18	14	9	41
Gesamt	41	33	25	99
<u>Anmerkung:</u> zweiseitig				

Die Zuordnung zu den nationalen Altersklassen ist in der Stichprobe folgendermaßen verteilt: Allgemeine Klasse ($n = 54$), Junioren ($n = 21$), Kadetten ($n = 18$), Jugend B ($n = 5$) und Jugend C ($n = 1$). Zwei Drittel der Teilnehmer (75.8 %) sind somit in den beiden höchsten Altersklassen vorzufinden.

Der Grad der sportlichen Aktivität ist unter den Fechtern von 4 bis 10 ausgeprägt, wobei 93.9 % der Sportler dieses Samples in den höchsten 3 Leistungsstufen (8 bis 10) rangierten.

6 Männer und 3 Frauen gaben an, bereits an der Pilotstudie teilgenommen zu haben. Dies entspricht 9,1 % der Stichprobe. Es konnte kein signifikanter Unterschied ($\chi^2 = 0.266$, $df = 1$, $p = .732$) in der Teilnahme zwischen den Geschlechtern festgestellt werden.

Die deskriptiven Statistiken für die 4 Skalen des MPQ (Soziale Dominanz, Leistungsstreben, Kontrolliertheit und Schadensvermeidung) sowie die berechneten Geschlechtsunterschiede, sind in Tabelle 4 (siehe nächste Seite) dargestellt.

Tabelle 4: Geschlechtsunterschiede in den Skalen des MPQ

MPQ-Skala	Männer	Frauen	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Soziale Dominanz ‡	6.36 (3.33)	7.63 (2.40)	-2.093	.039*	-0.427
Leistungsstreben	7.60 (2.85)	8.07 (2.37)	-0.864	.390	-0.176
Kontrolliertheit	7.31 (2.42)	6.51 (2.94)	1.479	.142	0.302
Schadensvermeidung	6.28 (2.70)	7.78 (2.60)	-2.772	.007**	-0.566

Anmerkung: zweiseitig, ** $p < .01$, * $p < .05$, Mittelwerte (Standardabweichungen)

‡ Die Voraussetzung der Homogenität der Varianzen wurde bei dieser Skala nicht erfüllt.

Signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern zeigten sich in den Persönlichkeitsmerkmalen der Sozialen Dominanz und der Schadensvermeidung. Die Skala Soziale Dominanz erfüllte jedoch nicht die Voraussetzungen (Verletzung der Voraussetzung der Homogenität der Varianzen), um den hier berechneten t-Test für unabhängige Stichproben durchführen zu können. Nachdem für diese Skala separat ein U-Test nach Mann & Whitney berechnet wurde, war der Effekt nicht mehr signifikant, sondern nur noch tendenziell feststellbar ($Z = -1.801$ bei $p = .072$).

Bei den Männern konnte eine signifikant niedrigere Schadensvermeidung ($t = -2.772$, $p = .007$) als bei den Frauen festgestellt werden. Tendenziell zeigten die männlichen Teilnehmer eine geringere soziale Dominanz als die weiblichen. Überraschender Weise war dieser Effekt allerdings nicht in die erwartete Richtung ausgeprägt. Männer hatten durchschnittlich eine höhere Kontrolliertheit und ein geringeres Leistungsstreben als die Frauen. Diese Effekte erreichten jedoch keine statistische Signifikanz.

9.2. Reliabilitätsprüfung

9.2.1. Intraklassenkorrelationen der 2D:4D-Messungen

Die Intraklassenkorrelation (Intraclass Correlation, *ICC*; model: two-way mixed, type: absolute agreement) stellt ein Maß für die Messübereinstimmung der vermessenden Personen dar. In dieser Studie wurden die Fingerlängen von 2 Personen insgesamt 3 Mal vermessen. In Tabelle 5 sind die *ICCs* für die Fingerlängen (2D, 4D), das Fingerlängenverhältnis (2D:4D) sowie die Differenz der Fingerlängenverhältnisse (D_{R-L}) beider Hände angegeben.

Die *ICCs* weisen Werte zwischen .981 und .999 auf, was auf eine nahezu perfekte Übereinstimmung der Messungen schließen lässt, und sind signifikant bei einem *p*-Wert von $< .001$ ($df_1 = 98$, $df_2 = 196$ für die *F*-Werte). Das bedeutet, dass die Messungen tatsächliche Unterschiede zwischen den Personen widerspiegeln.

Tabelle 5: *ICCs* für 2D, 4D, 2D:4D und D_{R-L}

	Hand	<i>ICC</i>	<i>F</i>
Fingerlänge 2D	R	.999	2605.855***
Fingerlänge 4D	R	.999	5693.686***
Fingerlänge 2D	L	.999	4396.020***
Fingerlänge 4D	L	.999	5342.011***
Fingerlängenverhältnis 2D:4D	R	.991	382.571***
Fingerlängenverhältnis 2D:4D	L	.994	586.089***
Differenz der 2D:4Ds		.981	151.294***

Anmerkung: *** $p < .001$

9.2.2. Interne Konsistenzen der verwendeten Verfahren

Mittels der internen Konsistenz, die durch die Kenngröße Cronbach-Alpha ausgedrückt wird, wird die Homogenität der einzelnen Items eines Tests geprüft.

9.2.2.1. Prüfung der MPQ-Skalen

In Tabelle 6 sind Cronbachs Alpha-Koeffizienten sowie die jeweils höchsten und niedrigsten Item-Trennschärfen für die 4 Persönlichkeitsskalen des MPQ angeführt. Die Reliabilitäten befinden sich zwischen .675 (Skala: Schadensvermeidung) und .754 (Skala: Soziale Dominanz). Dies gilt für Persönlichkeitsfragebogen als akzeptabel.

Tabelle 6: Reliabilitäten und Item-Trennschärfen der Skalen des MPQ

MPQ-Skala	Cronbachs α	niedrigste Item-Trennschärfe	höchste Item-Trennschärfe
Soziale Dominanz	.754	.182 (37)	.580 (17)
Leistungsstreben	.717	.151 (36)	.528 (48)
Kontrolliertheit	.713	.107 (13)	.523 (30)
Schadensvermeidung	.675	.063 (31)	.450 (21, 47)

Anmerkung: Cronbach Alpha-Koeffizienten, (Itemnummer)

Da die Elimination keines der trennschwächeren Items (Item 13, 31, 36 und 37) die Reliabilität der jeweiligen Skala erheblich steigern konnte, wurde nach eingehender Betrachtung entschieden, auch die Items mit den geringeren Trennschärfen im Fragebogen zu behalten.

9.2.2.2. Prüfung der Skalen des Coren Lateral Preference Inventory (CLPI)

Die Cronbach Alpha-Koeffizienten der vier Skalen des Coren Lateral Preference Inventory sowie die Mittelwerte und Standardabweichungen der Werte für Männer und Frauen, sind in Tabelle 7 aufgelistet. Auch sind die Ergebnisse des zweiseitigen *t*-Tests für unabhängige Stichproben ($df = 97$) zur Testung auf Geschlechtsunterschiede angegeben. Die Gesamtreliabilität des Verfahrens beträgt .848, mit exzellenten Reliabilitäten von .748 (Skala: Füße) bis .962 (Skala: Hände) für die einzelnen Skalen. Die Item-Trennschärfen reichen von .401 bis .954 und somit musste kein Item aus dem Fragebogen eliminiert werden.

Die Männer zeigten stärkere rechtslaterale Präferenzen über alle Skalen hinweg, als die Frauen. Dies überrascht insofern, als es im Kontrast zu den Ergebnissen der

Pilotstudie steht. Voracek et al. (2006) stellten damals fest, dass Männer geringere rechtslaterale Präferenzen als die Frauen aufweisen.

Signifikante Geschlechtsunterschiede ($p > .05$) konnten auch in dieser Studie in keiner der 4 Skalen festgestellt werden.

Tabelle 7: Reliabilitäten und Geschlechtsunterschiede bezüglich der Skalen des CLPI

Skala	Cronbachs α	Männer	Frauen	t	p	d
Hände	.962	9.07 (5.95)	8.10 (7.37)	0.724	.471	0.148
Füße	.748	2.03 (2.10)	1.80 (2.24)	0.521	.603	0.106
Augen	.917	1.97 (2.80)	1.44 (3.32)	0.854	.395	0.174
Ohren	.764	0.81 (2.57)	0.78 (2.58)	0.057	.955	0.012

Anmerkung: zweiseitig, Cronbach Alpha-Koeffizienten, Mittelwerte (Standardabweichungen)

9.2.2.3. Prüfung des Handdominanz-Test (HDT)

Der Handdominanz-Test besitzt eine zufriedenstellende Reliabilität von .865. Mittelwerte und Standardabweichungen der Werte finden sich in Tabelle 8, getrennt für Männer und Frauen. Wiederum im Kontrast zum Ergebnis der Pilotstudie, zeigte sich bei den Männern eine stärkere Dominanz der rechten Hand als bei den Frauen. Dennoch konnten keine signifikanten Geschlechtsunterschiede ($p > .05$) im HDT festgestellt werden.

Tabelle 8: Reliabilität und Geschlechtsunterschied bezüglich des HDT

	Cronbachs α	Männer	Frauen	t	p	d
HDT	.865	11.33 (9.40)	8.84 (12.57)	1.126	.263	0.230

Anmerkung: zweiseitig, Cronbach Alpha-Koeffizienten, Mittelwerte (Standardabweichungen)

9.3. Prüfung der Hypothesen

9.3.1. Hypothesen zum Zusammenhang mit 2D:4D

Hypothese (i): Ob die Männer dieser Stichprobe ein niedrigeres 2D:4D-Verhältnis als die Frauen besitzen.

Mittels t -Tests für unabhängige Stichproben wurden die Unterschiede zwischen den Geschlechtern berechnet. In Tabelle 9 ist das durchschnittliche 2D:4D-Verhältnis beider Hände sowie deren Differenz D_{R-L} für Männer und Frauen angegeben. Die Männer besitzen im Durchschnitt ein niedrigeres 2D:4D als die Frauen, jedoch sind keine signifikanten Unterschiede in der Ausprägung des Fingerlängenverhältnisses 2D:4D zwischen männlichen und weiblichen Fechtern feststellbar. Tendenziell ($p < .10$) weisen die Männer auf der rechten Hand ein geringeres 2D:4D, als die Frauen auf.

Tabelle 9: Geschlechtsunterschiede in der Ausprägung des 2D:4D-Verhältnisses

2D:4D-Verhältnis	Männer	Frauen	t	p	d
2D:4D rechts	0.9593 (0.034)	0.9705 (0.028)	-1.751	.083*	-0.357
2D:4D links	0.9520 (0.034)	0.9589 (0.030)	-1.027	.307	-0.210
Differenz D_{R-L}	0.0072 (0.024)	0.0116 (0.024)	-0.883	.379	-0.180

Anmerkung: zweiseitig, * $p < .10$, $df = 97$, Mittelwerte (Standardabweichungen)

Hypothese (i) kann daher nicht angenommen werden.

Hypothese (ii): Ob die 99 Leistungsfechter dieser Stichprobe im Vergleich zur Normpopulation ein niedrigeres 2D:4D-Verhältnis besitzen.

Als Vergleichswerte der Normpopulation wurden die in der Literatur vielfach für die österreichische Bevölkerung angegebenen Werte von 0.96 für das durchschnittliche 2D:4D bei Frauen und 0.98 für das durchschnittliche 2D:4D bei Männern (siehe Kapitel 1.4.) herangezogen. Für beide Gruppen (Frauen und Männer) wurde unter SPSS jeweils ein Einstichproben- t -Test berechnet, und dabei mit einem Testwert von 0.96 (für die

Männer) bzw. 0.98 (für die Frauen) verglichen. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 10 und 11 dargestellt.

Tabelle 10: 2D:4D der männlichen Stichprobe im Vergleich zur Normpopulation

	Männer	<i>t</i>	<i>p</i>
2D:4D (Norm)	0.96		
2D:4D rechts	0.9593	-0.167	.868
2D:4D links	0.9520	-1.762	.083*

Anmerkung: zweiseitig, * $p < .10$, $df = 57$, Mittelwerte

Tabelle 11: 2D:4D der weiblichen Stichprobe im Vergleich zur Normpopulation

	Frauen	<i>t</i>	<i>p</i>
2D:4D (Norm)	0.98		
2D:4D rechts	0.9705	-2.203	.033*
2D:4D links	0.9589	-4.486	.000**

Anmerkung: zweiseitig, * $p < .05$, ** $p < .001$, $df = 40$, Mittelwerte

Der männliche Anteil der Fechter (vgl. Tabelle 10) besitzt ein niedrigeres 2D:4D als die Normpopulation, jedoch erreicht dieser Effekt keine statistische Signifikanz. Das 2D:4D der linken Hand zeigt bei den Männern jedoch einen tendenziellen Unterschied ($p = .083$) im Vergleich zur Normpopulation. Der weibliche Anteil der Fechter (vgl. Tabelle 11) weist ein signifikant geringeres 2D:4D beider Hände als die Normpopulation auf. Für die linke Hand ist dieser Effekt höchst signifikant ($p < .001$) ausgeprägt.

Hypothese (ii) kann nur für die weibliche Teil-Stichprobe der Fechter angenommen werden, für die männliche Teil-Stichprobe muss sie verworfen werden.

Hypothese (iii): Ob 2D:4D positiv mit dem Body-Mass-Index (BMI) bei Fechtern korreliert.

Die Zusammenhänge der 2D:4D-Verhältnisse beider Hände sowie deren Differenz D_{R-L} mit dem BMI wurden mittels Produkt-Moment-Korrelationen berechnet und deren Größe, getrennt für Männer und Frauen, in Tabelle 12 durch *Pearsons r* angegeben.

Tabelle 12: Zusammenhänge zwischen 2D:4D und dem BMI

2D:4D-Verhältnis	Body-Mass-Index (BMI)	
	Männer ($n = 58$)	Frauen ($n = 41$)
2D:4D rechts	.103 (.444)	.001 (.997)
2D:4D links	.073 (.586)	.029 (.855)
Differenz D_{R-L}	.040 (.767)	-.036 (.824)

Anmerkung: zweiseitig, *Pearsons r* (Signifikanzniveau p)

Die Korrelationen sind zwar von äußerst schwacher Ausprägung, weisen allerdings fast zur Gänze in die erwartete Richtung (bis auf der Zusammenhang zwischen D_{R-L} und dem BMI bei den Frauen). Sie erlangen jedoch weder für Frauen noch Männer statistische Signifikanz ($p < .05$). Wie bereits in der Pilotstudie von Voracek et al. (2006), konnte der erwartete positive Zusammenhang zwischen dem Body-Mass-Index und dem Fingerlängenverhältnis 2D:4D auch in dieser Stichprobe nicht beobachtet werden.

Hypothese (iii) kann daher nicht angenommen werden.

9.3.2. Hypothesen zum Zusammenhang mit Persönlichkeitsmerkmalen

Hypothese (iv): Ob männliche Leistungsflechter höhere Werte in der Ausprägung des Persönlichkeitsmerkmals Soziale Dominanz zeigen, als weibliche Leistungsflechter.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 wiedergegeben: Es konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern beobachtet werden, jedoch erfüllte die Skala Soziale Dominanz die Voraussetzung der Homogenität der Varianzen nicht. Somit eignet sich der hier berechnete *t*-Test für unabhängige Stichproben nicht zur Interpretation. Als in weiterer Folge für die Skala der Sozialen Dominanz ein U-Test nach Mann und Whitney berechnet wurde, erreichte der Effekt nicht mehr länger statistische Signifikanz, sondern war nur noch tendenziell feststellbar ($Z = -1.801$ bei $p = .072$). Tendenziell zeigten also die männlichen Teilnehmer eine geringere soziale Dominanz als die weiblichen, was nicht in die erwartete Richtung ausgeprägt war.

Tabelle 13: Geschlechtsunterschiede bezüglich Sozialer Dominanz

MPQ-Skala	Männer	Frauen	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Soziale Dominanz	6.36 (3.33)	7.63 (2.40)	-2.093	.039*	-0.427

Anmerkung: zweiseitig, * $p < .05$, Mittelwerte (Standardabweichungen)

Hypothese (iv) muss verworfen werden. Die Ergebnisse weisen zudem tendenziell ($p < 0.10$) in die, der Forschungshypothese, entgegengesetzte Richtung.

Hypothese (v): Ob ein geringeres (männliches) 2D:4D-Verhältnis mit hohen Werten Sozialer Dominanz einhergeht.

Das bedeutet, dass eine negative Korrelation zwischen 2D:4D und Sozialer Dominanz angenommen wurde. Mittels einer Produkt-Moment-Korrelation wurde *Pearsons r* ermittelt, das Aufschluss über die Größe des Zusammenhangs zweier intervallskalierter Variablen liefert. In Tabelle 14 sind die Pearson-Korrelationen, getrennt für Männer und Frauen, sowie in Klammer das Signifikanzniveau p angegeben. Bei den männlichen

Fechtern besteht ein äußerst geringer Zusammenhang in die erwartete Richtung, bei den weiblichen Fechtern jedoch korreliert Soziale Dominanz positiv mit 2D:4D. Dies würde für die Stichprobe der Frauen bedeuten, dass hohe Ausprägungen Sozialer Dominanz (ein eher maskulines Merkmal) mit hohen (femininen) 2D:4D-Werten einhergehen, was der Forschungshypothese widerspricht.

Tabelle 14: Zusammenhang von 2D:4D und Sozialer Dominanz

2D:4D-Verhältnis	Soziale Dominanz	
	Männer	Frauen
2D:4D rechts	-.090 (.502)	.244 (.125)
2D:4D links	-.087 (.516)	.243 (.126)
Differenz D_{R-L}	-.002 (.985)	-.024 (.879)

Anmerkung: zweiseitig, *Pearsons r* (Signifikanzniveau p)

Die Korrelationen erreichen jedoch weder für Frauen noch Männer statistische Signifikanz ($p < .05$).

Hypothese (v) kann daher nicht angenommen werden.

9.3.3. Hypothesen zum Zusammenhang mit Lateralität

Hypothese (vi): Ob die Linkshänder-Rate unter Leistungsfechtern höher ist, als jene in der Normpopulation.

In der Normalbevölkerung beträgt der Prozentanteil der Linkshänder zwischen 5 bis 12% (Bryden, 1982, S. 157). Eine aktuelle Schätzung in der österreichischen Bevölkerung postuliert, dass bei etwa 7.8% (KI: 6.1-9.8%) der Männer sowie bei etwa 5.2% (KI: 4.0-6.8%) der Frauen Linkshändigkeit vorzufinden ist. Diese geschlechtsspezifischen Werte für die Ausprägung der Linkshändigkeit speziell unter Österreichern wurden bei der Auswertung als repräsentative Vergleichswerte für die Normpopulation herangezogen. In Tabelle 15 werden die Auftrittshäufigkeiten von rechts- und linkshändigen Fechtern dieser Stichprobe mit jenen in der Normalbevölkerung in Relation gesetzt.

Tabelle 15: Linkshänder-Rate im Vergleich zur Normpopulation

	Männer (n = 58)	Frauen (n = 41)	Gesamt (n = 99)
rechtshändig	53	35	88
linkshändig	5	6	11
Normpopulation (in %)*	7.8	5.2	
Linkshändigkeit (in %)	8.6	14.6	11.1
Konfidenzintervall	[1,3; 15,9]	[3,7; 25,6]	

Anmerkung: * Werte basieren auf unveröffentl. Daten (zitiert in Voracek et al., 2006);
KI für $\alpha = .05$

Die Ergebnisse weisen auf eine überdurchschnittlich hohe Linkshänder-Rate unter den weiblichen Fechtern im Vergleich zur Normpopulation. Die Werte der Normpopulation befinden sich jedoch sowohl für Männer als auch Frauen in den konstruierten Konfidenzintervallen der vorliegenden Stichproben. Statistische Signifikanz der Ergebnisse ist somit nicht gegeben.

Hypothese (vi) muss daher verworfen werden.

Hypothese (vii): *Ob linkshändige Leistungsfechter ein geringeres 2D:4D-Verhältnis als ihre rechtshändigen Konkurrenten besitzen.*

Die Unterschiede zwischen Rechts- und Linkshändern hinsichtlich des Fingerlängenverhältnisses 2D:4D wurden mittels *t*-Tests für unabhängige Stichproben berechnet und sind in Tabelle 16 dargestellt.

Tabelle 16: Unterschiede in 2D:4D zwischen rechts- und linkshändigen Fechtern

	Rechtshänder	Linkshänder	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
2D:4D rechts	0.9647 (0.026)	0.9575 (0.026)	-0.711	.479	-0.227
2D:4D links	0.9556 (0.032)	0.9495 (0.023)	-0.578	.565	-0.185
Differenz D_{R-L}	0.0092 (0.025)	0.0080 (0.023)	-0.152	.879	-0.049

Anmerkung: zweiseitig, *df* = 97, Mittelwerte (Standardabweichungen)

Es ist ersichtlich, dass Unterschiede in der Ausprägung von 2D:4D zwischen rechts- und linkshändigen Leistungsfechtern bestehen. Die Linkshänder weisen durchschnittlich ein niedrigeres 2D:4D als die Rechtshänder auf. Die Ergebnisse entsprechen damit der Forschungshypothese, erreichen allerdings keine statistische Signifikanz und können somit nicht den Befund der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) replizieren, in der dieser Effekt für das 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand statistische Signifikanz zeigte und auf der linken Hand schwach ausgeprägt war.

Hypothese (vii) muss verworfen werden.

Hypothese (viii): *Ob linkshändige Fechter bessere Leistungen bzw. mehr Erfolg im Fechten erzielen, als ihre rechtshändigen Konkurrenten.*

Als Indikator für gute Leistung wurde ein möglichst niedriger Rangplatz in der nationalen österreichischen Rangliste herangezogen. Die Unterschiede zwischen Rechts- und Linkshändern hinsichtlich des fechterischen Erfolges wurden mittels *U*-Tests nach Mann & Whitney berechnet und sind den Tabellen 17 und 18 zu entnehmen. In Tabelle 17 sind die *Mean Ranks* der Rangplätze der Rechts- und Linkshänder für Männer und

Frauen getrennt angeführt, wobei sich die Ränge der Rechtshänder in Klammer gesetzt befinden. Tabelle 18 enthält die ermittelten Z-Werte sowie das Signifikanzniveau p , wiederum für Männer und Frauen getrennt angeführt.

Tabelle 17: *Mean Ranks* nach Mann-Whitney-U-Test

	Männer	Frauen
Derzeitiger mittlerer Rangplatz	21.50 (24.77)	16.42 (17.13)
Bislang höchster mittlerer Rangplatz	25.60 (27.69)	16.50 (17.11)

Anmerkung: *Mean Ranks* der Linkshänder (der Rechtshänder)

Niedrigere Ranglistenplätze in der nationalen Liste stehen für bessere Leistungen beim Fechten. Augenscheinlich betrachtet (siehe Tabelle 17) erzielen Linkshänder somit geringfügig bessere Leistungen (niedrigere Rangplätze in der nationalen Liste) als Rechtshänder. Dies konnte jedoch in der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) nicht beobachtet werden: Entgegen der Erwartung, wiesen Linkshänder nämlich etwas schlechtere durchschnittliche Rangplätze als Rechtshänder auf.

Die Prüfung auf Signifikanz (siehe Tabelle 18) stellt jedoch heraus, dass die Leistungen der Linkshänder nicht signifikant besser als jene der Rechtshänder sind.

Tabelle 18: Prüfung der Rangunterschiede auf Signifikanz mittels Mann-Whitney-U-Test

	Männer	Frauen
Derzeitiger mittlerer Rangplatz	-.448 (.654)	-.163 (.870)
Bislang höchster mittlerer Rangplatz	-.284 (.777)	-.140 (.889)

Anmerkung: zweiseitig, kritische Z-Werte (p -Werte)

Hypothese (viii) kann nicht angenommen werden.

Hypothese (ix): Ob das Ausmaß der Handdominanz bei Rechtshändern positiv mit 2D:4D korreliert.

Zur Überprüfung dieser Hypothese wurde mittels Produkt-Moment-Korrelation *Pearsons r* berechnet, das für rechtshändige Männer und Frauen separat, in Tabelle 19 angegeben wird. In Klammer gesetzt befindet sich das Signifikanzniveau p , das für den Zusammenhang zwischen der Handdominanz und dem 2D:4D der Männer höchst signifikante Ausprägungen zeigt.

Tabelle 19: Zusammenhang von 2D:4D und der Handdominanz bei Rechtshändern

2D:4D-Verhältnis	Ausprägung der Handdominanz	
	Männer ($n = 52$)	Frauen ($n = 34$)
2D:4D rechts	-.353 (.010)*	-.094 (.598)
2D:4D links	-.372 (.007)**	-.219 (.213)
Differenz D_{R-L}	.033 (.819)	.183 (.301)

Anmerkung: zweiseitig, * $p < .05$, ** $p < .01$, *Pearsons r* (Signifikanzniveau p)

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen bei Männern mittlere, jedoch negative Zusammenhänge zwischen der Ausprägung der Handdominanz und dem 2D:4D-Verhältnis beider Hände und widersprechen somit in ihrer Richtung der Forschungshypothese. Die Korrelationen erreichen für das 2D:4D sowohl der rechten als auch der linken Hand hohe statistische Signifikanz ($p = .01$ sowie $p = .007$). Dieser negative Zusammenhang bedeutet, dass rechtshändige Männer mit geringerem (=männlicherem) 2D:4D-Verhältnis eine höhere Dominanz der rechten Hand aufweisen und somit stärker rechtsdominant sind.

Bei den weiblichen Fechtern dieser Stichprobe konnten ebenfalls negative Zusammenhänge zwischen der Handdominanz und 2D:4D beobachtet werden, die allerdings keine statistische Signifikanz erreichten.

Hypothese (ix) muss verworfen werden. Die Ergebnisse weisen sowohl für Männer als auch Frauen in die entgegengesetzte Richtung.

Interessant erscheint hier, dass für rechtshändige Frauen in der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) bereits ein, der Forschungshypothese entsprechender, schwacher positiver Zusammenhang zwischen dem 2D:4D und der Ausprägung der Handdominanz gefunden werden konnte, während damals bei Männern kein Zusammenhang festgestellt wurde.

Hypothese (x): *Ob Fechter mit kongruenten Hand-Auge- oder Hand-Fuß-Präferenzen bessere Leistungen erzielen, als jene mit kreuz-lateralen (d.h. nicht kongruenten) Präferenzen.*

Unter kongruenten (oder auch konkordanten) Hand-Auge- oder Hand-Fuß-Präferenzen versteht man eine Seitenübereinstimmung der betreffenden Körperteile, während bei kreuz-lateralen (oder auch diskordanten) Präferenzen eine gekreuzte Seitigkeit der betreffenden Körperteile gegeben ist. Die Verteilung der kongruenten und kreuz-lateralen Ausprägungen der Präferenzen unter den 99 Leistungsfechtern ist in Tabelle 20 ersichtlich.

Tabelle 20: Laterale Ausprägungen der Hand-Auge- und Hand-Fuß-Präferenzen

	Hand-Auge	Hand-Fuß
kongruent	83	96
kreuz-lateral	16	3

Man kann erkennen, dass fast 97% der Leistungsfechter eine kongruente Hand-Fuß-Präferenz und immerhin 84% eine kongruente Hand-Auge-Präferenz aufweisen. Bemerkenswerterweise zeigte kein männlicher Fechter eine kreuz-laterale Hand-Fuß-Präferenz. Die kreuz-lateralen Hand-Auge-Präferenzen konnten bei 10 Männern und 6 Frauen beobachtet werden.

Ein möglichst niedriger Rangplatz in der nationalen österreichischen Rangliste gilt als Maß für eine gute Leistung beim Fechten. Die Unterschiede zwischen Fechtern mit kongruenten und kreuz-lateralen Präferenzen hinsichtlich des fechterischen Erfolges wurden mittels *U*-Tests nach Mann & Whitney berechnet. In Tabelle 21 sind die *Mean Ranks* der Rangplätze der Fechter mit kongruenten und kreuz-lateralen Hand-Auge-

sowie Hand-Fuß- Präferenzen angeführt, wobei sich die Ränge der Fechter mit kreuz-lateraler Präferenz in Klammer gesetzt befinden. Tabelle 22 enthält die ermittelten Z-Werte sowie das Signifikanzniveau p , wiederum für die beiden Präferenzen getrennt angeführt.

Tabelle 21: Mean Ranks der Fechter mit kongruenten vs. kreuz-lateralen Präferenzen

	Hand-Auge- Präferenz	Hand-Fuß- Präferenz
Derzeitiger mittlerer Rangplatz	40.20 (44.82)	40.78 (49.50)
Bislang höchster mittlerer Rangplatz	43.44 (46.67)	43.75 (54.75)

Anmerkung: Fechter mit kongruenten (kreuz-lateralen) Präferenzen

Wie in Tabelle 21 ersichtlich ist, weisen Fechter mit kongruenten Präferenzen etwas bessere Leistungen (niedrigere Rangplätze in der nationalen Liste) als Fechter mit kreuz-lateralen Präferenzen auf. Dies konnte bereits in der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) beobachtet werden, jedoch erreichte dieser Effekt keine statistische Signifikanz.

Nach der Signifikanz-Prüfung mittels Mann-Whitney-U-Test (siehe Tabelle 22) stellt sich auch bei dieser Studie heraus, dass die Leistungen der Fechter mit kongruenten Präferenzen nicht signifikant besser als jene der Fechter mit kreuz-lateralen Präferenzen sind.

Tabelle 22: Prüfung auf Signifikanz der Leistungsunterschiede zwischen Fechtern mit kongruenten vs. kreuz-lateralen Präferenzen

	Hand-Auge- Präferenz	Hand-Fuß- Präferenz
Derzeitiger mittlerer Rangplatz	-.668 (.504)	-.518 (.605)
Bislang höchster mittlerer Rangplatz	-.450 (.653)	-.609 (.542)

Anmerkung: zweiseitig, kritische Z-Werte (p -Werte)

Hypothese (x) muss verworfen werden. Die Ergebnisse weisen in die erwartete Richtung, erzielen allerdings keine statistische Signifikanz.

9.3.4. Hypothesen zum Zusammenhang mit sportlichem Erfolg im Fechten

Hypothese (xi): Ob das 2D:4D-Verhältnis einen negativen Zusammenhang mit sportlichem Erfolg im Fechten zeigt.

Die Hypothese postuliert demnach, dass niedrige Rangplätze, die für hohen Erfolg im Fechten stehen, mit geringeren (männlichen) 2D:4D-Verhältnissen einhergehen sollten. Dies bedeutet einen positiven Zusammenhang zwischen den Rangplätzen und 2D:4D. Als Indikatoren für sportlichen Erfolg wurden 4 verschiedene Leistungswerte der Fechter herangezogen: der derzeit beste Ranglistenplatz, der derzeit mittlere Ranglistenplatz, der bislang höchste Ranglistenplatz sowie der bislang höchste mittlere Ranglistenplatz. Mittels Rangkorrelationen nach Spearman wurden die Zusammenhänge zwischen den sportlichen Leistungswerten und dem Fingerlängen-Verhältnis 2D:4D berechnet und sind, für Männer und Frauen getrennt, in den Tabellen 23 und 24 angegeben.

Tabelle 23: Zusammenhang zwischen Sporterfolg und 2D:4D bei Männern

	2D:4D rechts	2D:4D links	D _{R-L}
Derzeitiger mittlerer Rangplatz	.067 (.652)	-.052 (.724)	.137 (.352)
Bislang höchster mittlerer Rangplatz	-.062 (.656)	-.122 (.381)	.145 (.296)
Derzeitiger höchster Rangplatz	.008 (.957)	-.065 (.659)	.109 (.463)
Bislang höchster Rangplatz	-.130 (.348)	-.086 (.538)	.066 (.634)

Anmerkung: zweiseitig, Spearman r_s (Signifikanzniveau p)

Wie aus den Angaben in Tabelle 23 ersichtlich wird, weisen alle Zusammenhänge des 2D:4D-Verhältnisses der linken Hand bei Männern nicht in die, der Forschungshypothese entsprechende Richtung. Die derzeitigen Rangplatzierungen korrelieren mit dem 2D:4D der rechten Hand sowie der Differenz der Fingerlängenverhältnisse (D_{R-L}) positiv und somit in die erwartete Richtung. Über dies hinaus ist festzuhalten, dass kein einziger der Zusammenhänge statistische Signifikanz erreicht.

In der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) konnte bei männlichen Fechtern ein signifikanter positiver Zusammenhang von D_{R-L} mit dem derzeitigen Ranglistenplatz festgestellt werden. Dieser Befund konnte in dieser Studie nicht repliziert werden.

Tabelle 24 verdeutlicht die Zusammenhänge zwischen 2D:4D und der sportlichen Leistung bei Frauen. Bis auf den Zusammenhang zwischen dem 2D:4D der linken Hand mit dem bislang höchsten Rangplatz, weisen alle Leistungswerte einen positiven, und somit der Forschungshypothese entsprechenden, Zusammenhang mit 2D:4D auf. Die Korrelationen des 2D:4D-Verhältnisses der rechten Hand mit den gemittelten derzeitigen sowie bislang höchsten Rangplätzen erreichen tendenziell statistische Signifikanz ($p < .10$) bei den weiblichen Fechtern dieser Stichprobe. Das bedeutet, dass Frauen mit niedrigerem (=maskulinerem) 2D:4D niedrigere (=bessere) Rangplätze und somit mehr sportlichen Erfolg im Fechten zeigen. Alle übrigen Effekte erlangen keine statistische Signifikanz und sind zudem von äußerst geringer Ausprägung.

Tabelle 24: Zusammenhang zwischen Sporterfolg und 2D:4D bei Frauen

	2D:4D rechts	2D:4D links	D _{R-L}
Derzeitiger mittlerer Rangplatz	.330 (.061)*	.176 (.326)	.156 (.358)
Bislang höchster mittlerer Rangplatz	.339 (.054)*	.177 (.324)	.191 (.288)
Derzeitiger höchster Rangplatz	.256 (.150)	.069 (.705)	.205 (.252)
Bislang höchster Rangplatz	.203 (.258)	-.021 (.906)	.228 (.201)

Anmerkung: zweiseitig, * $p < .10$, Spearman r_s (Signifikanzniveau p)

Interessanterweise ließen sich in der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) keine signifikanten Zusammenhänge zwischen 2D:4D und der sportlichen Leistung berichten. Entgegen der Forschungshypothese, erreichten jedoch die Frauen mit höheren (weiblicheren) 2D:4D-Werten in jener Studie bessere Ranglistenplätze.

Hypothese (xi) muss teilweise verworfen werden. Für die männlichen Fechter kann die Hypothese nicht angenommen werden, für die weiblichen Fechter erzielt sie jedoch für das 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand mit den gemittelten derzeitigen sowie bislang höchsten Rangplätzen tendenziell statistische Signifikanz.

Hypothese (xii): *Ob das 2D:4D-Verhältnis einen eindeutigen Beitrag zur Erreichung sportlichen Erfolgs liefern kann.*

Entsprechend dem methodischen Vorgehen von Tester und Campbell (2007) wurde zur Testung der Beziehung zwischen der Kriteriumsvariable (Erfolg im Sinne von besseren Rangplätzen) und den Prädiktorvariablen ein hierarchisches multiples Regressionsmodell herangezogen. Schrittweise wurden die Prädiktorvariablen dabei als Block 1 bis 3 dem Modell hinzugefügt: zunächst körperliche Faktoren (Alter und BMI), dann Faktoren des Leistungsaufwandes (Trainingsintensität und Fechterfahrung) und zuletzt die erhobenen 4 Merkmale der Persönlichkeit (Soziale Dominanz, Leistungsstreben, Kontrolliertheit und Tendenz zur Schadensvermeidung). Aufgrund der Ergebnisse von Hypothese (xi), die auf einen fehlenden Zusammenhang zwischen 2D:4D und der sportlichen Leistung (bzw. den Rangplätzen) hinwiesen, wurde als Block 4 ein „Geschlecht x 2D:4D“ Produkt-Term (Kodierung: Männer = 1, Frauen = 2) in das Modell aufgenommen.

Es wurden in Folge zwei separate Regressionsmodelle für die Kriterien „derzeitiger mittlerer Rangplatz“ (siehe Tabelle 25 und 26) sowie „bislang höchster mittlerer Rangplatz“ (siehe Tabelle 27 und 28) berechnet. In den Tabellen 25 und 27 werden für die Regressionsmodelle jeweils die Größen der standardisierten Regressionskoeffizienten β , der semipartiellen Korrelationen sr und der (Einfach-)Korrelationen r nach Pearson angeführt. Aus den Tabellen 26 und 28 lassen sich die Teststatistiken der Modelle ablesen: das Bestimmtheitsmaß R^2 , der F -Wert und deren Veränderungstatistiken ΔR^2 und ΔF , sowie der maximale Varianzinflationsfaktor *max. VIF*.

Betrachtet man nun das Regressionsmodell in Tabelle 25, kann man erkennen, dass die körperlichen Faktoren (Alter und BMI) alleine keine signifikanten Prädiktoren für das Kriterium „derzeitiger mittlerer Rangplatz“ darstellen. Doch bereits ab Block 2, mit dem Einspielen der Variablen des Leistungsaufwandes, erreicht das Modell statistische Signifikanz (siehe Tabelle 26), die es bis zum letzten Modell hinweg aufrecht erhält. Aus Modell 4 lässt sich ablesen, dass der BMI und alle Persönlichkeitsfaktoren keinen signifikanten Beitrag zur Vorhersage des sportlichen Erfolgs (im Sinne des Kriteriums „derzeitiger mittlerer Rangplatz“) leisten können. Niedrigeres Alter und höherer Leistungsaufwand, der durch höhere Trainingsintensität und längere Fechterfahrung charakterisiert wird, leisten jedoch einen eindeutigen und signifikanten Beitrag zur Vorhersage sportlichen Erfolgs. Ebenso stellt die Interaktion Geschlecht x 2D:4D (sowohl

für das 2D:4D der linken, als auch der rechten Hand) einen signifikanten Prädiktor sportlichen Erfolgs dar. Entsprechend der Kodierung der Geschlechtsvariablen zeigt das Vorzeichen des standardisierten Regressionskoeffizienten für diesen Interaktionseffekt ($\beta = -.395$) an, dass geringere 2D:4D-Werte mit besseren Rangplätzen (also höherem sportlichen Erfolg) bei Frauen, jedoch nicht bei Männern einhergehen.

Tabelle 25: Hierarchisches Regressionsmodell für das Kriterium „derzeitiger mittlerer Rangplatz“

Prädiktor	Modell 1 ($F_{2,78}$)		Modell 2 ($F_{4,76}$)		Modell 3 ($F_{8,72}$)		Modell 4 ($F_{9,71}$)		r
	β	sr	β	sr	β	sr	β	sr	
Alter	.185	.167	.334*	.203	.301‡	.179	.408**	.238	.223
							.399**	.234	
BMI	.089	.080	.227*	.198	.236*	.199	.079	.062	.169
							.080	.063	
Trainingsintensität			-.417***	-.381	-.399***	-.350	-.409***	-.359	-.440
							-.404***	-.354	
Fechterfahrung			-.448**	-.300	-.459**	-.299	-.519***	-.336	-.075
							-.514***	-.333	
Soziale Dominanz					-.123	-.106	-.044	-.038	-.199
							-.047	-.040	
Leistungsstreben					.114	.107	.102	.096	.122
							.108	.101	
Kontrolliertheit					-.072	-.061	-.091	-.077	.163
							-.088	-.075	
Schadensvermeidung					.066	.059	.154	.135	.120
							.156	.137	
Geschlecht							-.395***	-.340	-.300
× 2D:4D							-.395***	-.340	-.307

Anmerkung: β , standardisierter Regressionskoeffizient; sr , semipartielle Korrelation; r , Pearson-Korrelation; in Modell 4: Werte der 1. Zeile stehen für R2D:4D, der 2. Zeile für L2D:4D; ‡ $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Tabelle 26 gibt über die Teststatistiken des diskutierten Modells Aufschluss: das Bestimmtheitsmaß R^2 zeigt an, wie viel Prozent an Varianz des Zusammenhangs das Modell zu erklären vermag. ΔR^2 steht dabei für die Änderung von R^2 von einem zum nächsten Modell. Es ist deutlich zu sehen, dass durch das Einspielen von Block 2

(Faktoren des Leistungsaufwandes) der höchste Zuwachs an erklärter Varianz ($\Delta R^2 = .274$) erzielt wird. Einen weiteren hohen Zuwachs an erklärter Varianz liefert die Interaktion Geschlecht x 2D:4D ($\Delta R^2 = .115$ für R2D:4D und $\Delta R^2 = .116$ für L2D:4D).

Der F -Wert dient der Überprüfung der Homogenität der Varianzen, ΔF bedeutet wiederum dessen Änderung über das Modell hinweg. Wie bereits oben erwähnt, wird ab Modell 2 statistische Signifikanz erreicht.

Der Varianzinflationsfaktor (VIF) ist für das Problem der Multikollinearität im Zuge der Regressionsanalyse bedeutsam. Multikollinearität liegt vor, wenn zwei oder mehrere erklärende Variablen untereinander sehr stark korrelieren (anzunehmen bei $VIFs > 10$), und ist im vorliegenden Modell nicht gegeben (alle $VIFs < 3$).

Durch Modell 4 können insgesamt 46.8% an Varianz des Zusammenhanges der Prädiktoren (Alter, Trainingsintensität, Fechterfahrung, 2D:4D) mit der Kriteriumsvariable (sportlicher Erfolg, definiert als die derzeitigen mittleren Rangplätze) erklärt werden. Der inkrementelle (zusätzliche) Erklärungsbeitrag des Fingerlängenverhältnisses 2D:4D beläuft sich dabei fast auf 12%.

Tabelle 26: Teststatistiken des Regressionsmodell für das Kriterium „derzeitiger mittlerer Rangplatz“

	Modell 1 ($F_{2,78}$)	Modell 2 ($F_{4,76}$)	Modell 3 ($F_{8,72}$)	Modell 4 ($F_{9,71}$)
R^2	.056	.330	.352	.468
				.468
ΔR^2		.274	.022	.115
				.116
F	2.330	9.377***	4.891***	6.928***
				6.930***
ΔF		15.555***	0.602	15.395***
				15.409***
max.	1.227	2.705	2.837	2.936
VIF				2.920

Anmerkung: ΔR^2 und ΔF , Änderungen in den Statistiken R^2 und F ; max. VIF , max. Varianzinflationsfaktor; in Modell 4: Werte der 1. Zeile stehen für R2D:4D, der 2. Zeile für L2D:4D;

*** $p < .001$

Das zweite multiple Regressionsmodell (siehe Tabelle 27), dessen Kriteriumsvariable nun der „bislang höchste mittlere Rangplatz“ darstellt, lässt ähnliche Ergebnisse erkennen: wiederum erlangt das Modell ab Block 2 statistische Signifikanz und die vier erhobenen Persönlichkeitsmerkmale können erneut keinen signifikanten Beitrag zur Vorhersage des sportlichen Erfolgs leisten. Nun lässt sich auch ein geringer BMI als tendenzieller Prädiktor feststellen, 2D:4D allerdings steht ebenfalls nur noch eine tendenzielle Vorhersagekraft zu. Niedrigeres Alter und höherer Leistungsaufwand leisten abermals einen eindeutigen und signifikanten Beitrag zur Vorhersage sportlichen Erfolgs.

Tabelle 27: Hierarchisches Regressionsmodell für das Kriterium „bislang höchster mittlerer Rangplatz“

Prädiktor	Modell 1 ($F_{2,84}$)		Modell 2 ($F_{4,82}$)		Modell 3 ($F_{8,78}$)		Modell 4 ($F_{9,77}$)		r
	β	sr	β	sr	β	sr	β	sr	
Alter	.203‡	.187	.526***	.368	.522***	.352	.533*** .531***	.359 .357	.221
BMI	.047	.043	.234*	.206	.233*	.200	.181‡ .181‡	.149 .149	.125
Trainings- intensität			-.307**	-.288	-.292**	-.262	-.301** -.300**	-.270 -.269	-.363
Fecht- erfahrung			-.700***	-.512	-.716***	-.507	-.723*** -.722***	-.512 -.511	-.248
Soziale Dominanz					-.074	-.065	-.047 -.048	-.041 -.042	-.116
Leistungs- streben					.056	.052	.053 .055	.049 .051	.090
Kontrolliert- heit					-.032	-.028	-.050 -.050	-.043 -.043	.163
Schadens- vermeidung					.037	.034	.080 .081	.071 .072	.028
Geschlecht							-.166‡	-.147	-.153
× 2D:4D							-.167‡	-.148	-.160

Anmerkung: β , standardisierter Regressionskoeffizient; sr , semipartielle Korrelation; r , Pearson-Korrelation; in Modell 4: Werte der 1. Zeile stehen für R2D:4D, der 2. Zeile für L2D:4D; ‡ $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

In Tabelle 28 sind die Teststatistiken des diskutierten Modells angeführt. Es ist deutlich zu sehen, dass durch das Einspielen der Faktoren aus Block 2 (Faktoren des Leistungsaufwandes) wiederum der höchste Zuwachs an erklärter Varianz ($\Delta R^2 = 0.380$) erzielt wird. Einen relativ geringen Zuwachs an erklärter Varianz liefert nun die Interaktion Geschlecht x 2D:4D ($\Delta R^2 = 0.022$ sowohl für R2D:4D als auch L2D:4D). Das Problem der Multikollinearität liegt abermals nicht vor (alle $VIFs < 3$).

Durch Modell 4 können insgesamt 45.9% an Varianz des Zusammenhanges der Prädiktoren (Alter, Trainingsintensität, Fechterfahrung, 2D:4D) mit der Kriteriumsvariable (sportlicher Erfolg, definiert als die bislang höchsten mittleren Rangplätze) erklärt werden. Der inkrementelle Erklärungsbeitrag des Fingerlängenverhältnisses 2D:4D in Modell 4 liegt nun mehr lediglich bei 2.2%.

Tabelle 28: Teststatistiken des Regressionsmodell für das Kriterium „bislang höchster mittlerer Rangplatz“

	Modell 1 ($F_{2,84}$)	Modell 2 ($F_{4,82}$)	Modell 3 ($F_{8,78}$)	Modell 4 ($F_{9,77}$)
R^2	.051	.430	.437	.459
				.459
ΔR^2		.380	.007	.022
				.022
F	2.245	15.487***	7.570***	7.251***
				7.260***
ΔF		27.322***	0.233	3.081‡
				3.127‡
max. VIF	1.175	2.041	2.207	2.213
				2.210

Anmerkung: ΔR^2 und ΔF , Änderungen in den Statistiken R^2 und F ; max. VIF , max. Varianzinflationsfaktor; in Modell 4: Werte der 1. Zeile stehen für R2D:4D, der 2. Zeile für L2D:4D;

*** $p < .001$, ‡ $p < .10$

Hypothese (xii) kann teilweise angenommen werden: 2D:4D leistet einen eindeutigen Beitrag (bis zu 12% an erklärter Varianz) zur Erreichung sportlichen Erfolgs bei Frauen.

Hypothese (xiii): Ob Säbelfechter „männlichere“ (geringere) 2D:4D-Werte als Florett- und Degenfechter aufweisen.

In Tabelle 29 finden sich die durchschnittlichen 2D:4D-Ausprägungen über die verschiedenen Waffengattungen Degen, Florett und Säbel hinweg. Es ist ersichtlich, dass innerhalb des Fechtsports Florettfechter die höchsten, Degenfechter mittlere und Säbelfechter die niedrigsten 2D:4D-Verhältnisse besitzen.

Tabelle 29: Unterschiede in 2D:4D zwischen Fechtern verschiedener Waffengattungen

	Degen	Florett	Säbel
2D:4D rechts	0.9632 (0.033)	0.9715 (0.023)	0.9551 (0.037)
2D:4D links	0.9565 (0.033)	0.9622 (0.028)	0.9425 (0.035)
Differenz D_{R-L}	0.0067 (0.026)	0.0093 (0.024)	0.0125 (0.024)

Anmerkung: zweiseitig, $df = 97$, Mittelwerte (Standardabweichungen)

Aufgrund der Erkenntnis der Pilotstudie von Voracek et al. (2006), dass bei männlichen Säbelfechtern tendenziell ein geringeres 2D:4D der rechten Hand als bei den Florett- und Degenfechter beobachtet werden konnte ($t = -1.91$, $p = .07$, $d = -0.61$), wurden abermals diese beiden Gruppen gegenüber gestellt. Diesmal allerdings wurde dieser Effekt nicht für Männer und Frauen getrennt betrachtet, sondern t -Tests für unabhängige Stichproben über die gesamte Stichprobe hinweg berechnet. Die Ergebnisse sind Tabelle 30 zu entnehmen.

Tabelle 30: Unterschiede in 2D:4D zwischen Degen/Florett kombiniert und Säbel

	Degen/Florett	Säbel	t	p	d
2D:4D rechts	0.9669 (0.029)	0.9551 (0.037)	-1.619	.109	-0.375
2D:4D links	0.9591 (0.031)	0.9425 (0.035)	-2.228	.028*	-0.515
Differenz D_{R-L}	0.0078 (0.024)	0.0125 (0.024)	0.833	.407	0.193

Anmerkung: zweiseitig, $df = 97$, * $p < .05$, Mittelwerte (Standardabweichungen)

Es lässt sich ein signifikanter Unterschied zwischen dem 2D:4D der linken Hand bei der Gruppe der Degen- und Florettfechter und der Gruppe der Säbelfechter beobachten. Auch auf der rechten Hand findet sich dieser Effekt, erreicht jedoch nur tendenziell statistische Signifikanz. Wiederholt zeigen Säbelfechter also geringere 2D:4D-Verhältnisse als Athleten der beiden anderen Waffengattungen, wobei dies in der Stichprobe der vorliegenden Studie sogar für das 2D:4D beider Hände feststellbar ist.

Hypothese (xiii) kann daher angenommen werden.

10. DISKUSSION DER STUDIE

In diesem Kapitel seien die Ergebnisse der vorliegenden Studie diskutiert und, in Bezug auf die Literatur, besonders mit jenen Ergebnissen der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) sowie der Studie von Tester und Campbell (2007) in Verbindung gesetzt. Wie bereits bei der Hypothesen- und Ergebnisdarstellung wird nachfolgend wieder zwischen Zusammenhängen mit 2D:4D, mit Persönlichkeitsmerkmalen, mit Aspekten der Lateralität sowie mit dem sportlichen Erfolg im Fechten unterschieden.

10.1. Zusammenhänge mit 2D:4D

In der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) konnte zwischen den Geschlechtern kein signifikanter Unterschied in der Ausprägung des 2D:4D-Verhältnisses festgestellt werden. In der vorliegenden Studie konnte jedoch ein tendenzieller Unterschied beim 2D:4D der rechten Hand ($t = -1.751$, $p = .083$) beobachtet werden: Die männlichen Fechter besitzen tendenziell ein geringeres 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand, als die weiblichen. In diesem Kontext sind weitere Forschungen an größeren Stichproben nötig, um diese inkonsistenten Ergebnisse zu klären.

Verglichen zur Normpopulation zeigen weibliche Fechter sowohl in der Pilotstudie als auch in dieser Studie signifikant niedrigere 2D:4D-Verhältnisse. Voracek et al. (2006) konnten diesen Effekt damals sowohl bei Männern als auch Frauen festhalten, stellten aber fest, dass er bei weiblichen Fechtern stärker ausgeprägt war. Die vorliegenden Daten lassen für die männlichen Fechter überraschender Weise keinen signifikanten Unterschied mehr hinsichtlich des 2D:4D-Verhältnisses zur Normpopulation erkennen.

Bezüglich des Zusammenhangs von 2D:4D mit dem Body-Mass-Index (BMI), der als negatives körperliches Korrelat zu Testosteron gilt, zeigten sich erneut keine signifikanten Ergebnisse. Voracek et al. (2006) fanden bei Männern schwache positive Korrelationen zwischen dem 2D:4D beider Hände und bei Frauen noch schwächere und hinsichtlich der Richtung inkonsistente Ergebnisse. Auch in dieser Studie sind die Zusammenhänge äußerst gering, weisen jedoch für die 2D:4D-Verhältnisse beider Hände sowohl bei Männern als auch Frauen in die erwartete Richtung.

Zusammenfassend lässt sich zu den Zusammenhängen mit 2D:4D sagen, dass die Ergebnisse dieser Studie ebenso wie jene der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) teilweise inkonsistent sind und die Stichprobengröße vermutlich noch immer zu klein ist, um signifikante Unterschiede bzw. Zusammenhänge feststellen zu können. Dennoch lassen sich in der vorliegenden Stichprobe (99 Leistungsfechter) bereits tendenzielle Zusammenhänge erkennen, die in der Stichprobe der Pilotstudie (54 Leistungsfechter) nicht vorhanden waren.

10.2. Zusammenhänge mit Persönlichkeitsmerkmalen

Tester und Campbell (2007) konnten an einer Stichprobe von 82 weiblichen und 72 männlichen Sportlern signifikant höhere Ausprägungen der sozialen Dominanz bei Männern feststellen. Dieses Ergebnis kann durch die vorliegende Studie nicht bekräftigt werden: Ganz im Gegensatz zu den Erwartungen, findet sich hier sogar eine tendenziell höhere soziale Dominanz bei den weiblichen Sportlern. Weiters kann bei den Männern eine signifikant niedrigere Schadensvermeidung als bei den Frauen beobachtet werden und Männer weisen durchschnittlich eine höhere Kontrolliertheit und ein geringeres Leistungsstreben als die Frauen auf. Einzig in Bezug auf das Persönlichkeitsmerkmal Leistungsstreben decken sich somit die Befunde dieser Studie mit jener von Tester und Campbell (2007). Insgesamt weisen die weiblichen Fechter der vorliegenden Studie typisch männliche Persönlichkeitseigenschaft in höheren Ausprägungen als die männlichen Fechter auf.

Hinsichtlich des vermuteten negativen Zusammenhangs zwischen sozialer Dominanz und 2D:4D konnten die Ergebnisse von Tester und Campbell (2007) ebenfalls nicht repliziert werden. Während diese einen signifikanten negativen Zusammenhang feststellten, korreliert in der vorliegenden Studie soziale Dominanz unter weiblichen Fechtern positiv mit 2D:4D. Unter männlichen Fechtern besteht allerdings ein äußerst geringer Zusammenhang in die erwartete Richtung.

Zusammenfassend lässt sich zu den Zusammenhängen mit Persönlichkeitsmerkmalen festhalten, dass die Ergebnisse der vorliegenden Studie jene der Studie von Tester und Campbell (2007) nicht zu replizieren vermögen. Die widersprüchlichen Befunde bedürfen auf jeden Fall weiterer Erforschung bei Leistungsfechtern, um Klarheit zu erlangen.

10.3. Zusammenhänge mit Aspekten der Lateralität

Wie in vielen anderen Sportarten, herrscht auch beim Leistungsfechten eine überdurchschnittlich hohe Anzahl an linkshändigen Athleten vor (Azemar et al., 1983; zitiert nach Bisiacchi et al., 1985). Diese Erkenntnis unterstützten auch die Ergebnisse der Pilotstudie von Voracek et al. (2006), die unter Fechtern einen höheren Linkshänder-Anteil als in der Normalbevölkerung feststellen konnte. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie weisen auf eine überdurchschnittlich hohe Linkshänder-Rate unter den weiblichen Fechtern, die nur knapp statistische Signifikanz verfehlt. Die Linkshänder-Rate der männlichen Leistungsfechter zeigt keinen signifikanten Unterschied zur Normpopulation.

Es wurde angenommen, dass linkshändige Fechter ein geringeres 2D:4D-Verhältnis als ihre rechtshändigen Konkurrenten besitzen. Die linkshändigen Fechter der vorliegenden Studie weisen in der Tat durchschnittlich ein niedrigeres 2D:4D als die Rechtshänder auf, was somit im Einklang mit der Forschungshypothese steht. Allerdings wird keine statistische Signifikanz erzielt. Der Befund der Pilotstudie von Voracek et al. (2006), in der dieser Effekt für das 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand statistische Signifikanz zeigte und auf der linken Hand schwach ausgeprägt war, kann somit nur bedingt repliziert werden.

In der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) wiesen Linkshänder, entgegen der Erwartung, etwas schlechtere durchschnittliche Rangplätze als Rechtshänder auf. In der vorliegenden Studie geht der Trend nun in die erwartete Richtung: Linkshänder zeigen im Durchschnitt geringfügig bessere Leistungen als Rechtshänder. Statistisch signifikant sind die bestehenden Unterschiede allerdings nicht.

Überraschend sind die gefundenen Zusammenhänge zwischen 2D:4D und der Handdominanz. Der Literatur zufolge, wurde ein positiver Zusammenhang der beiden Variablen vermutet (Fink et al., 2004). Voracek et al. (2006) konnten bei rechtshändigen Frauen einen schwachen, positiven Zusammenhang zwischen dem 2D:4D und der Ausprägung der Handdominanz feststellen, während bei Männern kein Zusammenhang beobachtet wurde. In der vorliegenden Studie zeigen sowohl Frauen als auch Männer negative Zusammenhänge von 2D:4D mit dem Ausmaß der Handdominanz, die bei den weiblichen Fechtern non-signifikant sind, bei den männlichen Fechtern aber höchste statistische Signifikanz erreichen. Diese Befunde sind erstaunlich und regen zu erneuter Überprüfung an.

Wie bereits in der Pilotstudie kann auch in der vorliegenden Studie festgehalten werden, dass Fechter mit kongruenten Hand-Auge- oder Hand-Fuß-Präferenzen etwas bessere durchschnittliche Rangplätze, als jene mit kreuz-lateralen Präferenzen erzielen. Abermals ist dieser Effekt jedoch statistisch nicht signifikant. Dies lässt sich auf die recht geringe Stichprobengröße zurückführen: 16 von 99 Fechtern zeigen kreuz-laterale Hand-Auge-Präferenzen, sowie lediglich 3 von 99 kreuz-laterale Hand-Fuß-Präferenzen.

Zusammenfassend lässt sich zu den Zusammenhängen mit Aspekten der Lateralität (Händigkeit und Handdominanz) sagen, dass die Ergebnisse der vorliegenden Studie in Bezug auf die Händigkeit mit jenen der Pilotstudie recht konsistent sind. Der Zusammenhang zwischen sportlicher Leistung und Linkshändigkeit findet sich, im Gegensatz zur Studie von Voracek et al. (2006), nun in der erwarteten Richtung vor. Äußerst erstaunlich ist der negative signifikante Zusammenhang zwischen 2D:4D und der Handdominanz bei Rechtshändern, der weiterer Untersuchung bedarf.

10.4. Zusammenhänge mit sportlichem Erfolg im Fechten

Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen dem Fingerlängenverhältnis 2D:4D und sportlichem Erfolg im Fechten konnte der einzig signifikante Befund der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) nicht repliziert werden: Dieser stellte einen positiven Zusammenhang von D_{R-L} mit dem derzeitigen Ranglistenplatz bei männlichen Fechtern dar. In der vorliegenden Studie korrelieren bei männlichen Fechtern einzig die derzeitigen Rangplatzierungen mit dem 2D:4D der rechten Hand sowie der Differenz der Fingerlängenverhältnisse (D_{R-L}) positiv und somit in die erwartete Richtung, allerdings nicht signifikant. Alle anderen Korrelationen weisen in die falsche Richtung und sind zudem auch non-signifikant. Interessant sind die Befunde der weiblichen Fechter: Gingen die Zusammenhänge in der Pilotstudie von Voracek et al. (2006) noch in die unerwartete Richtung, so weisen sie nun in die, der Forschungshypothese entsprechende Richtung, und erzielen für das 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand mit den gemittelten derzeitigen sowie bislang höchsten Rangplätzen sogar tendenziell statistische Signifikanz.

Wie bereits Tester und Campbell (2007) feststellen konnten, kann auch in dieser Studie der eindeutige Beitrag von 2D:4D für den sportlichen Erfolg im Fechten aufgezeigt werden. Dieser Befund gilt somit als repliziert. Tester und Campbell (2007) konnten

durch die Variablen Gewicht, Sporterfahrung, wöchentliche Trainingszeit 27% an Varianz erklären, wobei 2D:4D noch einen weiteren Zuwachs um 6% brachte, so dass insgesamt 33% an Varianz durch das Modell erklärt werden konnten. In der vorliegenden Studie können bei weiblichen Fechtern insgesamt 46.8% an Varianz des Zusammenhanges der Prädiktoren (Alter, Trainingsintensität, Fechterfahrung, 2D:4D) mit der Kriteriumsvariable (sportlicher Erfolg, definiert als die derzeitigen mittleren Rangplätze) erklärt werden. Der Beitrag des Fingerlängenverhältnisses 2D:4D beläuft sich dabei fast auf 12%. Für die Kriteriumsvariable „bislang höchster mittlerer Rangplatz“ beträgt der Beitrag von 2D:4D allerdings lediglich 2.2%.

Wiederholt zeigen Säbelfechter signifikant geringere 2D:4D-Verhältnisse als Athleten der beiden anderen Waffengattungen, wobei dies in der Stichprobe der vorliegenden Studie sogar für das 2D:4D beider Hände (für das 2D:4D der rechten Hand nur tendenziell) feststellbar ist.

Zusammenfassend lässt sich zu den Zusammenhängen mit sportlichem Erfolg im Fechten festhalten, dass durch diese Studie erstmalig ein Beitrag von 2D:4D (12% erklärte Varianz) für den sportlichen Erfolg bei Frauen im Fechten aufgezeigt werden konnte.

11. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Studie, der bereits eine Pilotstudie (Voracek et al., 2006) vorangegangen war, stellte die wiederholte Erforschung diverser Zusammenhänge zwischen dem, als Biomarker für pränatale Testosteronkonzentrationen geltenden Fingerlängenverhältnis 2D:4D (Manning et al., 1998) sowie Lateralitätsaspekten (im speziellen der Hände) mit dem sportlichen Erfolg bei der Ausübung der Randsportart Fechten dar.

Die Daten der teilnehmenden 99 Leistungsfechter (58 Männer und 41 Frauen) wurden im Rahmen von drei österreichischen Ranglisten-Turnieren im Zeitraum von Juni 2007 bis April 2008 erhoben. Erfasst wurden demographische Daten (Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht, eigene Nationalität sowie jene der beiden Elternteile), die Waffengattung, die Trainingsintensität, die sportliche Fechterfahrung, die derzeitige Altersklasse, der derzeitige Ranglistenplatz sowie der bislang höchste erreichte Ranglistenplatz. Weiters wurden den Probanden drei Verfahren vorgegeben: das Multidimensional Personality Questionnaire (MPQ; Tellegen, 1982) zur Messung von Persönlichkeitsmerkmalen, das Coren Lateral Preference Inventory (Coren, 1993) zur Erfassung von Lateralitätsaspekten der Hände, Füße, Ohren und Augen und zuletzt der Hand-Dominanz-Test (HDT; Steingrüber & Lienert, 1976) zur Bestimmung der Handdominanz. Abschließend wurde mittels Scan der Handflächen das 2D:4D-Verhältnis festgehalten.

Folgende Befunde der Pilotstudie konnten repliziert werden: Verglichen zur Normpopulation zeigen weibliche Fechter auch in dieser Studie signifikant niedrigere 2D:4D-Verhältnisse. Fechter mit kongruenten Hand-Auge- oder Hand-Fuß-Präferenzen erzielen etwas bessere durchschnittliche Rangplätze, als jene mit kreuz-lateralen Präferenzen. Säbelfechter zeigen signifikant geringere 2D:4D-Verhältnisse als Athleten der beiden anderen Waffengattungen (Degen und Florett). Es kann erneut eine überdurchschnittlich hohe Linkshänder-Rate, die jedoch knapp statistische Signifikanz verfehlt, unter den weiblichen Fechtern festgestellt werden.

Die nachfolgenden Ergebnisse der Pilotstudie erzielen nun (zumindest tendenziell) statistische Signifikanz: Männliche Fechter besitzen tendenziell ein geringeres 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand, als die weiblichen. Hinsichtlich des Zusammenhangs

zwischen dem Fingerlängenverhältnis 2D:4D und dem sportlichem Erfolg im Fechten entsprechen die Korrelationen bei den Frauen nun der erwarteten Richtung, und erzielen für das 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand mit den gemittelten derzeitigen sowie bislang höchsten Rangplätzen sogar tendenziell statistische Signifikanz.

Folgende Ergebnisse der Pilotstudie erreichen nun keine Signifikanz mehr oder haben die Richtung des Zusammenhangs geändert: Männliche Fechter weisen im Vergleich zur Normpopulation keinen signifikanten Unterschied mehr hinsichtlich des 2D:4D-Verhältnisses auf. Der Zusammenhang zwischen 2D:4D und dem Body-Mass-Index (BMI) weist nun sowohl bei Männern als auch Frauen in die erwartete Richtung, jedoch nicht signifikant. Die Linkshänder-Rate der männlichen Leistungsfechter der vorliegenden Stichprobe unterscheidet sich nicht mehr signifikant von der Normpopulation. Linkshändige Fechter weisen erneut ein geringeres 2D:4D-Verhältnis als ihre rechtshändigen Konkurrenten auf, jedoch erzielt dieser Effekt keine statistische Signifikanz mehr. Linkshänder zeigen im Durchschnitt geringfügig bessere Leistungen als Rechtshänder. Dieser Zusammenhang ist nun in die erwartete Richtung ausgeprägt. Der Zusammenhang zwischen 2D:4D und der Handdominanz ist nun, entgegen der Erwartung der Forschungshypothese, negativ.

Schließlich seien noch die neuen Befunde angeführt: Frauen weisen, entgegen der Forschungshypothese, tendenziell höhere Werte der sozialen Dominanz auf. Weiters korreliert soziale Dominanz unter weiblichen Fechtern positiv mit 2D:4D, wiederum entgegen den Erwartungen. Unter männlichen Fechtern besteht allerdings ein äußerst geringer Zusammenhang in die erwartete Richtung. Die wesentlichste Neuerkenntnis stellt jedoch dar, dass diese Studie erstmalig einen Beitrag von 2D:4D (12% erklärte Varianz) für den sportlichen Erfolg bei Frauen im Fechten aufzuzeigen vermag.

Andererseits verdeutlichen die vielen inkonsistenten Ergebnisse, dass die untersuchten Zusammenhänge noch lange nicht ausreichend erforscht sind und es weiterer Forschung an möglichst größeren Stichproben in diesem Kontext bedarf.

ANHANG

ANHANG 1: MULTIDIMENSIONAL PERSONALITY QUESTIONNAIRE BRIEF FORM (MPQ-BF)

In dem folgenden Fragebogen werden Sie eine Reihe von Aussagen vorfinden, die eine Person machen könnte, um seine/ihre Einstellungen, Ansichten, Interessen und andere Charakteristika zu beschreiben.

Es gibt in diesem Fragebogen zwei Möglichkeiten der Beantwortung:

- Wenn nur eine Aussage gemacht wird:

Kreuzen Sie bitte „Stimme zu“ an, wenn Sie der Aussage zustimmen oder meinen, dass die Aussage für Sie zutreffend ist.

Kreuzen Sie bitte „Stimme nicht zu“ an, wenn Sie der Aussage nicht zustimmen oder meinen, dass diese Aussage für Sie unzutreffend ist.

Beispiel:

„Ich bin ein unternehmungslustiger Mensch.“

<i>Stimme zu</i>	<i>Stimme nicht zu</i>

- Wenn eine Wahl zwischen zwei Möglichkeiten gegeben ist:

Kreuzen Sie bitte „A“ an, wenn Sie der Aussage „A“ zustimmen oder meinen, dass diese Aussage eher auf Sie zutrifft.

Kreuzen Sie bitte „B“ an, wenn Sie der Aussage „B“ zustimmen oder meinen, dass diese Aussage eher auf Sie zutrifft.

Beispiel:

Von den folgenden 2 Situationen würde mir mehr missfallen:

A: Eine langweilige zweistündige Theatervorstellung ertragen zu müssen.

B: Eine eisglatte Straße mit dem Auto entlangfahren zu müssen.

A	B

Lesen Sie die Aussagen und entscheiden Sie jeweils, welche Möglichkeit Sie persönlich am besten beschreibt. Bearbeiten Sie bitte jede Aussage, auch wenn Sie sich Ihrer Antwort nicht absolut sicher sind. Lesen Sie jede Aussage sorgfältig, aber wenden Sie nicht zuviel Zeit für Ihre Entscheidung auf.

	Stimme zu	Stimme nicht zu
01. Wenn ich mit anderen zusammenarbeite, übernehme ich gern die Führung.		
02. Ich arbeite an einem Problem oft weiter, selbst wenn ich sehr müde bin.		
03. Ich stehe gern im Rampenlicht.		
04. Wenn ich eine Entscheidung treffen muss, nehme ich mir die Zeit, alle Möglichkeiten gut zu überlegen und gegeneinander abzuwägen.		
05. Es könnte für mich Spass und Aufregung bedeuten, ein Erdbeben zu erleben.		
06. In Gesellschaft habe ich es lieber, wenn jemand anders die Initiative ergreift.		
07. Ich halte gern inne und denke über die Dinge nach, bevor ich sie in Angriff nehme.		
08. Ich habe Freude daran, lange zu arbeiten.		
09. Oftmals ziehe ich es vor, zu improvisieren, anstatt alles vor auszuplanen.		
10. Es könnte mir gefallen, in einem offenen Aufzug bis auf die Spitze eines im Bau befindlichen Hochhauses zu fahren.		
11. Ich beginne ungern mit einem Vorhaben, bevor ich nicht genau weiß, wie ich vorgehen muss.		
12. Man sagt von mir, dass ich mich selbst sehr fordere.		
13. Ich bin ein sehr ausgeglichener Mensch und stehe mit beiden Beinen auf dem Boden.		

	<i>Stimme zu</i>	<i>Stimme nicht zu</i>
14. Ich habe die Fähigkeit, andere Leute zu allem möglichen zu überreden.		
15. Ich arbeite oft weiter an einem Problem, wenn andere schon längst aufgegeben.		
16. Ich bin eher schnell und nachlässig als langsam und übergenau.		
17. Ich kann Leute gut beeinflussen.		
18. Von den folgenden zwei Situationen würde mir mehr missfallen: A: Mit Blasen an den Füßen den ganzen Tag herum wandern zu müssen. B: Bei einem Campingurlaub draussen schlafen zu müssen, in einer Umgebung, wo es Klapperschlangen gibt.	A	B
19. Ich arbeite nur so viel wie erforderlich, ohne mich dabei zu überanstrengen.		
20. Ich tue fast nie etwas Gewagtes.		
21. Von den folgenden zwei Situationen würde mir mehr missfallen: A: In einem Flugzeug zu sitzen, in dem der Pilot ansagt, dass es Probleme mit dem Motor gebe und dass er möglicherweise notlanden müsse. B: Auf einem Acker Kartoffeln ausgraben zu müssen.	A	B
22. Ich versuche mich gern an schwierigen Aufgaben.		
23. Meine Bekannten halten mich für eine energische Person.		
24. Ich mag es, hart zu arbeiten.		
25. Von den folgenden zwei Situationen würde mir mehr missfallen: A: Auf einem Segelboot während eines starken Sturms zu sein. B: Mit einem kranken Verwandten zwei Wochen lang jeden	A	B

	Stimme zu	Stimme nicht zu
Abend zuhause bleiben zu müssen.		
26. Es würde mir gefallen zu versuchen, den Ozean in einem kleinen, aber seetüchtigen Segelboot zu überqueren.		
27. In der Gesellschaft anderer stehe ich nicht gerne im Mittelpunkt.		
28. Ich handle oft aus dem Augenblick heraus.		
29. Von den folgenden zwei Situationen würde mir mehr missfallen: A: Ein Kanu durch eine lange Strecke von Stromschnellen zu steuern. B: Auf jemanden zu warten, der sich verspätet hat.	A	B
30. Ich treffe für gewöhnlich meine Entscheidungen nach sorgfältiger, logischer Überlegung.		
31. Es könnte mir Spaß machen, Seiltanzen zu lernen.		
32. Manche Leute sagen, dass ich meine Arbeit zu vielen Dingen vorziehe.		
33. Von den folgenden zwei Situationen würde mir mehr missfallen: A: In einer Zirkusveranstaltung zu sein, wenn plötzlich zwei Löwen aus der Manege ausbrechen. B: Meine ganze Familie zu einer Zirkusveranstaltung einzuladen und dann festzustellen, dass wir nicht hinein können, weil der Verkäufer mir Karten für den falschen Abend verkauft hat.	A	B
34. In Gesellschaft lasse ich es meistens zu, dass andere das Gespräch bestimmen.		
35. Ich bin kein besonders ehrgeiziger Mensch.		
36. Ich fordere mich selten bis an meine Grenzen.		
37. Ich organisiere ungern die Aktivitäten anderer.		

	<i>Stimme zu</i>	<i>Stimme nicht zu</i>
38. Es fällt mir schwer, ein Vorhaben, das sich als zu schwierig erweist, aufzugeben.		
39. Von den folgenden zwei Situationen würde mir mehr missfallen: A: Als „Zielscheibe“ beim Messerwerfen ausgewählt zu werden. B: 24 Stunden lang unter starker Übelkeit zu leiden.	A	B
40. Ich bin ein vorsichtiger Mensch.		
41. Ich bin sehr gut darin, andere zu überzeugen, meine Ansichten zu übernehmen.		
42. In der Regel mag ich es nicht, detaillierte Pläne zu haben.		
43. Ich mag es nicht, wenn ich versuchen muss, andere Leute zu überzeugen.		
44. Von den folgenden zwei Situationen würde mir mehr missfallen: A: In eine Überschwemmung zu geraten. B: Eine Tonne Ziegelsteine vom Hinterhof in den Keller zu tragen.	A	B
45. Bevor ich mich in eine neue Situation begeben, möchte ich zu gerne wissen, was davon zu erwarten ist.		
46. Wenn es Zeit ist, Entscheidungen zu treffen, wenden sich andere meistens an mich.		
47. Von den folgenden zwei Situationen würde mir mehr missfallen: A: Auf einer Kreuzfahrt eine Woche lang jeden Tag seekrank zu sein. B: Auf einem Fenstersims in der 25.Etage eines Hotels stehen zu müssen, weil ein Feuer ausgebrochen ist.	A	B
48. Ich stelle sehr hohe Anforderungen an mich bei meiner eigenen Arbeit.		

ANHANG 2: COREN LATERAL PREFERENCE INVENTORY

HÄNDE

	links	egal, mit beiden	rechts
Mit welcher Hand schreiben Sie für gewöhnlich?	☐	☐	☐
Mit welcher Hand zeichnen Sie?	☐	☐	☐
Mit welcher Hand werfen Sie einen Ball, um ein Ziel zu treffen?	☐	☐	☐
In welcher Hand halten Sie Ihren Schläger beim Tennis, Squash etc. spielen?	☐	☐	☐
Mit welcher Hand benutzen Sie Ihre Zahnbürste?	☐	☐	☐
In welcher Hand halten Sie ein Messer, um etwas zu zerschneiden (ohne eine Gabel zu benutzen)?	☐	☐	☐
In welcher Hand halten Sie den Hammer beim Einschlagen von Nägeln?	☐	☐	☐
Wenn Sie ein Zündholz anzünden, in welcher Hand halten Sie das Holz?	☐	☐	☐
Mit welcher Hand benutzen Sie einen Radiergummi?	☐	☐	☐
Welche Hand nimmt die oberste Karte, wenn Sie Spielkarten ausgeben? (zB wenn Sie der Kartengeber beim Blackjack sind, welche Hand verwenden Sie, um die Karten, die auf dem Tisch liegen, zu verteilen?)	☐	☐	☐
Welche Hand hält den Zwirn, wenn Sie eine Nadel einfädeln?	☐	☐	☐
Mit welcher Hand benutzen Sie eine Fliegenklatsche (die „Waffe“ um Fliegen zu töten)?	☐	☐	☐

FÜßE

Mit welchem Fuß kicken Sie einen Ball, um ein Ziel zu treffen?	☐	☐	☐
Wenn Sie einen Kieselstein (oder einen anderen kleinen Stein) mit Ihren Zehen aufheben wollen, welchen Fuß verwenden Sie dafür?	☐	☐	☐
Mit welchem Fuß würden Sie einen Käfer/ein Insekt zertreten?	☐	☐	☐
Wenn Sie auf einen Sessel steigen wollen, mit welchem Fuß steigen Sie zuerst hinauf?	☐	☐	☐

AUGEN

Mit welchem Auge schauen Sie durch ein Fernrohr?	☐	☐	☐
Wenn Sie in eine dunkle Flasche blicken, um zu sehen, wie voll sie ist, welches Auge würden Sie benutzen?	☐	☐	☐
Mit welchem Auge würden Sie durch ein Schlüsselloch lugen?	☐	☐	☐
Welches Auge würden Sie benutzen, um ein Ziel mit einem Gewehr/ einer Pistole anzuvisieren?	☐	☐	☐

OHREN

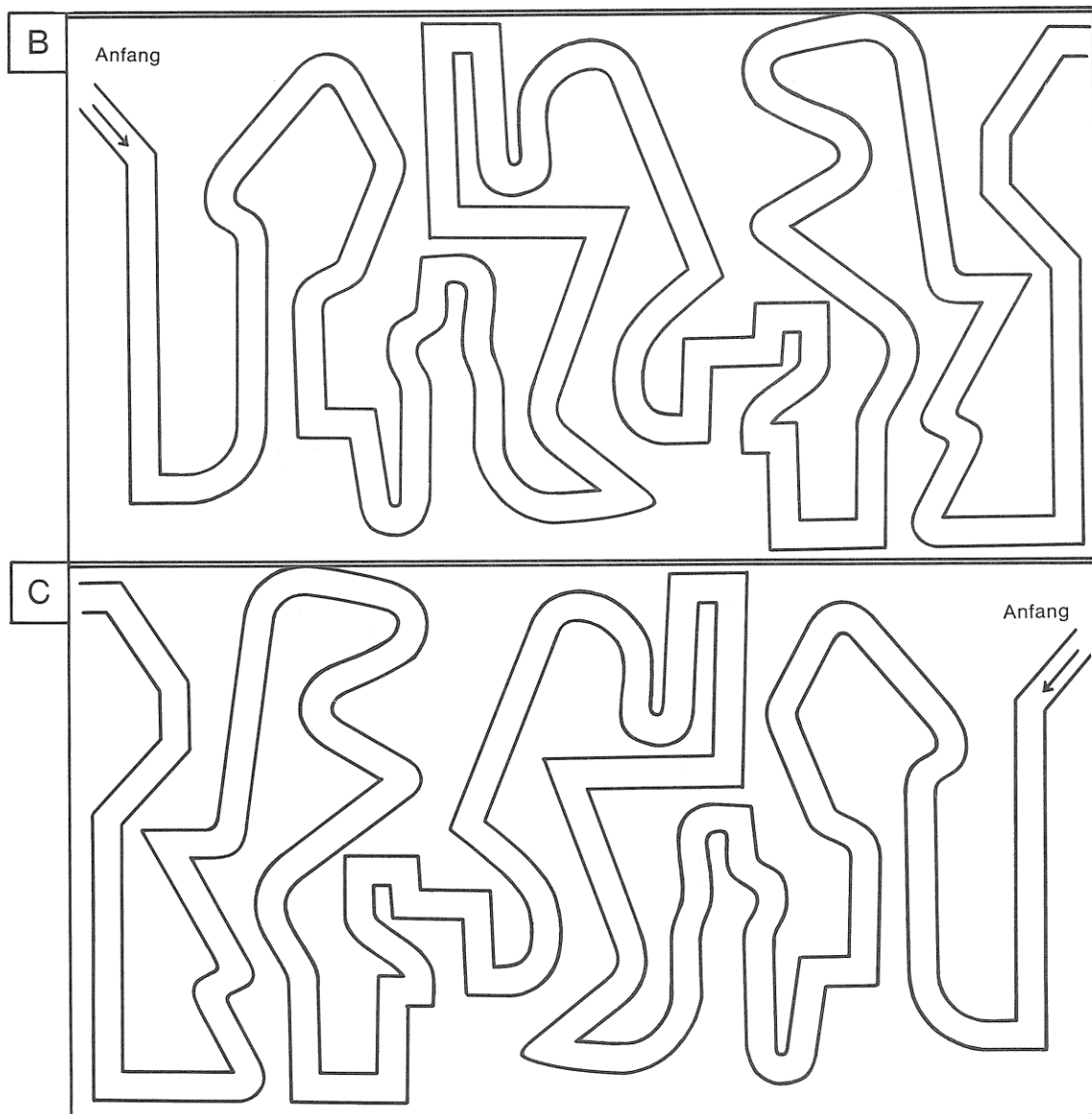
Wenn Sie ein Gespräch hinter einer verschlossenen Türe belauschen wollen, welches Ohr würden Sie gegen die Türe drücken?	☐	☐	☐
In welches Ohr würden Sie einen Ohrhörer platzieren?	☐	☐	☐
Welches Ohr legen Sie an die Brust eines anderen Menschen, um seinen Herzschlag zu hören?	☐	☐	☐
Stellen Sie sich eine kleine Schachtel auf einem Tisch vor. In dieser Schachtel ist eine kleine Uhr. Welches Ohr würden Sie gegen die Schachtel pressen, um herauszufinden, ob die Uhr tickt?	☐	☐	☐

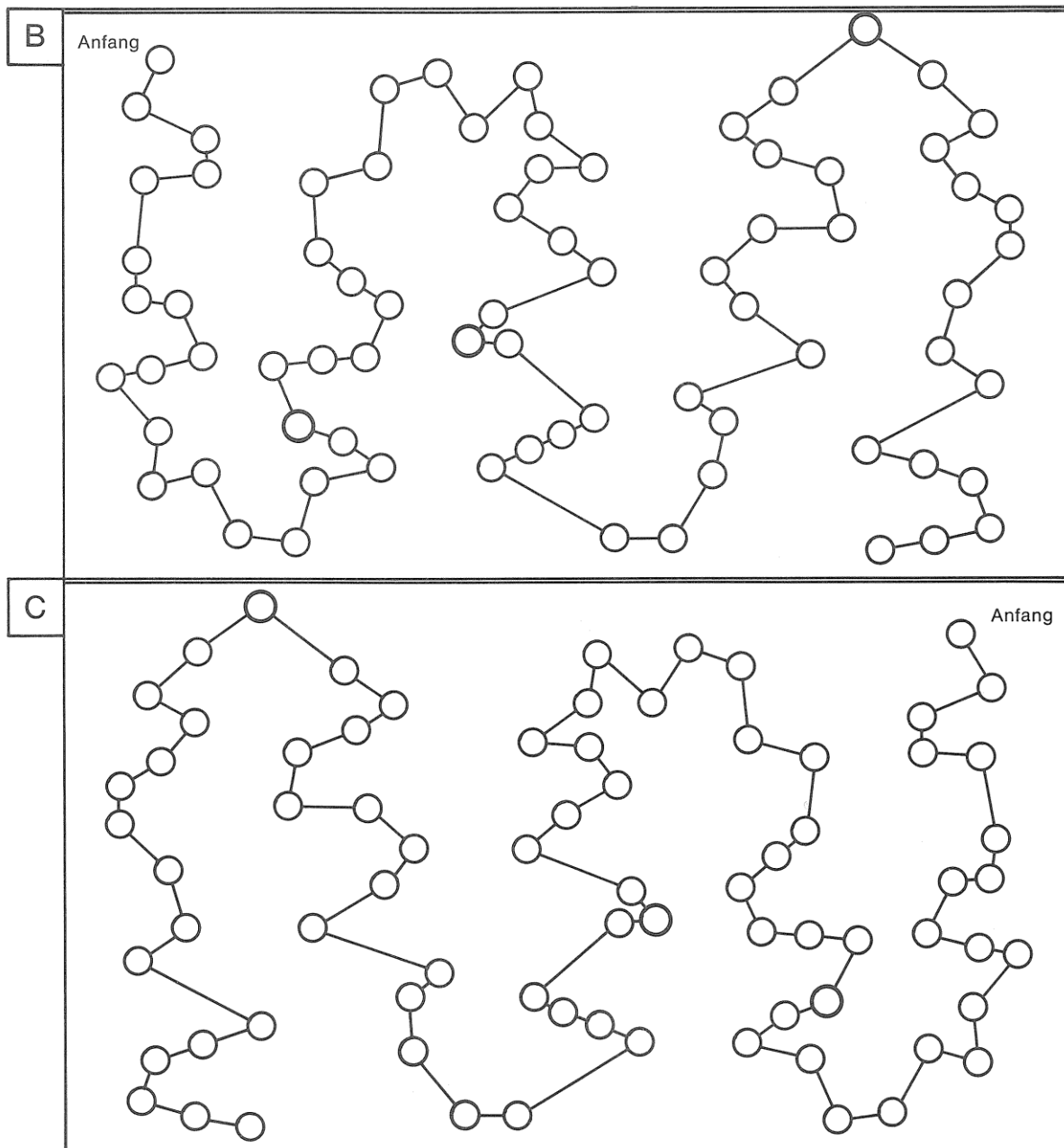
ANHANG 3: HANDDOMINANZ – TEST (HDT)

Die abschließenden Tests erfassen motorische Handdominanz (die relative Ausprägung der Rechts- bzw. Linkshändigkeit). Folgen Sie bitte den mündlichen Anweisungen.

Subtest 1:

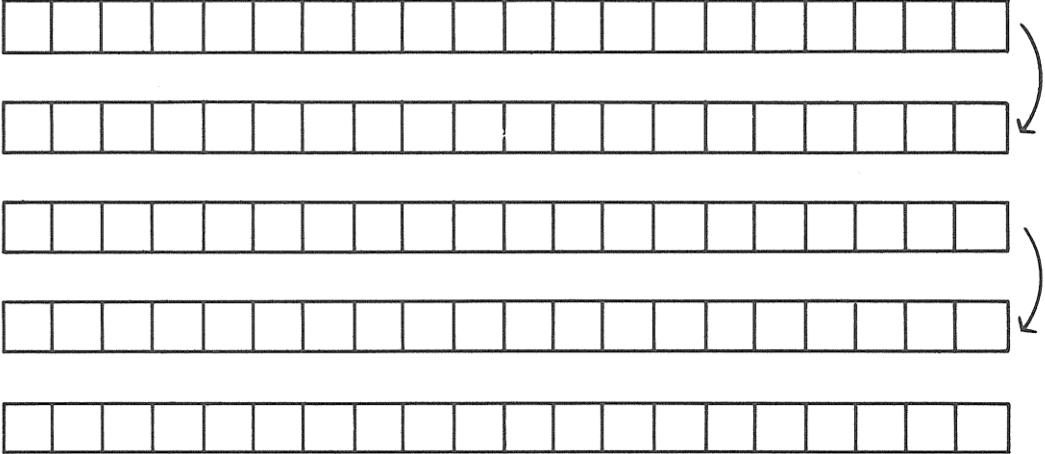
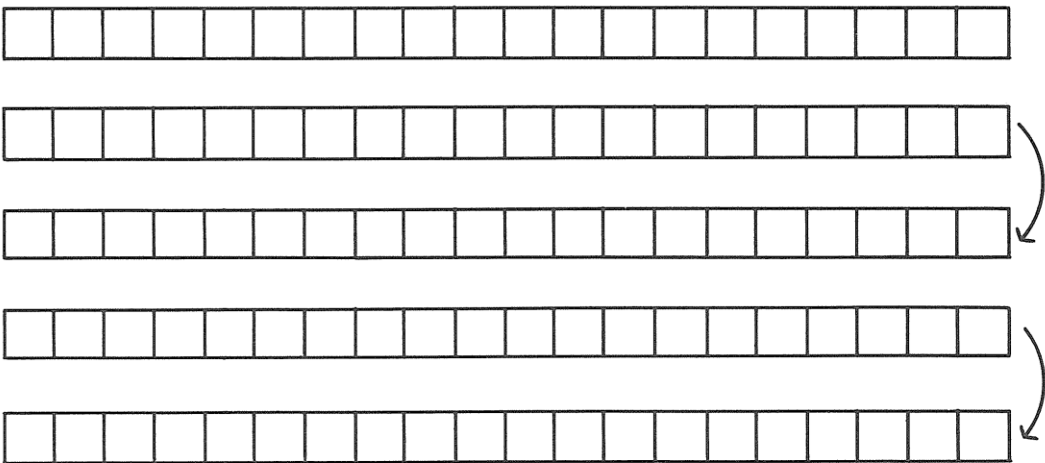
Spurennachzeichnen



Subtest 2:**Kreisepunktieren**

Subtest 3:

Quadratpunktieren

B	Anfang → 
C	

ANHANG 4: SPORT PERFORMANCE QUESTIONNAIRE

Wählen Sie bitte den am besten zutreffenden Rang für Ihre sportliche Aktivität. Beginnen Sie bei Rang 10 und arbeiten Sie abwärts.

Rang	Kriterium
☐ 10.	Ich habe mein Land vertreten.
☐ 9.	Ich denke, dass ich mein Land vertreten könnte.
☐ 8.	Ich habe auf nationaler Ebene mitkonkurriert.
☐ 7.	Ich denke, dass ich auf nationaler Ebene mitkonkurrieren könnte.
☐ 6.	Ich habe in meinem Bundesland mitkonkurriert.
☐ 5.	Ich denke, dass ich in meinem Bundesland mitkonkurrieren könnte.
☐ 4.	Ich habe in meinem Sportclub mitkonkurriert.
☐ 3.	Ich denke, dass ich in meinem Sportclub mitkonkurrieren könnte.
☐ 2.	Meine sportliche Betätigung dient nur dem gesellschaftlichen Zweck.
☐ 1.	Ich betreibe keinen Sport.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Berechnung des Fingerlängenverhältnisses 2D:4D

Abbildung 2: Illustration der Waffengattungen und ihrer Trefferfläche

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Ergebnisse der Studien zum Zusammenhang von 2D:4D und Sport

Tabelle 2: Deskriptive Statistiken und Geschlechtsunterschiede

Tabelle 3: Verteilung der ausgeübten Fechtwaffen zwischen den Geschlechtern

Tabelle 4: Geschlechtsunterschiede in den Skalen des MPQ

Tabelle 5: ICCs für 2D, 4D, 2D:4D und D_{R-L}

Tabelle 6: Reliabilitäten und Item-Trennschärfen der Skalen des MPQ

Tabelle 7: Reliabilitäten und Geschlechtsunterschiede bezüglich der Skalen des CLPI

Tabelle 8: Reliabilität und Geschlechtsunterschied bezüglich des HDT

Tabelle 9: Geschlechtsunterschiede in der Ausprägung des 2D:4D-Verhältnisses

Tabelle 10: 2D:4D der männlichen Stichprobe im Vergleich zur Normpopulation

Tabelle 11: 2D:4D der weiblichen Stichprobe im Vergleich zur Normpopulation

Tabelle 12: Zusammenhänge zwischen 2D:4D und dem BMI

Tabelle 13: Geschlechtsunterschiede bezüglich Sozialer Dominanz

Tabelle 14: Zusammenhang von 2D:4D und Sozialer Dominanz

Tabelle 15: Linkshänder-Rate im Vergleich zur Normpopulation

Tabelle 16: Unterschiede in 2D:4D zwischen rechts- und linkshändigen Fechtern

Tabelle 17: *Mean Ranks* nach Mann-Whitney-U-Test

Tabelle 18: Prüfung der Rangunterschiede auf Signifikanz mittels Mann-Whitney-U-Test

Tabelle 19: Zusammenhang von 2D:4D und der Handdominanz bei Rechtshändern

Tabelle 20: Laterale Ausprägungen der Hand-Auge- und Hand-Fuß-Präferenzen

Tabelle 21: *Mean Ranks* der Fechter mit kongruenten vs. kreuz-lateralen Präferenzen

Tabelle 22: Prüfung auf Signifikanz der Leistungsunterschiede zwischen Fechtern mit kongruenten vs. kreuz-lateralen Präferenzen

Tabelle 23: Zusammenhang zwischen Sporterfolg und 2D:4D bei Männern

Tabelle 24: Zusammenhang zwischen Sporterfolg und 2D:4D bei Frauen

Tabelle 25: Hierarchisches Regressionsmodell für das Kriterium „derzeitiger mittlerer Rangplatz“

Tabelle 26: Teststatistiken des Regressionsmodell für das Kriterium „derzeitiger mittlerer Rangplatz“

Tabelle 27: Hierarchisches Regressionsmodell für das Kriterium „bislang höchster mittlerer Rangplatz“

Tabelle 28: Teststatistiken des Regressionsmodell für das Kriterium „bislang höchster Mittlerer Rangplatz“

Tabelle 29: Unterschiede in 2D:4D zwischen Fechtern verschiedener Waffengattungen

Tabelle 30: Unterschiede in 2D:4D zwischen Degen/Florett kombiniert und Säbel

LITERATURVERZEICHNIS

- Angleitner, A., Langert, R., Schilling, J., & Spinath, F. (1993). *German form of the Multidimensional Personality Questionnaire* (2nd, rev. version). Unpublished manuscript, University of Bielefeld (Germany).
- Austin, E. J., Manning, J. T., McInroy, K., & Mathews E. (2002). A preliminary investigation of the associations between personality, cognitive ability and digit ratio. *Personality and Individual Differences*, 33, 1115-1124.
- Azemar, G., Ripoll, H., Simonet, P., & Stein, J. F. (1983). Etude neuropsychologique du comportement des gauchers en escrime. *Cinesiologie*, 22, 7-18.
- Bailey, A. A., & Hurd, P. L. (2005). Finger length ratio (2D:4D) correlates with physical aggression in men but not in women. *Biological Psychology*, 68, 215-222.
- Baker, F. (1888). Anthropological notes on the human hand. *American Anthropologist*, 1, 51-76.
- Barth, B., & Beck, E. (2000). *Fechtttraining*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Barth, K., & Barth, B. (2002). *Ich trainiere fechten*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Barth, K., & Barth, B. (2004). *Ich lerne fechten* (2. Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer.
- Benderlioglu, Z., & Nelson, R. J. (2004). Digit length ratios predict reactive aggression in women, but not in men. *Hormones and Behavior*, 46, 558-564.
- Bescós, R., Esteve, M., Porta, J., Mateu, M., Iruiria, A., & Voracek, M. (2008). Prenatal programming of sporting success: Associations of digit ratio (2D:4D), a putative marker for prenatal androgen action, with world rankings in female fencers. Unpublished manuscript, Instituto National de Educación Física de Barcelona (INEFC), Spain.
- Bisiacchi, P. S., Ripoll, H., Stein, J. F., Simonet, P., & Azemar, G. (1985). Left-handedness in fencers: An attentional advantage? *Perceptual and Motor Skills*, 61, 507-513.
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Berlin: Springer.
- Brown, E. R., & Taylor, P. (1988). Handedness, footedness and eyedness. *Perceptual and Motor Skills*, 66, 183-186.

- Bryden, M. P. (1982). *Laterality: Functional asymmetry in the intact brain*. New York: Academic Press.
- Buss, D. (1995). Psychological sex differences: Origins through sexual selection. *American Psychologist*, 50, 164-168.
- Cohen-Bendahan, C. C. C., van de Beek, C., & Berenbaum, S. A. (2005). Prenatal sex hormone effects on child and adult sex-typed behavior: Methods and findings. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 29, 353-384.
- Collaer, M. L., & Hines, M. (1995). Human behavioral sex differences: A role for gonadal hormones during early development? *Psychological Bulletin*, 118, 55-107.
- Corballis, M. C. (1983). *Human laterality*. New York: Academic Press.
- Coren, S. (1993). *The left-hander syndrome: The causes and consequences of left handedness*. New York: Vintage.
- Coren, S. (1998). Prenatal testosterone exposure, left-handedness, and high school delinquency [commentary]. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 369-370.
- Costa, P. T., Terracciano, A., & McCrae, R. R. (2001). Gender differences in personality traits across cultures: Robust and surprising findings. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81, 322-331.
- Coyne, S. M., Manning, J. T., Ringer, L. & Bailey, L. (2007). Directional asymmetry (right-left differences) in digit ratio (2D:4D) predict indirect aggression in women. *Personality and Individual Differences*, 43, 865-872.
- Davis, C. & Mogk, J. P. (1994). Some personality correlates of interest and excellence in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 25, 131-143.
- Driscoll, H., Zinkivskay, A., Evans, K., & Campbell, A. (2006). Sex differences in social representations of aggression: The phenomenological experience of differences in inhibitory control? *British Journal of Psychology*, 97, 139-153.
- Eberspächer, H. (1993). *Sportpsychologie*. Hamburg: Rowohlt.
- Ecker, A. (1875). Einige Bemerkungen über einen schwankenden Charakter in der Hand des Menschen. *Archiv für Anthropologie (Braunschweig)*, 8, 67-74.
- Ertl, C. (2007). *Testtheoretische Analyse der Sensation Seeking-Skala V und Zusammenhänge mit sportlicher Leistung und Digit Ratio (2D:4D) bei Weltmeisterschaftsteilnehmern im militärischen Fünfkampf*. Unpublizierte Diplomarbeit, Universität Wien.
- Eysenck, H. J. (1979). Personality in sport. *Medisport*, 1, 23-26.

- Eysenck, H. J., Nias, D. K. B., & Cox, D. N. (1982). Sport and personality. *Advances in Behavior Research and Therapy*, 4, 1-56.
- Faurie, C., & Raymond, M. (2005). Handedness, homicide and negative frequency-dependent selection. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, 272, 25-28.
- Fink, B., Manning, J. T., Neave, N. (2004). Second to fourth digit ratio and the „big five“ personality factors. *Personality and Individual Differences*, 37, 495-503.
- Fink, B., Manning, J. T., Neave, N., & Tan, Ü. (2004). Second to fourth digit ratio and hand skill in Austrian children. *Biological Psychology*, 67, 375-384.
- Fink, B., Manning, J. T., Williams, J. H. G., & Podmore-Nappin, C. (2007). The 2nd to 4th digit ratio and developmental psychopathology in school-aged children. *Personality and Individual Differences*, 42, 369-379.
- Fink, B., Neave, N., Laughton, K., & Manning, J. T. (2006). Second to fourth digit ratio and sensation seeking. *Personality and Individual Differences*, 41, 1253-1262.
- Fink, B., Neave, N., & Manning, J. T. (2003). Second to fourth digit ratio, body mass index, waist-to-hip ratio, and waist-to-chest ratio: Their relationships in heterosexual men and women. *Annals of Human Biology*, 30, 728-738.
- Fink, B., Thanzami, V., Seydel, H., & Manning, J. T., (2006). Digit ratio and hand-grip strength in German and Mizos men: Cross-cultural evidence for an organizing effect of prenatal testosterone on strength. *American Journal of Human Biology*, 18, 776-782.
- Gabler, H. (1988). *Individuelle Voraussetzungen der sportlichen Leistungsentwicklung*. Schorndorf: Hofmann.
- Gahagan, L. (1933). Visual dominance-acuity relationships. *Journal of General Psychology*, 9, 455-459.
- Garn, S. M., Burdi, A. R., Babler, W. J., & Stinson, S. (1975). Early prenatal attainment of adult metacarpal-phalangeal rankings and proportions. *American Journal of Physical Anthropology*, 43, 327-332.
- Gaugler, W. M. (2004). *Fechten für Anfänger und Fortgeschrittene* (2. Aufl.). München: Nymphenburger.

- Geschwind, N., & Galaburda, A. M. (1985). Cerebral lateralisation. Biological mechanisms, association and pathology. I. A hypothesis and a program for research. *Archives of Neurology*, 42, 428-459.
- Geschwind, N., & Galaburda, A. M. (1987). *Cerebral lateralization*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Giammanco, M., Tabacchi, G., Giammanco, S., Di, M.D., & La, G.M. (2005). Testosterone and aggressiveness. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 11, RA136-RA145.
- Harris, L. J. (in press). In fencing, what gives left-handers the edge? Some views from the present and the distant past. *Laterality*.
- Herault, Y., Fraudeau, N., Zákány, J., & Duboule, D. (1997). Ulnaless (Ul), a regulatory mutation inducing both loss-of-function and gain-of-function of posterior Hoxd genes. *Development*, 124, 3493-3500.
- Holtzen, D. W. (2000). Handedness and professional tennis. *International Journal of Neuroscience*, 105, 101-119.
- Hönekopp, J., Bartholdt, L., Beier, L., & Liebert, A. (2007). Second to fourth digit length ratio (2D:4D) and adult sex hormone levels: New data and a meta-analytic review. *Psychoneuroendocrinology*, 32, 313–321.
- Hönekopp, J., Manning, J. T., & Müller, C. (2006). Digit ratio (2D:4D) and physical fitness in males and females: Evidence for effects of prenatal androgens on sexually selected traits. *Hormones and Behavior*, 49, 545–549.
- Jürimäe, T., Voracek, M., Jürimäe, J., Lätt, E., Haljaste, K., Saar, M., & Purge, P. (2008). Relationships between finger-length ratios, ghrelin, leptin, IGF axis, and sex steroids in young male and female swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 104, 523-529.
- Kirchler, E. M. (1999). *Wirtschaftspsychologie: Grundlagen und Anwendungsfelder der Ökonomischen Psychologie* (2., überarb. u. erw. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Kuepper, Y., & Hennig, J. (2007). Behavioral aggression is associated with the 2D:4D ratio in men but not in women. *Journal of Individual Differences*, 28, 64-72.
- Lippa, R. A. (2006). Finger lengths, 2D:4D ratios, and their relation to gender-related personality traits and the Big Five. *Biological Psychology*, 71, 116-121.
- Lutchmaya, S., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Knickmeyer, R., & Manning, J. T. (2004). 2nd to

- 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol. *Early Human Development*, 77, 23-28.
- Luxen, M. F., & Buunk, B. P. (2005) Second-to-fourth digit ratio related to Verbal and Numerical Intelligence and the Big Five. *Personality and Individual Differences*, 39, 959-966.
- Malas, M. A., Dogan, S., Evcil, E. H., & Desdicioglu, K. (2006). Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D:4D). *Early Human Development*, 82, 469-475.
- Manning, J. T. (2002a). *Digit ratio: A pointer to fertility, behaviour, and health*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Manning, J. T. (2002b). The ratio of 2nd to 4th digit length and performance in skiing. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42, 446-450.
- Manning, J. T. (2008). *The finger book: Sex, behaviour and disease revealed in the fingers*. London: Faber & Faber.
- Manning, J. T., Barley, L., Walton, J., Lewis-Jones, D. I., Trivers, R. L., Singh, D., Thornhill, R., Rohde, P., Bereczkei, T., Henzi, P., Soler, M., & Szwed, A., (2000). The 2nd:4th digit ratio, sexual dimorphism, population differences and reproductive success: Evidence for sexually antagonistic genes? *Evolution and Human Behavior*, 21, 163-183.
- Manning, J. T., & Bundred, P. E. (2000). The ratio of 2nd to 4th digit length: A new predictor of disease predisposition? *Medical Hypotheses*, 54, 855-857.
- Manning, J. T., & Bundred, P. E. (2001). The ratio of second to fourth digit length and age at first myocardial infarction in men: A link with testosterone? *British Journal of Cardiology*, 8, 720-723.
- Manning, J. T., Bundred, P. E., & Taylor, R. (2003). The ratio of 2nd to 4th digit length: a prenatal correlate of ability in sport. In T. Reilly and M. Marfell-Jones (Eds.), *Kinanthropometry VIII: Proceedings of the 8th International Conference of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)* (pp. 165-174). London: Routledge.
- Manning, J. T., Morris, L., & Caswell, N. (2007). Endurance running and digit ratio (2D:4D): Implications for fetal testosterone effects on running speed and vascular health. *American Journal of Human Biology*, 19, 416-421.

- Manning, J. T., Scutt, D., Wilson, J., & Lewis-Jones, D. I. (1998). The ratio of 2nd to 4th digit length: A predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction*, 13, 3000-3004.
- Manning, J. T., & Taylor, R. P. (2001). 2nd to 4th digit ratio and male ability in sport: Implications for sexual selection in humans. *Evolution and Human Behavior*, 22, 61-69.
- Manning, J. T., Trivers, R. L., Thornhill, R., & Singh, D. (2000). 2nd to 4th digit ratio and left lateralised preference in Jamaican children. *Laterality*, 5, 121-132.
- Martin, S. M., Manning, J. T., & Dowrick, C. F. (1999). Fluctuating asymmetry, relative digit length, and depression in men. *Evolution and Human Behavior*, 20, 203-214.
- Mazur, A., & Booth, A. (1998). Testosterone and dominance in men. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 353-397.
- McFadden, D., & Shubel, E. (2002). Relative lengths of fingers and toes in human males and females. *Hormones and Behavior*, 42, 492-500.
- McIntyre, M. H., Barrett, E. S., McDermott, R., Johnson, D. D. P., Cowden, J., & Rosen, S. P. (2007). Finger length ratio (2D:4D) and sex differences in aggression during a simulated war game. *Personality and Individual Differences*, 42, 755-764.
- McIntyre, M. H., Ellison, P. T., Lieberman, D. E., Demerath, E., & Towne, B. (2005). The development of sex differences in digital formula from infancy in the Fels Longitudinal Study. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, 272, 1473-1479.
- McManus, C. (2002). *Right hand, left hand: The origins of asymmetry in brains, bodies, atoms, and cultures*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Millet, K., & Dewitte, S. (2006). Second to fourth digit ratio and cooperative behavior. *Biological Psychology*, 71, 111-115.
- Molter, P. (2006). *Erlebniswelt Fechten*. Norderstedt: Books on Demand.
- Neave, N., Laing, S., Fink, B., & Manning, J. T. (2003). Second to fourth digit ratio, testosterone, and perceived male dominance. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, 270, 2167-2172.
- Nias, D. K. B. (1979). The classification and correlates of children's academic and recreational interests. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 20, 73-79.

- Nitsch, J. R. (1986). Zur handlungspsychologischen Grundlegung der Sportpsychologie. In H. Gabler, J.H. Nitsch, and R. Singer (Eds.), *Einführung in die Sportpsychologie* (S. 188-271. Schorndorf: Hofmann.
- Nyström, J., Lindwall, O., Ceci, R., Harmenberg, J., Svedenhag, J., & Ekblom, B. (1990). Physiological and morphological characteristics of world class fencers. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 136-139.
- Oberbeck, H. (1989). *Seitigkeitsphänomene und Seitigkeitstypologie im Sport*. Schorndorf: Hofmann.
- Oesterreichischer Fechtverband (2005). Sportordnung des ÖFV. <http://www.oefv.com/downloads/sportordnungneu.pdf>, Last modified date: 19.05.2008.
- Oesterreichischer Fechtverband (2008). Ranglisten. <http://www.oefv.com/50403596de1494c04/index.html>, Last modified date: 01.08.2008.
- Patrick, C. J., Curtin J. J., & Tellegen, A. (2002). Development and validation of a brief form of the Multidimensional Personality Questionnaire. *Psychological Assessment*, 14, 150-163.
- Paul, S. N., Kato, B. S., Hunkin, J. L., Vivekanandan, S., & Spector, T. D. (2006). The Big Finger: The second to fourth digit ratio is a predictor of sporting ability in women. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 981-983.
- Phelps, V. R. (1952). Relative index finger length as a sex-influenced trait in man. *American Journal Human Genetics*, 4, 72-89.
- Pilz, G., Schilling, G., & Voigt, H. (1974). Welchen Beitrag vermag die Sportpsychologie zur Aggressionsforschung zu leisten? Struktur und Bedingungen dominativen Verhaltens im Sport. In: Schilling, G., & Pilz, G. (Hrsg.): *Sportpsychologie – wofür?* (S. 83-109) Basel: Birkhäuser.
- Pokrywka, L., Rachoń, D., Suchecka-Rachoń, K. & Bitel, L. (2005). The second to fourth digit ratio in elite and non-elite female athletes. *American Journal of Human Biology*, 17, 796-800.
- Putz, D. A., Gaulin, S. J. C., Sporter, R. J., & McBurney, D. H. (2004). Sex hormones and finger length: What does 2D:4D indicate? *Evolution and Human Behavior*, 25, 182-199.

- Rizwan, S., Manning, J. T., & Brabin, B. J. (2007). Maternal smoking during pregnancy and possible effects of in utero testosterone: Evidence from the 2D:4D finger length ratio. *Early Human Development*, 83, 87-90.
- Sack, H. G. (1975). *Sportliche Betätigung und Persönlichkeit*. Ahrensburg bei Hamburg: Czwalina.
- Sattler, J. (1986). Umschulung der Händigkeit: Ein massiver Eingriff ins menschliche Gehirn. *Lernen Fördern: Zeitschrift für Eltern, Lehrer und Erzieher*, 5, 10-11.
- Schroth, M. L. (1995). A comparison of sensation seeking among different groups of athletes and non-athletes. *Personality and Individual Differences*, 18, 219-222.
- Simpson, K. (2001). The role of testosterone in aggression. *McGill Journal of Medicine*, 32-40.
- Soma, K. K. (2006). Testosterone and aggression: Berthold, birds, and beyond. *Journal of Neuroendocrinology*, 18, 543-551.
- Städtler, T. (2003). *Lexikon der Psychologie*. Stuttgart: Kröner.
- Steingrüber, H. J. (1971). Zur Messung der Händigkeit. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 18, 337-357.
- Steingrüber, H. J., & Lienert, G. A. (1976) *Hand-Dominanz-Test (HDT)*. Göttingen: Hogrefe.
- Stier, E. (1911). *Untersuchungen über Linkshändigkeit und die funktionellen Differenzen der Hirnhälften*. Jena: Fischer.
- Tanner, J. (1990). *Fetus into man: Physical growth from conception to maturity* (2nd, rev. ed.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Tellegen, A. (1982). Brief manual for the Multidimensional Questionnaire. *Unpublished manuscript, University of Minnesota, Minneapolis*.
- Tester, N., & Campbell, A. (2007). Sporting achievement: What Is the contribution of digit ratio? *Journal of Personality*, 75, 663-678.
- Trivers, R., Manning, J. T., & Jacobson, A. (2006). A longitudinal study of digit ratio (2D:4D) and other finger ratios in Jamaican children. *Hormones and Behavior*, 49, 150-156.
- University of Minnesota Press (2007). Multidimensional Personality Questionnaire. <http://www.upress.umn.edu/tests/mpq.html>, Last modified date: 12.12.2007.
- Vaněk, M., & Hošek, V. (1977). *Zur Persönlichkeit des Sportlers: Untersuchung diagnostischer Methoden zur Erforschung der Persönlichkeit des Sportlers*. Schorndorf: Hofmann.

- Voracek, M., & Dressler, S. G. (2006). Lack of correlation between digit ratio (2D:4D) and Baron-Cohen's „Reading the Mind in the Eyes“ test, empathy, systemising, and autism-spectrum quotients in a general population sample. *Personality and Individual Differences*, 41, 1481-1491.
- Voracek, M., Ertl, C., Reimer, B., & Dressler, S. G. (2006). Digit ratio (2D:4D) and sporting performance: Research overview and new data from fencing and military pentathlon. *7. Wissenschaftliche Tagung der Österreichischen Gesellschaft für Psychologie*, 28.-30.04.2006, Klagenfurt.
- Voracek, M., & Manning, J. T. (2003). Length of fingers and penis are related through fetal Hox gene expression [letter]. *Urology*, 62, 201.
- Voracek, M., Manning, J. T., & Ponocny, I. (2005). Digit ratio (2D:4D) in homosexual and heterosexual men from Austria. *Archives of Sexual Behavior*, 34, 335-340.
- Voracek, M., & Pavlovic, S. (2007). The tell-tale hand: The relationship of 2D:4D to perceived attractiveness, sex typicality, and other attributes of palms. *Journal of Individual Differences*, 28, 88-97.
- Voracek, M., Reimer, B., Ertl, C., & Dressler, S. G. (2006). Digit ratio (2D:4D), lateral preferences, and performance in fencing. *Perceptual and Motor Skills*, 103, 427-446.
- Williams, J. H. G., Greenhalgh, K. D., & Manning, J. T. (2003). Second to fourth finger ratio and possible precursors of developmental psychopathology in preschool children. *Early Human Development*, 72, 57-65.
- Williams, J. M., Hoepner, B. J., Moody, D. L., & Ogilvie, B. C. (1970). Personality traits of champion level female fencers. *Research Quarterly*, 41, 446-453.
- Williams, T. J., Pepitone, M. E., Christensen, S. E., Cooke, B. M., Huberman, A. D., Breedlove, N. J., Breedlove, T. J., Jordan, C. L., & Breedlove S. M. (2000). Finger length ratios and sexual orientation. *Nature*, 404, 455-456.
- Wilson, G. D. (1983). Finger-length as an index of assertiveness in women. *Personality and Individual Differences*, 4, 111-112.
- Zimbardo, P. G., & Gerrig, R. J. (2008). *Psychologie* (18. Aufl.). München: Pearson.
- Zuckerman, M. (1988). Sensation seeking, risk taking, and health. In: M. P. Janisse (Ed.), *Individual differences, stress, and health psychology* (pp. 72-88). New York: Springer.
- Zuckerman, M. (1991). *Psychobiology of personality*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

- Zuckerman, M. (1994). *Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Zuckerman, M., Eysenck, S., & Eysenck, H. J. (1978). Sensation seeking in England and America: Cross-cultural, age and sex comparisons. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 46, 139-149.

CURRICULUM VITAE

NAME Barbara Lieselotte Elfriede Romaine Reimer

GEBURTSDATUM, -ORT 07. November 1983, Wien

STAATSBÜRGERSCHAFT Österreich

FAMILIENSTAND Ledig

AUSBILDUNG

10/ 2007	Beginn des Bachelorstudiengangs „Wirtschaftsrecht“ a. d. WU Wien
08-09/ 2005	Fachpraktikum am Institut für Psychologische Grundlagenforschung
2003	Erhalt eines Leistungsstipendiums
10/ 2001	Beginn des Diplomstudiums „Psychologie“ a. d. Uni Wien
2001	AHS – Matura
1993 – 2001	Lise-Meitner-Realgymnasium (BRG I Wien)
1989 – 1993	Evangelische VS am Karlsplatz

**BISHERIGE
BERUFSERFAHRUNG**

07-09/ 2008	Praktikum an der Medizinischen Universität Wien (Bereich: Evaluation und Qualitätsmanagement)
05/ 2008	Ercon Unternehmensberatung (Promotorin)
04/ 2008 – 07/ 2008	Verwaltungstätigkeit an der Fakultät für Psychologie der Uni Wien
11-12/ 2007	Ercon Unternehmensberatung (Promotorin eines virtuellen Warteschlangensystems a. d. Hauptpost P.S.K.)

- 03/ 2006 –
09/ 2007 Ercon Unternehmensberatung (One Promotorin, Teamleaderin diverser One- Promotiontours)
- 01-04/ 2006 Interviewerin bei market – Marktforschungs-Ges. m. b. H. & Co. KG
- 08/ 2003 –
11/ 2005 geringfügige Beschäftigung bei der Fa. Wieser & Partner (Benetton)
- 05/ 2003 Durchführung und Auswertung einer ÖH-Umfrage (Universität Wien)
- 10-11/ 2002 Beschäftigung als Wahlhelferin bei der ÖVP
- 08/ 2000 Ferial- Angestellte bei der Fa. U. & L. Saldow OHG (Benetton)
- 07-08/ 1999 Beschäftigung als Verkaufsaushilfe bei Julius Meinl

UNIVERSITÄRE ARBEIT

Martin Voracek, Clara Ertl, Barbara Reimer, & Stefan G. Dressler
Digit ratio (2D:4D) and sporting performance: Research overview and new data from fencing and military pentathlon.

7. Wissenschaftliche Tagung der Österreichischen Gesellschaft für Psychologie, 28. – 30.04.2006, Universität Klagenfurt.

(Teilnahme an der Tagung mit einem Forschungsreferat, Referent: M. Voracek)

Voracek, M., Reimer, B., Ertl, C., & Dressler, S. G. (2006). Digit ratio (2D:4D), lateral Preferences, and performance in fencing. *Perceptual and Motor Skills, 103*, 427-446.

6-Wochen-Pflichtpraktikum vom 22.08.2005 bis 30.09.2005 am Institut für Psychologische Grundlagenforschung (Arbeitsbereich: Methodenlehre und Statistik) an der Fakultät für Psychologie

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich versichere, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und alle den benutzten Quellen wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Zudem wurde diese Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form bislang keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Wien, im November 2008

Barbara Reimer