

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Psychometrische Analyse von Mental Toughness-
Skalen (SMTQ und MTQ48)
und Zusammenhänge mit sportlichem Erfolg
am Beispiel von Taekwondo-Athleten

Verfasser

Alexander Engelmann

Angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Juni 2012

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Assistenzprof. Privatdoz. MMag. DDDr. Martin Voracek

Danksagung

Mein Dank gilt zunächst Assistenzprof. Privatdoz. MMag. DDDr. Martin Voracek für seine Betreuung.

Zudem möchte ich mich bei allen partizipierenden Vereinsleitern und Athleten/innen bedanken, die dem Studienvorhaben mit Offenheit, Interesse und der Bereitschaft zur Teilnahme begegneten.

Nicht zu vergessen ist die Unterstützung meiner Familie, allen voran meiner Schwester Kristina, die mich mit ihrem leidenschaftlichen Interesse immer wieder aufs Neue aufgemuntert und motiviert hat. Natürlich danke ich ebenso meinen Eltern für ihr Vertrauen.

Schließlich gilt mein Dank auch meinen Freunden für die vielen Diskussionen und Anregungen während des gesamten Studiums.

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	7
Theoretischer Hintergrund	9
1. Psychologische Variablen sportlichen Erfolgs	11
1.1 Psychologische Faktoren exzellenter sportlicher Performance	11
1.1.1 Mental Toughness: Anfänge und Attribute.....	13
1.1.2 Mental Toughness: Definitionen und Entwicklungsmodelle.....	14
1.1.3 Mental Toughness: Das 4-C Modell	18
1.1.4 Mental Toughness: Operationalisierung und Messinstrument.....	19
1.1.5 Leistungskorrelate und soziodemographische Merkmale.....	22
1.1.6 Mental Toughness: Entwicklung, Förderung und Aufrechterhaltung.....	22
1.1.7 Mental Toughness: Stand der Forschung.....	24
1.2 Stressbewältigung, Resilienz und Performance	24
1.2.1 Resilienz: Definitionen und Kontroversen.....	24
1.2.2 Resilienz und Coping im Sport.....	25
1.2.3 Resilienz, Coping und Mental Toughness.....	26
1.2.4 Resilienz und Coping: Abschließende Betrachtung.....	27
1.3 Psychologisches Well-being	28
1.3.1 Subjektives Well-being.....	28
1.3.2 Psychologisches Well-being.....	29
1.4 Konstruktvalidierung	29
2. Physiologische Variablen sportlichen Erfolgs	30
2.1 Das Fingerlängenverhältnis	30

2.1.1	Das 2D:4D Ratio als Biomarker pränataler Hormonaktivität.....	31
2.1.2	Das 2D:4D Ratio: Korrelate.....	32
2.1.3	Das 2D:4D Ratio und Sport.....	34
2.1.4	Das 2D:4D Ratio und Martial Arts.....	35
2.2	Die Handgriffstärke.....	36
2.2.1	HGS, Testosteron und 2D:4D.....	37
2.2.2	Das 2D:4D Ratio und HGS: Abschließende Betrachtung.....	38
3.	Taekwondo.....	38
4.	Zielsetzung der Arbeit.....	41
	Empirischer Teil.....	45
5.	Methoden.....	47
5.1	Stichprobe.....	47
5.2	Materialien.....	47
5.3	Procedere.....	50
6.	Ergebnisse.....	51
7.	Diskussion.....	65
8.	Zusammenfassung.....	75
	Literaturverzeichnis.....	79
	Tabellen und Abbildungsverzeichnis.....	92
	Curriculum vitae.....	93
	Eidesstattliche Erklärung.....	95

Einleitung

Das multidimensionale Konstrukt *Mental Toughness* (MT) hat sich als wichtiger Prüfstein außergewöhnlichen Erfolgs im Höchstleistungssport etabliert (Crust, 2008; Sheard, 2010) und wird zur Erklärung der Frage herangezogen, warum es manche Athleten an die Spitze der Weltranglisten schaffen (Connaughton, Hanton, Jones, & Wadey, 2008). Variierende Definitions- und Operationalisierungsversuche führen aber zu einer mangelnden konzeptionellen Klarheit darüber, was MT ist (Jones, Hanton, & Connaughton, 2002).

Das Ziel dieser Untersuchung ist eine psychometrische Analyse von zwei bestehenden Instrumenten (SMTQ & MTQ48), die versuchen MT zu messen. Zudem wird die Beziehung zum psychologischen Well-being (PWB) und zur Resilienz untersucht, um die diskriminante und konvergente Validität von diesen Skalen zu prüfen.

Neben den genannten Konstrukten wurden das Längenverhältnis des Zeigefingers zum Ringfinger (2D:4D) und die Handgriffstärke (HGS) erhoben. Ersteres gilt als Biomarker der pränatalen Androgen-Exposition (Manning, Scutt, Wilson, & Lewis-Jones, 1998) und als Korrelat für geschlechtsspezifische, hormonell vermittelte Variablen, die sich in kognitiven, behavioralen und somatischen Eigenschaften niederschlagen (Voracek, Reimer, Ertl, & Dressler, 2006). Initial postulierten Manning und Taylor (2001) einen Zusammenhang des 2D:4D Verhältnisses mit sportlichem Erfolg. Seither gibt es eine Reihe von Studien, die diesen Zusammenhang spezifizieren (z.B. Tester & Campbell, 2007). Die HGS ist ein Indikator für den physischen Gesundheitszustand und die Funktionsfähigkeit der Muskulatur (Gallup, White, & Gallup, 2007) und wird hypothetisch mit den genannten Variablen in Verbindung gesetzt.

Neuartig ist der Versuch, sportlichen Erfolg auf der Basis von psychologischen (MT, PWB, Resilienz) und physischen Variablen (z.B. 2D:4D, HGS) vorherzusagen, wobei auch Trainingsintensität, Erfahrungsumfang sowie Gewicht und Größe kontrolliert werden. Zur Realisierung dieses Forschungsanliegens wurde eine homogene Martial Art-Stichprobe (Taekwondo-Athleten/innen) herangezogen.

Theoretischer Hintergrund

1. Psychologische Variablen sportlichen Erfolgs

Das erste Kapitel behandelt die psychologischen Variablen zur Vorhersage sportlichen Erfolgs, nämlich die Konstrukte Mental Toughness (MT), Resilienz und Well-being. Vor dem Hintergrund, dass psychologische Faktoren wichtige Ingredienzien exzellenter sportlicher Leistungen sind, wird der Eingang von MT in die sportpsychologische Forschung beschrieben. Zunächst wird dargestellt wie verschiedene Attribute bzw. Charakteristika von MT eruiert wurden, um anschließend auf konkrete Operationalisierungsversuche und den aktuellen Stand der Forschung einzugehen. Zudem wird der Zusammenhang zur Resilienz aufgezeigt und das Konstrukt des psychologischen Well-beings erläutert.

1.1. Psychologische Faktoren exzellenter sportlicher Performance

In einem Wettkampf treten Athleten/innen oder Mannschaften gegeneinander an. In den meisten Fällen gibt es eine/n Sieger/in. Im Allgemeinen wird Gewinnen in den Medien, von Coaches, Athleten/innen und Zuschauer/innen als Erfolg bewertet und Verlieren als Fehlschlag (Wilson, 1999). „Struggle for supremacy“ bezeichnet Sheard (2010, S. 1) den Ehrgeiz von Athleten/innen und Coaches, in einem Wettkampf zu triumphieren. Vor dem Hintergrund, dass mit Leistungssport in zahlreichen Disziplinen sehr hohe finanzielle Beträge umgesetzt werden, hat die Analyse derjenigen Faktoren, die exzellente sportliche Darbietungen determinieren, enorm zugenommen (Golby & Sheard, 2004). Ab einem bestimmten Leistungslevel werden die Athleten/innen von ihrer physiologischen Leistungsfähigkeit her sowie in taktischen, technischen und erfahrungsbezogenen Variablen immer homogener (Moran, 2004; Snyder, 1999; Williams, 1998). Mentale Fähigkeiten und psychologische Konditionen hervorragender Leistungen rücken deshalb immer stärker in den Fokus der Analyse und spiegeln das Bedürfnis von Athleten/innen, Coaches und Sportmanagern/innen wider, Höchstleistung vorhersagbar und kontrollierbar zu machen.

Bereits vor drei Jahrzehnten haben sich nach Privette (1983) typische Begriffe und Konzepte zur Beschreibung des optimalen Erlebens und des positiven Bewusstseinszustands während der Ausführung einer sportlichen Aktivität bei Elite-Athleten/innen kristallisiert, zum Beispiel *Peak Experience*, *Flow* oder *Peak Performance*. Die ersten zwei Begriffe sind mit dem idiosynkratischen Erleben von Ekstase und intensivem Genuss sowie der wahrgenommenen Balance zwischen Fähigkeiten und Anforderung assoziiert und letzterer verweist auf die ausgezeichnete Funktionstüchtigkeit der Leistung selbst, also einer Performance über dem sonst durchschnittlichen Level. Bei diesen Konzepten handelt es sich um sogenannte *States*, also temporäre Zustände von Aktivierung, Entspannung und Stimmungslage, die intra- und interindividuell stark variieren (Amelang &

Bartussek, 2001). Die unterschiedlichen Postulate über diese Performance States zeichnen nach Harmison (2006) kein konsistentes Bild über den Zusammenhang zwischen positiven, zeitlich fluktuierenden Stimmungslagen und Höchstleistungen im Sport.

Krane und Williams (2006) haben auf der Suche nach den Attributen dieser sogenannten *Peak Performance* eine Vielzahl an Studien analysiert und ein Review publiziert, in dem sie ein bestimmtes psychologisches Profil als Korrelat von Leistungsexzellenz annehmen. Folgende Charakteristika wurden als Träger des idealen Performance States eruiert: ein starkes Selbstbewusstsein und die Erwartung zu gewinnen, angetrieben und gleichzeitig entspannt zu sein, das Gefühl der vollen Kontrolle zu haben, hochkonzentriert und fokussiert zu sein auf die aktuellen Anforderungen, eine positive Einstellung bezüglich der Anforderungen des Sports zu haben und eine starke Entschlossenheit und Hingabe.

Dieses psychologische Profil deckt sich weitgehend mit einem Konstrukt, das in der sportpsychologischen Landschaft als *Mental Toughness* (MT) bekannt ist. Trainer/innen, Athleten/innen und die mediale Sportberichterstattung verwenden MT als Sammelbegriff für diejenige Konstellation psychologischer Faktoren, die zwischen guten und hervorragenden Sportlern/innen differenzieren kann (Gucciardi, Longbottom, Jackson, & Dimmock, 2010). Im Rahmen der akademischen Persönlichkeitsforschung haben ursprünglich Eysenck, Nias und Cox (1982) Athleten/innen als *tough-minded* bezeichnet, sofern diese höhere Scores in Dominanz, Risikoverhalten, Psychotizismus und *Sensation Seeking* einerseits und niedrigere in Ängstlichkeit und Neurotizismus, also hoher emotionaler Stabilität, andererseits, aufweisen würden. Tough-mindedness wurde auch von Catell (1957) als *Trait* (über die Zeit stabiles Persönlichkeitsmerkmal) innerhalb seiner 16 postulierten Persönlichkeitsfaktoren gehandelt und kontrastierte zum Faktor *emotionale Sensitivität* (zit. nach Sheard, 2010, S. 21). Entgegen der Konzeptualisierung von MT als Trait, vermutet Gibson (1998), es handle sich doch um einen State, der über die Erfahrung harscher Lebensereignisse ausgebildet werden würde. Sheard (2010) folgert, MT sei weder State noch Trait, sondern ein Set aus zusammenhängenden psychologischen Faktoren.

Vor dem Hintergrund, dass Forscher/innen, Athleten/innen, Trainer/innen, Zuschauer/innen und Sportbegeisterte stets die Wichtigkeit von MT für sportlichen Erfolg (z.B. Crust, 2008; Gould, Hodge, Peterson & Petlichkoff, 1987) und die Entwicklung von potentiellen Höchstleistungsathleten (Norris, 1999) hervorheben, hingegen z.B. Gould, Dieffenbach und Moffett (2002) MT bei Olympiasiegern/innen zwar als mitunter wichtigste Ingredienz für sportlichen Erfolg identifizieren konnten (82% der Trainer), allerdings kein uniformes Verständnis seitens derer, die von MT sprechen, bestand, werden folglich fünf, in der Literatur zu MT hervorstehende, Kontroversen skizziert: 1. akademische versus populärwissenschaftliche Zugänge, 2. variierende Definitionen, 3. die State vs. Trait

Diskussion, 4. der tatsächliche Anteil, den MT an Höchstleistung hat und 5. die Plastizität von MT hinsichtlich Entwicklung, Förderung und Aufrechterhaltung.

1.1.1 Mental Toughness: Anfänge und Attribute

Zunächst sind in der Literatur zwei parallel verlaufende Strömungen identifizierbar, die MT zu erfassen versuchen: 1. populärwissenschaftliche Publikationen (z.B. Loehr, 1982, 1986, 1995; Goldberg, 1999) einerseits, die vor allem auf Praxiserfahrung und Applikation aufbauen und MT aus einer pragmatischen Perspektive heraus beschreiben und 2. akademische Forschungsarbeiten, die versuchen analytisch und operational vorzugehen (z.B. Clough, Earle, & Sewell, 2002; Crust, 2008; Gould, Hodge, Peterson, & Petlichkoff, 1987; Jones, Hanton, & Connaughton, 2002, 2007). Der ersten Strömung zugehörig, lieferte Loehr (1982, 1986), einer der Pioniere in der Applikation des Konstrukts, eine Beschreibung von MT als Fähigkeit, in Krisen- oder Belastungssituationen positive Energie zu mobilisieren und eine positive Einstellung hinsichtlich Wettkampf und Herausforderung zu entwickeln. 50 Prozent der Wettkampfleistung sei nach Loehr (1986) auf MT konstituierende, erfolgsgestimmende, psychologische Faktoren zurückzuführen, nämlich Selbstbewusstsein, die Kontrollfähigkeit über negativen und positiven Energiefluss im Wettkampf, Visualisierungs- und Imaginationsfähigkeiten, ein hoher Motivationspegel und eine adäquate Einstellung bezüglich Wettkampf, Druck, Stress und Fehlern. Auch wenn die MT konstituierenden Faktoren im Sinne einer analytischen Definition nicht präzise beschrieben sind und einen zu hohen Interpretationsspielraum zulassen (Crust, 2007, 2008), hat Loehr mit dem Versuch einer Eingrenzung psychologischer Variablen, die in Summe MT repräsentieren sollten, einen entscheidenden Beitrag für den Forschungsprozess geleistet und nachkommende Bemühungen zur Charakterisierung und Konzeptualisierung angeregt.

Sowohl in der populärwissenschaftlichen Beschreibungen von MT, als auch in der akademischen Forschung wurden folglich eine Vielzahl an Attributen bzw. Komponenten ermittelt, die MT charakterisieren sollen - auch wenn es zunächst keinen Konsensus über eine rigorose, einschlägige Definition gibt (Sheard, 2010). Diese Komponenten inkludieren: das Vermögen exzessiven Stress, Wettkampfdruck und allgemeine Widrigkeiten zu bewältigen (z.B. Bull, Shambrook, James, & Brooks, 2005; Clough et al., 2002; Goldberg, 1998; Gould et al., 1987; Jones et al., 2002, 2007; Williams, 1988), Rückschläge und Leistungseinbußen zu überwinden (z.B. Gould et al., 1987; Goldberg, 1998), persistent zu sein bezüglich seiner Leistung (Gould et al., 1987; Goldberg, 1998; Jones et al., 2002; Loehr, 1995), Kritikfähigkeit und Handlungsorientierung nach schlechter Leistung (Clough et al., 2002; Loehr, 1995), eine hohe Resilienz (Clough et al., 2002; Goldberg, 1998; Loehr, 1995), die Fähigkeit sich dem Sport völlig hinzugeben und persönliche Verantwortung übernehmen zu können (Bull et al., 2005) und ein unerschütterlicher Glaube an sich selbst (z.B. Bull et al.,

2005, Clough et al., 2002; Jones et al., 2002, 2008; Thellwell, Weston, & Greenless, 2005).

Analog variieren die Charakterisierungen der Eigenschaften von mental starken Athleten/innen, die folgende, teils überlappende, Attribute einschließen: ein überdurchschnittliches Selbstbewusstsein, Optimismus und ein sehr hohes Selbstwertgefühl (Bull et al., 2005; Goldberg, 1998; Gould et al., 1987, Jones et al., 2002; Thellwell et al., 2005), Konsistenz in der Leistung (Clough et al., 2002; Loehr, 1994), absolute Hingabe und überdurchschnittliche Entschlossenheit (Clough et al., 2002; Goldberg, 1998; Jones et al., 2002; Loehr, 1984), exzellente Konzentrations- und Fokussierungsfähigkeit (Goldberg, 1998; Jones et al., 2002; Loehr, 1984; Middleton et al., 2004) sowie Kontrollüberzeugungen, Mut und Willenskraft (Gould et al., 1987; Goldberg, 1998; Loehr, 1984; Thellwell et al., 2005). Es ist ersichtlich, dass MT ein multidimensionales Konstrukt zu sein scheint und nicht ohne weiteres theoretisch und operational fassbar ist.

1.1.2 Mental Toughness: Definitionen und Entwicklungsmodelle

Die Vielzahl an Attributen wurde zunächst über qualitative Ansätze eruiert. Dieser deskriptive Zugang hat ein tieferes Verständnis von MT gefördert (Crust, 2008). Als einflussreich gilt der qualitative Ansatz von Jones et al. (2002). Um die bis dato mangelnde wissenschaftliche Annäherung zu überwinden, haben Jones et al. (2002) in einem dreistufigen, qualitativen Ansatz, der im Rahmen der Konstrukt-Theorie von Kelly (1965) anzusiedeln ist, Interviews und Fokusgruppen mit zehn Elite-Athleten/innen aus verschiedenen Sportarten als Methode der Wahl herangezogen, um einen möglichst tiefen Einblick in die sportbezogenen, individuellen Konstruktionen und die Erfahrungsvielfalt von Olympiateilnehmern/innen zu erhalten. Tabelle 1 fasst die Attribute zusammen, die aus dieser Studie hervorgehen. Weiter definieren Jones et al. (2002, S. 247) MT nun wie folgt:

„Mental toughness is having the natural or developed psychological edge that enables you to:

- Generally, cope better than your opponents with the many demands (competition, training, lifestyle) that sport places on the performer.
- Specifically, be more consistent and better than your opponents in remaining determined, focused, confident, and in control under pressure.“ (Jones et al., 2002, S. 209)

Tabelle 1: Mental Toughness Attribute und Ränge nach Jones et al. (2002)

Attribut	Rank
1. Having an unshakable self-belief in your ability to achieve your competition goals	1
2. Having an unshakable self-belief that you possess unique qualities and abilities that make you better than your opponents	3
3. Having an insatiable desire and internalized motives to succeed	4=
4. Bouncing back from performance set-backs as a result of increased determination to succeed	2
5. Thriving on the pressure of competition	9=
6. Accepting that competition anxiety is inevitable and knowing that you can cope with it	8
7. Not being adversely affected by others' good and bad performances	9=
8. Remaining fully-focused in the face of personal life distractions	11
9. Switching a sport focus on and off as required	12
10. Remaining fully-focused on the task at hand in the face of competition-specific distractions	4=
11. Pushing back the boundaries of physical and emotional pain, while still maintaining technique and effort under distress (in training and competition)	7
12. Regaining psychological control following unexpected, uncontrollable events (competition-specific)	6

Diese Definition und die eruierten Attribute haben der Forschung einen neuen Schub gegeben und zu Replikationen angeregt (z.B. Bull et al., 2005, Thellwell et al., 2005, Jones et al. 2007) - nicht zuletzt aufgrund der rigoroseren Zugangsweise, die bislang gefehlt hat. Sie impliziert zudem eine allgemeine Komponente (Bewältigung der vielseitigen Anforderungen des Sports) und eine spezifische (Konsistenz in Fokus, Konzentration, Selbstbewusstsein und Leistung). Crust (2008) kritisiert dennoch, die Definition würde eher die Folgen von MT aufzeigen und weniger die Natur des Konstrukts an sich beschreiben. Außerdem wird die State vs. Trait Kontroverse nicht aufgehoben, weil MT in Bezug auf Entwicklung und Förderung potenziell manipulierbar (developed) sein kann und gleichzeitig, im Sinne einer Prädisposition, als von Natur aus disponibles Merkmal (natural) vorhanden.

Thellwell und Kollegen (2005) konnten die Definition von Jones et al. (2002) weitgehend replizieren. Die Autoren merken als Unterschied an, dass anstatt *grundsätzlich* besser mit den Anforderungen des Sports umzugehen, die Teilnehmer ihrer Studie, nämlich Fußballer, angaben, diese Ansprüche *immer* besser zu bewältigen als der Gegner. Präsenz zu zeigen im Wettkampf, eine positive Reaktionsfähigkeit auf stressige Situationen und entspannt zu sein unter Druck beziehungsweise Wettkampfdruck sogar zu genießen, sind ergänzende Attribute, die ebenso auf eine potenzielle Intersportvarianz verweisen, welche sportsspezifisch unterschiedlichen Komponenten von MT mehr oder weniger Relevanz

zuspricht (Thellwell et al., 2005). Auch Jones et al. (2002) unterscheiden z.B. zwischen emotionalen Schmerzen (z.B. nach einer Niederlage) und physischen (z.B. bei Snooker-Athleten vs. Ruderern), wobei erstere allgemein und sportunabhängig sind und letztere über spezifische Konditionen hinweg variabel sein können.

Analog argumentieren Bull et al. (2005), dass zum Beispiel für einen Golfer insbesondere Selbst-Kontrolle beim Putten des Balles erforderlich ist, während ein Ausdauersportler persistent an seine konditionellen Grenzen gehen muss, um den höchsten Trainingseffekt zu erzielen. Beides scheinen Attribute von MT zu sein, allerdings kontrastieren sie einander in ihrer relativen Bedeutung, abhängig vom sportspezifischen Kontext. Sheard (2010) fängt diese Ambiguität auf, indem er weiterhin von einem Set von MT konstituierenden Faktoren spricht und die sportspezifischen Manifestationen lediglich als Verhaltensreaktionen bezeichnet, die sport- und anforderungsspezifisch variieren können, aber dieses Set immer voraussetzen.

Auf der Suche nach konzeptioneller Klarheit haben Bull et al. (2005) in ihrer Studie zwölf Cricket-Spieler interviewt, die von 101 Coaches als die mental stärksten der letzten 20 Jahre eingeschätzt wurden. Damit haben die Autoren vor allem jener Kritik Rechnung getragen, dass automatisch vorausgesetzt wird, Elite-Athleten/innen seien mental stark, wie z.B. in der Studie von Jones et al. (2002) - ohne andere Selektionskriterien für die Wahl der Stichprobe zu bestimmen (Crust, 2008).

Auf Basis qualitativer Datenanalysen haben die Autoren (Bull et al., 2005, S. 217 ff) fünf Dimensionen von MT eruiert: *developmental factors*, *personal responsibility*, *dedication* und *commitment*, *belief* und *coping with pressure*. Es wird insgesamt ein hierarchisches Entwicklungsmodell postuliert, welches die Variablen (einige in Klammern wiedergegeben) zur Erklärung der oben genannten Dimensionen in die Strukturkategorien *environmental influence* (*parental influence*, *childhood background*), *tough character* (z.B. *self-reflection*, *independence*, *resilient confidence*), *tough attitudes* (z.B. *exploit learning opportunities*, *belief in quality preparation*, *self-set challenging targets*) und *tough thinking* (*robust self-confidence*, *thinking clearly*) einordnet. *Tough thinking* stellt das mentale Set dar, welches letztlich die Performance determiniert und trainierbar bzw. manipulierbar ist – aber den *Tough Character* als Trait voraussetzt. Sowohl Thellwell et al. als auch Bull et al. (2005) haben sportspezifische Untersuchungen angestellt (Fußball und Cricket) und folglich deskriptive Attribute eruiert, wobei letztgenannte als innovative Essenz ihrer Studie vor allem auch den Einfluss der Umwelt (z.B. elterliche Unterstützung) für die Entwicklung und Aufrechterhaltung von MT betonen, allerdings nicht spezifizieren über welche Mechanismen dieser Einfluss vermittelt wird.

Aktuellere qualitative Ansätze zeichnen sich durch die Integration bestehenden Wissens und Anregungen aus vorangegangenen Resultaten aus (z.B. Jones, 2007,

Gucciardi, Gordon, & Dimmock, 2008). Mit dem Ziel, die ideale mentale Stärke eines/einer Athleten/in zu erkunden, haben Jones et al. (2007) ihre bisherige Definition (2002) nochmal aufgegriffen und entwickelten, analog zur Vorgehensweise ihrer ersten Studie, einen neuen, holistischen und theoretischen Rahmen für MT, der sowohl sportunabhängige als auch – spezifische Elemente beinhaltet. Es werden vier Dimensionen postuliert (inkl. Subkomponenten), nämlich *attitude/mindset* (Selbstvertrauen, Fokussierungsfähigkeit), die als globales Element von MT betrachtet wird, sowie *training* (Langzeitziele als Motivationsressource, Kontrollfähigkeit, Training am Limit), *competition* (Selbstvertrauen, Konzentration, Regulation der Performance, Druckbewältigung, Gedanken- und Emotionskontrolle, allgemeine Umweltkontrolle) und *postcompetition* (Umgang mit Niederlage oder Erfolg), die wiederum spezifische und zeitabhängige Elemente von MT darstellen (Jones et al., 2007, S. 262). In Summe wurden nun 30 Attribute eruiert, die MT konstituieren sollen und den jeweiligen Subkomponenten zugeordnet werden. Unter ‚Belief‘ fallen nach Jones et al. (2007, S. 250) z.B.: „Having an unshakable self-belief as a result of total awareness of how you got to where you are now“ oder „Having an inner arrogance that makes you believe that you can achieve anything you set your mind to“. Originär an dieser Studie ist die Stichprobe der *Superelite-Athleten/innen* (z.B. Medaillen Gewinner/innen), die nach Jones et al. (2007) MT tiefgründiger artikulieren konnten, was sich in der erhöhten Anzahl der Attributen spiegelt.

Gucciardi et al. (2008) haben ebenso ein multidimensionales Modell von MT – allerdings wieder sportspezifisch für den australischen Fußball - entwickelt und postulieren die Charakteristiken: *self-belief, work ethic, personal values, self-motivation, tough attitude, concentration, resilience, handling pressure, emotional intelligence, sport intelligence, und physical toughness*, die interaktional in allgemeinen (z.B. Herausforderung oder Rehabilitation) und wettkampfbezogenen (interner und externer Druck) Situationen über wiederum allgemeine (z.B. Konsistenz in der Leistung) und wettkampfbezogene (z.B. konstante Leistung auch bei Rückstand) Verhaltensweisen den Prozess der wechselnden Leistungsanforderungen darstellen. Die Autoren definieren MT nun wie folgt und werden vor allem der Multidimensionalität des Konstrukts gerecht (Gucciardi et al. 2008, S. 278):

MT „... is a collection of values, attitudes, behaviors, cognitions and emotions that enable you to persevere and overcome any obstacle, adversity, or pressure experienced, but also to maintain concentration and motivation when things are going well to consistently achieve your goals“.

Trotz der Definitionsvielfalt und koexistierender Konzepte, lassen sich übereinstimmende Komponenten ableiten, die durchweg als MT konstituierende Faktoren extrahiert werden und lediglich in ihrer relativen Bedeutung von Studie zu Studie variieren:

Selbstvertrauen betonen alle Autoren als tragende Komponente (z.B. Bull et al., 2005; Clough et al., 2002; Jones et al. 2002, 2007; Gucciardi et al. 2007; Loehr, 1994; Thellwell, 2005), ebenso die Fähigkeit, Stress/Wettkampfdruck und allgemeine Widrigkeiten (z.B. Niederlage, Misserfolg) abzufangen bzw. zu bewältigen (z.B. Clough et al., 2002; Jones et al., 2005, 2007; Thellwell et al., 2005). Weitere übereinstimmende Attribute sind: Fokus und Konzentration, Zielsetzung, Ausdauer, Commitment und Hingabe, Konsistenz, Kontrolle (allgemein und über Emotionen) und das Aufgehen beziehungsweise Genießen im Wettkampf sowie Herausforderungen als potenzielle Entwicklungschancen zu betrachten. Zusammenfassend resultieren aus dieser deskriptiven Zugangsweise, neben dem aufkommenden Konsens, auch Dissensen (z.B. sportspezifisch differierende Attribute und variierende Gewichtungen der Komponenten). Vor diesem Hintergrund fordern viele Autoren (z.B. Clough et al. 2002; Crust, 2008; Gucciardi et al., 2008; Sheard, 2010) außerdem operationale Methoden in die MT-Forschung einzubeziehen.

1.1.3 Mental Toughness: Das 4-C Modell

Eine der ersten operationalen Definitionen lieferten Clough und Kollegen. Die Autoren bemängeln (Clough et al. 2002), dass obgleich viele MT konstituierende Attribute eruiert wurden, eine theoretisch fundierte Rahmung fehlt und fordern weiter eine robuste psychologische Theorie, die MT vorangestellt werden soll, anstatt einer fortwährenden „Diskussion und Reflexion der gängigen Attribute“ (Clough et al., 2002, S. 37). In Anlehnung an das *Hardiness*-Konzept von Kobasa (1979) entwickelten die Autoren das 4-C Modell von MT. Die Abgrenzung zu *Hardiness* erfolgt über die Ergänzung der drei bestehenden Faktoren *Control*, *Commitment* und *Challenge* um den Faktor *Confidence*. Nach Maddi (2006) haben Individuen mit hoher Ausprägung in *Hardiness* eine höhere wahrgenommene Kontrolle über ihr Leben, sie glauben, dass obligatorische Ziele zu positiven Resultaten führen und nehmen Stressoren als Herausforderung wahr. Clough et al. (2002) haben zunächst über einen qualitativen Zugang Interviews mit Athleten/innen und Coaches geführt/analysiert und definieren MT folglich als Konstellation positiv-psychologischer Faktoren (allen voran ein unerschütterliches Selbstvertrauen), die Stress und Druck abfangen und somit eine konsistente Leistung unabhängig von situationellen Bedingungen ermöglichen kann. Der Fokus auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber sport- und wettkampfbezogenen Stressoren ist zwar gerechtfertigt, weil Stressbewältigung ein Moderator von MT zu sein scheint (z.B. Clough et al., 2002; Golby & Sheard, 2004; Golby, Sheard, & Lavalley, 2003; Gould et al., 2002; Jones et al., 2002, 2007). Er greift aber zu kurz, weil MT nicht nur Ressourcen zur Bewältigung von Stressoren wie Verletzung, Niederlage oder Rückstand bereitzustellen scheint, sondern auch solche zur Aufrechterhaltung von Motivation, Fokussierung, Konzentration, Selbstvertrauen und

Konsistenz, sowohl in negativen als auch in positiven Wettkampf- und anderen Lebenssituationen. Dennoch waren die Autoren ebenso die ersten, die eine theoretisch begründete Skala zur Messung entwickelten (s. nächstes Kapitel).

1.1.4 Mental Toughness: Operationalisierung und Messinstrumente

Gucciardi, Gordon und Dimmock (2009) verweisen hinsichtlich der Entwicklung geeigneter Instrumente auf Rigorosität im Sinne konzeptioneller und theoretischer Grundlagen inklusive psychometrischer Absicherung der Items über konfirmatorische und exploratorische Faktorenanalysen, Reliabilitätsmessungen sowie der Prüfung der konvergenten, divergenten und Kriteriumsvalidität in Theorie und Praxis. Notwendig sind also valide Messinstrumente, die MT in Summe und in einzelnen Subfaktoren abbilden. Dieser Ansatz ist ebenso wichtig, um die Vielzahl an eruierten Attributen zu bündeln und den relativen Anteil ausfindig zu machen, den MT tatsächlich an hervorragender sportlicher Leistung hat. Folgend werden Skalen vorgestellt, die besondere Aufmerksamkeit erlangt haben.

Mental Toughness Questionnaire 48 (MTQ48)

Wie bereits erwähnt haben Clough et al. (2002) im theoretischen Rahmen des Hardiness-Konzepts, zunächst den MT48 entwickelt, der das 4-C Modell operationalisiert. 48 steht für die Anzahl der Items, die auf einer fünf-stufigen Likert-Skala beantwortet werden. Ausprägungen in zunächst vier Faktoren (vgl. unten; in Klammern dargestellt: 1. die sportrelevanten Ausprägungen, 2. die interne Konsistenz der Subskalen nach Sheard, 2010, S. 64) und ein Gesamt-Score für MT können berechnet werden, wobei der Faktor Confidence die Ergänzung zum Hardiness-Konzept darstellt und in der Literatur als einer der wesentlichsten Attribute von MT gilt (z.B. Jones et al., 2007; Gucciardi et al., 2009):

Commitment: Dieser Faktor beschreibt den Grad der emotionalen und kognitiven Beteiligung beziehungsweise die Hingabe einer Person zu dem, was sie/er tut (z.B. Einstellung zum Training und Reaktion nach Niederlage; .71).

Control: meint das Ausmaß der Kontrollüberzeugungen und allgemein das Gefühl, seine Lebensbedingungen aktiv beeinflussen zu können (z.B. Fluktuationen in der Leistung, emotionale Reaktionen auf z.B. negatives Zuschauerfeedback oder falsche Schiedsrichter Entscheidungen im Wettkampf; .73)

Challenge: stellt dar, inwieweit Menschen aufkommende Probleme und stressvolle Stimuli als wachstumsfördernd und herausfordernd betrachten (z.B. Umgang mit Verletzung, negative Presse etc.; .71)

Confidence: bezieht sich auf das Selbstvertrauen eines/r Athleten/in die Ziele, die er/sie sich setzt, erreichen zu können und zwischenmenschlich durchsetzungsfähig und

selbstbewusst zu sein (z.B. Uneinigkeiten mit dem Coach kommunizieren, .80).

Nach der Modifikation des MT48 zum MTQ48, wurden die Faktoren *Control* und *Confidence* ausdifferenziert in *life control* (Kontrolle über lebenspraktische Anforderungen) und *emotional control* (Kontrolle über Emotionen) einerseits und *interpersonal confidence* (z.B. selbstbewusstes Auftreten in sozialen Interaktionen) und *confidence in abilities* (Glaube an seine Fähigkeiten) andererseits. Die Konstrukt- und Kriteriumsvalidität wurde untersucht (z.B. Crust & Clough, 2005; Kaiseler, Polman, & Nicholls, 2009; Nicholls, Polman, Levy, & Backhouse, 2008) und ebenso wird berichtet, dass Hardiness selbst positiv mit Sportperformance assoziiert sei (Maddi & Hess, 1992; Golby & Sheard, 2004). Allerdings werden weiterhin zwei Hauptkritikpunkte diskutiert, nämlich die mangelnde psychometrische Absicherung und die absent schlüssige theoretische Einbettung von MT in das Hardiness-Konzept (Sheard, Golby, & Van Wersch, 2009; Sheard, 2010).

Psychological Performance Inventory (PPI)

Der PPI geht auf Loehr (1986) zurück und gilt in punkto MT als der am häufigsten applizierte Fragebogen in der sportpsychologischen Praxis (Middleton et al., 2004). Aus 42 Items wird ein Gesamtscore errechnet sowie sieben Subscores für die Faktoren (a) *self-confidence*, (b) *negative energy control*, (c) *attention control*, (d) *visualisation* und *imagery control*, (e) *motivation*, (f) *positive energy* und (g) *attitude control* (vgl. Kap. 1.1.2). Das Ziel des Instruments ist 1. spezifische kognitiv-behaviorale Stärken und Schwächen eines Athleten zu identifizieren und 2. die Reflexivität sowie das Verständnis der Athleten bezüglich mentaler Fertigkeiten zu fördern. Trotz der Popularität des Bogens, konnten Middleton et al. (2004) die 7-Faktoren Struktur a-priori nicht bestätigen und postulieren in Folge einer explorativen Faktorenanalyse (EFA) eine 5-Faktoren Lösung. Allerdings war das Durchschnittsalter der Teilnehmer dieser Studie 13,8 (SD: 1,6) Jahre, sodass die Rückschlüsse altersbedingt verzerrt sein können. Zudem korrelierte die Alternativlösung unbefriedigend mit verwandten Konstrukten wie zum Beispiel *physical self-description* ($r = .02 - .45$), *perceptions of success* ($r = -.03 - .33$), *elite athlete self-description*, ($r = .01 - .66$) oder *flow* ($r = .02 - .70$; Middleton et al., 2004). Darüber hinaus haben Golby et al. (2007) die Faktorenstruktur getestet und berichten letztlich eine 4-Faktorenlösung (erster Ordnung), nämlich (a) *Determination*, (b) *Self-belief*, (c) *Positive Cognition* und (d) *Visualization*, die auf dem Generalfaktor MT laden. Allerdings wurde wiederholt der Faktor *Control* als wesentliches Attribut von MT berichtet (Clough et al., 2002; Thellwell et al., 2005), der im Alternativmodell von Golby und Kollegen nicht berücksichtigt ist. Zusammenfassend liefert der PPI und die postulierten Alternativmodelle keine adäquate Messung von MT.

Preliminary Australian football mental toughness inventory (PAfMTI)

Gucciardi, Gordon und Dimmock (2009) entwickelten aufbauend auf ihrem theoretischen Modells (vgl. Kap. 1.1.3) ein 24 Item langes Instrument zu Erfassung der MT bei Fußballspielern. Obwohl die 4 Faktoren-Lösung nicht kohärent ist mit den elf postulierten Charakteristiken (Gucciardi et al., 2008), finden sich diese in zumindest einem Item unter den Faktoren (a) *thrive through challenge*, (b) *sport awareness*, (c) *tough attitude* und (d) *desire to success* wieder. Schwache Korrelationen der Faktoren untereinander deuten darauf hin, dass neben einem Generalfaktor MT, verwandte, aber distinkte Komponenten gemessen werden (Gucciardi et al., 2009). Der Fragebogen ist allerdings nur im Reglement des australischen Fußballs applizierbar und für andere Sportarten nicht geeignet. Dennoch ist er erwähnenswert, weil die Dimensionalität und Validität rigoros und im Rahmen eines theoretischen Modells überprüft wurden und somit der Forderung nach operationalen Zugängen gerecht wird.

Sports Mental Toughness Questionnaire (SMTQ)

Ein Messinstrument, das ebenso integrativ die bisherige Literatur berücksichtigt, wie auch rigoros die psychometrische Absicherung intendiert, ist der SMTQ (Sheard et al., 2009). Unter Verwendung bis dato eruiertes Daten aus qualitativen Studien (Bull et al., 2005; Gucciardi et al., 2005; Jones et al., 2005, 2007; Thellwell et al., 2005) entwickelten die Autoren ein ökonomisches Instrument (14 Items), das folgende Subskalen (in Klammern die interne Konsistenz der Subskalen nach Sheard, 2010, S. 75) beinhaltet:

Confidence: zielt auf die Erfassung des Selbstvertrauens in die eigenen Fähigkeiten hinsichtlich der Erreichung seiner Ziele einerseits und des Glaubens, man sei besser/stärker als der Gegner, andererseits (.80).

Constancy: umfasst die Entschlossenheit des/r Athleten/in, die Anforderungen des Trainings und Wettbewerbs anzunehmen, die Bereitschaft Verantwortung zu übernehmen für seine Ziele hinsichtlich Wettkampf und Training, sowie eine unnachgiebige Haltung und eine hohe Konzentrations- und Fokussierungsfähigkeit (.74).

Control: reflektiert die Fähigkeit, unter Druck entspannt zu bleiben und seine emotionalen Reaktionen zu kontrollieren sowie nach unvorhersehbaren Ereignissen wieder psychologische Kontrolle zu erlangen (.71; Sheard, 2010, S. 74ff.).

Die psychometrische Absicherung ist nach Sheard et al. (2009) über konfirmatorische Faktorenanalysen (CFA) gewährleistet und zeigt gute Modell Anpassungen - ebenso ist die divergente Validität über Korrelationen mit anderen positiv-psychologischen Messinstrumenten fundiert.

1.1.5 Mental Toughness: Leistungskorrelate und Soziodemographie

Obwohl MT in der Literatur durchweg als wichtige Prerequisite von Höchstleistung berichtet wird (Clough et al, 2002; Gould et al., 2002; Jones et al, 2002, 2007; Loehr, 1984, 1994), gibt es kaum empirische Belege, die diesen Zusammenhang untermauern. Nicholls et al. (2009) konnten keine Unterschiede zwischen variierenden Leistungsrängen im Sport und MT finden und resümieren, dass physiologische, technische, taktische oder andere psychologische Attribute ebenso als Prädiktoren für Höchstleistung zu diskutieren sind. Auch Golby et al. (2004, 2010) konnten unter Verwendung des PPI ermitteln, dass eine Skala zur Messung von Hardiness besser zwischen Athleten aus unterschiedlichen Leistungsstufen im Rugby differenzieren konnte als der MT-Score des PPI. Allerdings ist zu beachten, dass die psychometrische Qualität des PPI fraglich ist. Crust und Clough (2005) berichten im Zuge der Konstruktvalidierung des MTQ48, dass in einer Ausdaueraufgabe diejenigen Teilnehmer mit höheren Scores im MTQ48 persistenter und langatmiger waren als jene mit niedrigeren Scores und attestieren dem MTQ48 die Fähigkeit, zwischen unterschiedlichen Leistungsgruppen differenzieren zu können. Ebenso haben Gucciardi et al. (2010) leistungsstärkeren Athleten (Fußballer) höhere MT Scores attestiert wie auch Kuan und Roy (2007) Gewinnern einer universitären Meisterschaft in Wushu. Dennoch bleibt der Einfluss von MT auf Elite-Performance letztlich nur spekulativ (Crust & Azadi, 2010), weil in der Regel nur geringe Zusammenhänge verzeichnet wurden. Ferner werden den einzelnen Subskalen unterschiedliche Gewichtungen zugeschrieben. Bis dato konnte die operationale MT-Diagnostik den Anteil dieses Konstrukts an sportlicher Höchstleistung nicht spezifizieren.

In Bezug auf soziodemographische Invarianz konnten Nichols et al. (2009) zeigen, dass Frauen, analog zur Literatur der Selbstbewusstseinsforschung, global und in Subfaktoren des MTQ48 durchschnittlich niedrigere Scores haben als Männer. Crust und Azadi (2010) konnten diesen Zusammenhang aber nicht replizieren. Zudem zeigte die Studie von Nichols et al. (2009) einen geringfügigen Alters- und Erfahrungseffekt hinsichtlich höherer Scores in MT mit dem Fortschreiten der Zeit und der Zunahme an Erfahrung. Die nur geringe Varianzaufklärung durch Alter und Erfahrung stützt Clough's et al. (2002) Konzeptualisierung von MT als Trait, weil sich über die Zeit hinweg nur geringe Veränderungen eingestellt haben. Dieser Tatbestand würde MT der Plastizität entkräftet.

1.1.6 Mental Toughness: Entwicklung, Förderung und Aufrechterhaltung

Dennoch verweisen viele Autoren auf eine potenzielle Manipulation mentaler Stärke. Dieser pragmatische Ansatz findet seine Berechtigung in dem Ziel, MT aufzubauen und zu fördern (z.B. Bull et al., 2005; Jones et al., 2002, 2007; Loehr, 1994; Thellwell et al., 2005). Bull et al. (2005) haben bereits auf die Schaffung eines adäquaten Motivationsklimas, die Wichtigkeit unterstützender Eltern und eine notwendige Exposition zu wettbewerblichen

Bedingungen verwiesen.

Connaughton, Wadey, Hanton und Jones (2008) haben Elite-Athleten als Stichprobe herangezogen, um interviewbasiert die Entwicklung und Aufrechterhaltung von MT zu untersuchen. Ausgehend von der Definition und den zwölf Attributen von Jones et al. (2002) berichten Connaughton et al. (2008) drei Phasen der Entwicklung, die über interdependent wirksame Mechanismen jeweils förderliche Bedingungen aufweisen sollten: 1. frühes/initials Stadium (motivationsförderndes Klima; Ermutigung durch signifikante Bezugspersonen; Erfahrung kritischer Lebensereignisse), 2. mittleres Stadium (Wettkampferfahrung inkl. Stress, Niederlage und Angst, die über Supervision signifikanter Bezugspersonen effektiv bewältigt werden können - z.B. über das Vermitteln von psychologischen Strategien) und 3. Endstadium (hohe intrinsische Motivation zu gewinnen; ein unterstützendes sportinternes und –externes soziales Netzwerk; der Einsatz fortgeschrittener psychologischer Strategien zur Bewältigung der Anforderungen des Höchstleistungssports).

Analog zu dem beschriebenen Vorgehen haben Connaughton, Hanton und Jones (2010) die Wahrnehmung von Olympiagewinnern hinsichtlich der Entwicklung und Aufrechterhaltung von MT untersucht und resümieren, dass in unterschiedlichen Karrierephasen variierende Anforderungen zu bewältigen sind, die MT fördern und aufrechterhalten. Die Empfehlungen der Studie sind 1. die Entwicklung von professionellen Trainings-Programmen für Athleten/innen und Coaches, 2. die Anwendung dieser Programme in strukturierter und disziplinierter Art und Weise, 3. der Aufbau des Selbstglaubens des/r Athleten/innen zu gewinnen und erfolgreich zu sein, 4. den Aufbau sozialer Netzwerke (professionell und privat) zu fördern und 5. solche Ziele zu setzen, die der/die Athlet/in noch nicht erreicht hat (Connaughton et al., 2010).

Beide Studien deuten darauf hin, dass MT entwickelt und anschließend aufrechterhalten werden muss und attestieren dem Konstrukt per se, entgegen der Implikationen der Konzeptualisierung von MT als Traits (geringfügig über die Zeit veränderbar), eine Plastizität, die über Training und Supervision unter günstigen Umweltbedingungen eine Entwicklung und Aufrechterhaltung ermöglicht. Connaughton et al. (2008, 2010) verweisen vor allem auf psychologische Strategien (z.B. Zielsetzung, Visualisieren etc.), die Elite-Athleten/innen angewandt haben, um Wettbewerbsdruck abzufangen und sich auf bevorstehende Stressoren vorzubereiten.

Obwohl Horsburgh, Schermer, Veselka & Vernon (2009) eine genetische Komponente nachgewiesen haben, die MT zugrunde liegt (untersucht wurden MTQ48-Ausprägungen bei mono- und dizygotische Zwillingen), sodass die Trait-Hypothese gestützt wird, verweisen Golby und Sheard (2006) ebenso auf förderliche Umweltbedingungen, die im Zusammenspiel mit genetischen Faktoren bedeutend sind. Letztendendes scheint MT ebenso als Trait zu bestehen wie gleichzeitig einen dynamischen Charakter (z.B. Einsatz von

mentalen Techniken) aufzuweisen, der anforderungs- und (entwicklungs-) phasenspezifisch bestimmte Entwicklungspotenziale nutzen muss, um vollends ausgebildet zu werden.

1.1.7 Mental Toughness: Stand der Forschung

Das Konstrukt MT als Forschungsgegenstand ist erst jüngst rigoros untersucht worden (z.B. Jones et al., 2002). Aktuell wird immer noch diskutiert, ob MT ein Trait ist (Clough et al., 2002) oder ein Set aus psychologischen Variablen (Sheard, 2010). Obwohl über qualitative Zugänge diverse Komponenten von MT eruiert sind, variieren diese sport- (Bull et al., 2005, Thellwell et al., 2005) und anforderungsspezifisch (Jones et al., 2007). Letztlich besteht keine konzeptionelle Klarheit darüber, was genau MT ist (z.B. ein Trait oder ein anforderungsabhängiges, über Training vermitteltes Set aus mentalen Skills). Ausgehend von dieser Basis werden operationalen Methoden gefordert, um den tatsächlichen Anteil ausfindig zu machen, den MT an Elite-Performance hat (Crust, 2009). Folglich sind adäquate, psychometrisch abgesicherte Skalen gefragt, um objektive Vergleiche zwischen Sportlern unterschiedlicher Leistungslevels anzustellen (Crust, 2008, 2009; Gucciardi, 2008), um den vielfach postulierten Unterschied zwischen guten und hervorragenden Athleten/innen in punkto MT empirisch zu sichern und alternative Prädiktoren, zum Beispiel Resilienz, anteilig auszuschließen. Auch wenn Instrumente zur Messung vorliegen (z.B. MTQ48, SMTQ), ist die psychometrische Qualität und Dimensionalität dieser Skalen mangelnd dokumentiert.

1.2. Stressbewältigung, Resilienz und Performance

Oft wurde MT mit Resilienz und Umgang mit Stress in Verbindung gesetzt (z.B. Clough et al., 2002; Jones et al., 2002, 2007; Thellwell et al., 2005). Dass der professionelle Leistungssport diverser Stressoren hervorbringt, ist weitgehend anerkannt (Nichols & Polman, 2007). Nach Lazarus (2000) ist das Vermögen sportbezogene Stressoren zu bewältigen, ein signifikanter Faktor, der das Scheitern eines/r Athleten/in ebenso erklärt, wie seinen/ihren Erfolg. Folgend werden neben der bestehenden Definition von Resilienz vor allem die Schnittpunkte zu MT und sportbezogenem Erleben und Verhalten aufgezeigt.

1.2.1 Resilienz: Definitionen und Kontroversen

In Bezug auf Stressmanagement stellt das Konzept der Resilienz einen geeigneten theoretischen Rahmen dar, um spezifische Manifestation resilienten Verhaltens zu untersuchen. In der psychologischen Forschung und Praxis wird Resilienz als Widerstandsfähigkeit gegenüber Stress übersetzt und meint das Phänomen, dass manche Menschen vor dem Hintergrund ausgeprägter Belastungen gesund bleiben und/oder sich vergleichsweise schneller erholen, während andere unter vergleichbaren Bedingungen

störungsanfälliger sind (Schumacher, Leppert & Gunzelmann, 2004).

Spezifischer ist die Definition von Masten, Best und Garmezy (1990), die vor allem auf drei essentielle Attribute von Resilienz verweisen, nämlich die Fähigkeit 1. vor dem Hintergrund ungünstiger Lebensbedingungen, positive Resultate zu erreichen, 2. in Zeiten akuter oder chronischer Stressbelastungen kompetent und funktionsfähig zu bleiben und 3. sich schnell von Rückschlägen erholen zu können.

In der Literatur wird auch die Frage diskutiert, ob Resilienz ein Trait ist, also ein stabiles Persönlichkeitsmerkmal (z.B. Block & Block, 1980) oder einen relationalen Ausdruck im Sinne bestimmter Resilienzkonstellationen findet, also unter bestimmten Umweltbedingungen spezifische Ressourcen bereitstellt (Staudinger, 1999). Die erste Annahme impliziert die Messbarkeit eines konsistenten und stabilen Merkmals, während die Konzeptualisierung als State vor allem den prozessualen und dynamischen Charakter hinsichtlich einer situationsbedingten Adaption sowie potenzieller Veränderung und Entwicklung über die Zeit betont.

Als Trait konzeptualisiert, suchten Waugh, Fredrickson und Taylor (2007) nach korrelativen Zusammenhängen zu Attributen, die bevorstehende Widrigkeiten abfangen und so geartet modulieren, dass eine positive Bewältigung erreicht wird. Sie nennen folgende kritische Faktoren: 1. eine balancierte Sicht auf sich selbst (Kohärenzgefühl), 2. Beharrlichkeit, 3. Selbstbewusstsein, 4. Autonomie im Sinne von Kontrollüberzeugungen und 5. einen wahrgenommenen Sinn im Leben. Diese Attribute verweisen auf einen mehrdimensionalen Ansatz, der Resilienz zu Grunde liegt. Knight (2007) postuliert zum Beispiel ein dreidimensionales Modell von Resilienz – allerdings als State konzeptualisiert – das emotionale, soziale und Zukunftsorientierungskompetenzen bereitstellt. Emotionale Kompetenz besteht aus einem positiven Selbstkonzept, emotionaler Regulationsfähigkeit und Selbstkontrolle; soziale Kompetenz meint die Fähigkeit, soziale Netzwerke aufzubauen, die auch über die Zeit stabil sind und Zukunftsorientierung verweist letztlich auf eine optimistische Einstellung hinsichtlich seiner Zukunft, die über wahrgenommenen Sinn im Leben sowie über Commitment zu dem, was man macht, vermittelt wird (Knight, 2007). Die Annahme, es handle sich bei Resilienz um einen State, impliziert, dass das Konstrukt an bestimmte, negative Situationen geknüpft ist und über Lernprozesse im Rahmen eines Vulnerabilität-Resilienz Kontinuums, welches bipolar sowohl protektive als auch Risikofaktoren abdeckt, vermittelt wird.

1.2.2 Resilienz und Coping im Sport

Nachdem Resilienz als Konkordanz positiver Entwicklung, Adaptionfähigkeit und Erreichung einer ausgeglichenen Balance nach Rückschlägen konzeptualisiert ist (Masten et al., 1990), haben Hosseini und Besharat (2010) gezeigt, dass das Konstrukt sowohl das

Leistungslevel einer Sportstudentenstichprobe wie auch das psychologische Well-being signifikant vorhersagen konnte. Wie kann man dieses Ergebnis konkretisieren und erklären?

Resilienz bedingt ein effektives Stressmanagement sowie schnelle Erholung nach Rückschlägen und manifestiert sich im sogenannten psychologischen *Coping*. Coping beschreibt, über welche Mechanismen ein Individuum Stressoren bewältigt. Auch innerhalb der Coping-Forschung wird diskutiert, ob es sich um einen stabilen und konsistenten Bewältigungsstil handle, der aus einem Set aus spezifischen Strategien besteht und situationsunabhängig zum Ausdruck kommt (Carver, Scheier, & Weintraub, 1989), oder um ein prozessuales, dynamisches Merkmal, das Stressbewältigung interaktional aus personeninternen (Glaubenssätze über das Selbst, seine Ziele und Werte) und -externen (z.B. situationsbezogenen) Bedingungen moderiert (Lazarus, 1999). Eine gängige und einflussreiche Definition von Coping lieferten Lazarus & Folkman (1984, S. 141): „...constantly changing cognitive and behavioural efforts to manage specific external and/or internal demands that are appraised as taxing or exceeding the resources of the person“. Coping ist demnach ein dynamischer Adaptionprozess auf kognitiver und Verhaltensebene, der durch situationsbedingte Stimuli hervorgerufen wird.

Nichols und Polman (2008) resultieren in ihrem Review zu Coping im Sport, dass die Mehrzahl der 62 analysierten Studien den transaktionalen Charakter der Stressbewältigung befürwortet. Die Autoren resümieren zudem, dass 1. Coping im Trainingsverhalten als konsistentes Merkmal eruiert wurde, während im Wettkampf dynamische Adaption notwendig ist, 2. unterschiedliche Copingstrategien bei vergleichbaren Stressoren angewandt wurden, 3. unterschiedliche Copingstile (z.B. emotional-fokussierte, kognitiv-problemorientierte, vermeidungsorientierte) existieren, die über personenspezifische Parameter vermittelt werden (z.B. Selbstwertgefühl, Selbstbewusstsein, Motivation etc.), und Sport-Performance beeinflussen. Somit stellen bestimmte Coping-Strategien günstige Stress- und Problembewältigung in Aussicht.

1.2.3 Resilienz, Coping und Mental Toughness

Wie in Kapitel 1.1 angeführt, wurde im Rahmen der qualitativen Forschung zu MT stets die Bedeutung von einem effektiven Umgang mit Stress und Druck betont. In Folge der Entwicklung von adäquaten MT-Skalen wurde die Komponente Coping in ihrer relativen Bedeutung zu MT spezifiziert. Ein Ergebnis ist, dass unter Verwendung des MTQ48, höhere MT-Scores eine niedrigere wahrgenommene Stressintensivität und höhere emotionale Kontrolle über selbstberichtete Stressoren vorhersagen konnten. Zudem korrelierten hohe Scores positiv mit problemorientierten Strategien (aktives Coping, z.B. Suche nach Information, Planung, Bereitstellung von Energie zur Bewältigung) und negativ mit emotionsfokussierten (emotionale Unterstützung suchen, Humor, Emotionsventilation,

Wunschdenken, Selbsttadel) und vermeidungsorientierten (Leugnung, Vermeidung; Kaiser, Polman & Nicholls, 2009).

Im Kontext der Rehabilitation nach Verletzungen haben Athleten/innen mit höheren MT-Scores, die Verletzung an sich als weniger bedrohlich wahrgenommen und sich seltener als anfällig für zukünftige Verletzungen beschrieben, hatten zudem eine höhere Schmerztoleranz, waren seltener verzweifelt bei unerträglichen Schmerzen und hatten eine geringere Compliance zu Rehabilitationsmaßnahmen, weil sie möglicherweise aufgrund ihres hohen Selbstbewusstseins und Kontrollüberzeugungen meinten, weniger Unterstützung zu benötigen (Levy et al., 2006). Analog zu Jones et al. (2002) folgern Levy et al. (2006), dass MT den Einsatz problemorientierter Copingstrategien zum Umgang mit Schmerz vermittelt und somit eine höhere Schmerztoleranz bewirkt.

Dass MT bestimmte Copingstrategien begünstigt, haben auch Nicholls et al. (2008) gezeigt. Höhere Scores korrelierten zum Beispiel nicht mit dem Bedürfnis nach sozialer Unterstützung bei Problemen, Emotionsventilation und Entspannung, was suggeriert, dass MT auch bedeuten könnte, aufkommende Probleme eigenständig lösen zu wollen ohne Rückgriff auf Ressourcen anderer. Analog zu bisherigen Ergebnissen berichten Nicholls et al. (2008), dass höhere Scores in MT nicht mit ablenkungsorientierten (z.B. Distanzierung und mentale Zerstreuung) Copingstrategien und Pessimismus korrelieren, aber umso mehr mit Optimismus und anforderungsorientierten Strategien (z.B. mentale Gedanken- und Imaginationskontrolle, logische Analyse, Aufwendung von Anstrengung zur Problembewältigung). In Folge dieser Ergebnisse scheint die Schlussfolgerung naheliegend, dass mental starke Athleten/innen eine geringere affektive Intensität bei Konfrontation mit negativen Stimuli aufweisen würden als mental schwächere. Allerdings konnte Crust (2009) diese Annahme nicht bestätigen. Das wiederum schließt nicht aus, dass mental stärkere Athleten/innen dennoch Emotionen besser kontrollieren und bewältigen können – analog zu der oftmals berichteten Kontroll- und Bewältigungsfähigkeit, auch wenn die erlebte Intensität invariabel ist.

1.2.4 Resilienz und Coping: Abschließende Betrachtung

Coping Strategien determinieren, analog zu Connaughton et al. (2008, 2010) und Crust (2009), sportlichen Erfolg, sofern Athleten/innen mit hohen Kontrollüberzeugungen problem- bzw. anforderungsorientierte Strategien wählen (Kaiser et al, 2009), während für Athleten/innen mit geringen Kontrollüberzeugungen emotionsfokussierte zielführender sind (Nicholls et al., 2007). Ebenso konnte Resilienz das sportliche Leistungslevel einer Studententstichprobe vorhersagen (Hosseini et al, 2010) und wird konsistent als Konstitut von MT berichtet (z.B. Clough et al., 2002, Gucciardi et al., 2009).

1.3. Psychologisches Well-being

Das Interesse an Well-being und der Frage, was ein „gutes“ Leben ausmacht, hat sich in den letzten Jahrzehnten gesteigert (Abbott et al., 2006; Keyes, Shmotkin, & Ryff, 2002). Grundsätzlich lassen sich zwei Forschungstraditionen und -perspektiven erkennen, die Well-being untersuchen, nämlich 1. Glücksforschung, die vor allem globale, affektive und hedonistische Dimensionen, wie die Balance und/oder Differenz zwischen einem positiven versus negativen emotionalen Tonus und Lebenszufriedenheit untersucht (Kafka & Kozma, 2002) und als *subjektives Well-being* (SWB) gehandelt wird, und 2. die Erforschung der existenziellen Herausforderungen eines Menschen vor dem Hintergrund seiner Potenziale (z.B. Setzung sinngebender Ziele, Persönlichkeitsentwicklung, soziale Beziehungsgestaltung; Keyes et al., 2002), die in Summe das sogenannte *psychologische Well-being* darstellen (PWB; Ryff, 1989, Ryff & Keyes, 1994). Beide Traditionen sind in humanistischen Werten eingebettet und versuchen diejenigen Kapazitäten des menschlichen Erlebens und Verhaltens zu präzisieren, die ein „gutes“ Leben ausmachen.

1.3.1 Subjektives Well-being

Zwecks des Monitorings sozialer Veränderung und der Entwicklung und Evaluation sozialpolitischer Ziele hat sich das SWB als Indikator für die Lebensqualität eines Individuums oder einer Gruppe angeboten und verweist gleichsam auf die subjektive Bewertung objektiver Realitäten (Keyes et al., 2002). Lebenszufriedenheit und Glück sind die Kernattribute des SWB, wobei ersteres auf eine über den Moment hinausgehende Bewertung und Reflexion des eigenen Lebens abzielt und letzteres auf die Bewertung der Summe seiner affektiven Gemütszustände (Lucas, Diener & Suh, 1996).

Nach Keyes et al. (2002) waren in der Erforschung des SBWs Fragen aufgekommen, die sich auf die Kurz- und Langzeitvariabilität des SWBs beziehen. Diesbezüglich wurde zum Beispiel diskutiert, dass der Prozess der Adaption negative externe Einflüsse auf das Individuum abschwächt und somit die Basisrate des SWBs wiederherstellt, dass Vergleichsprozesse zwischen internen Standards und aktuellen Erfahrungen moderierend auf das SWB einwirken und dass Zielsetzungssysteme in Folge persönlicher Werte und Wünsche bestimmte Ziele priorisieren, um SWB zu erreichen (Keyes et al., 2002).

Ryff kritisierte bereits 1989, dass die Messinstrumente zur Erfassung des SWBs keine theoretische Fundierung aufweisen, zudem keine validierenden Kriterien bei der Messung inkludiert wurden und viele positiv-psychologische Komponenten, die die Funktionstüchtigkeit eines Menschen beeinflussen, nicht miteinbezogen waren.

1.3.2 Psychologisches Well-being

Im Tenor der humanistischen Psychologie bemängelten Ryff (1989) und Ryff und

Keyes (1994), dass Lebenszufriedenheit sowie positiver und negativer Affekt die einzigen, singulären Komponenten des Well-being darstellen und postulierten ein multidimensionales Konstrukt zur Prüfung unterschiedlicher Komponenten der Funktionstüchtigkeit eines Individuums. Diese Dimensionen inkludieren *Autonomie* (das Gefühl, unabhängige bzw. „freie“ Entscheidungen treffen zu können sowie eine intrapsychische Regulationsfähigkeit und Unabhängigkeit aufzuweisen), *Sinn im Leben* (aktive Lebensgestaltung hinsichtlich Sinnggebung und Zielsetzung), *Selbstakzeptanz* (Bewusstsein über seine Stärken und Schwächen und Akzeptanz beider), *positive Beziehungsgestaltung* (langanhaltende und befriedigende soziale Beziehungen knüpfen und aufrechterhalten), *Umweltkontrolle* (aktive Gestaltung der Umwelt nach persönlichen Bedürfnissen) und *Persönlichkeitsentwicklung* (seine Potenziale und Stärken stets neuen Herausforderungen aussetzen, um sich weiter zu entwickeln; Ryff & Singer, 2008).

Basierend auf der Integration entwicklungs- und gesundheitspsychologischer sowie klinischer Theorien und Studien, entwickelte Ryff (1989) die Skalen zur Messung des psychologischen Well-being (SPWB), um die sechs genannten Faktoren zu operationalisieren. Die SPWB sind bis dato vielfach zur Anwendung gekommen (Abott et al., 2006) und werden bezüglich ihrer psychometrischen Qualität kontrovers diskutiert. Zum Beispiel behaupten Springer, Hauser und Freese (2006) die 6-Faktoren-Struktur sei nicht haltbar, weil die Dimensionen zu hoch miteinander korrelieren und somit keine distinkten Faktoren darstellen, wie theoretisch intendiert ist. Die Autoren haben zur Prüfung der psychometrischen Eigenschaften drei repräsentative Stichproben herangezogen. Auch Kafka und Kozma (2002) fanden in ihrer Untersuchung heraus, dass die Items nicht auf den postulierten 6 Faktoren geladen haben. Andererseits argumentieren viele Autoren, dass die 6-Faktoren Struktur bestätigt wurde (z.B. Clarke et al., 2001; Van Dierendonck, 2004) und psychologische, soziodemographische und biologische Korrelate ebenso die Validität untermauern (Ryff, 2006).

1.4 Konstruktvalidierung

Eine axiomatische Basis innerhalb der psychologischen Diagnostik bildet die Prüfung der Validität von Messinstrumenten, die versuchen, latente (nicht-sichtbare) psychologische Konstrukte zu erfassen. Validität - als Gütekriterium für ein Instrument - zielt auf die Erfassung der Qualität einer Operationalisierung theoretisch postulierter Kausalzusammenhänge. Sie ist also ein Maß dafür, inwieweit die erhobenen Daten das zu messende (latente) Konstrukt tatsächlich auch repräsentieren. Schon 1955 verwiesen Cronbach und Meehl auf die Notwendigkeit, folgende Schritte bei der Validierung eines Messinstruments zu beachten: 1. Artikulation der theoretischen Konzepte und deren Wechselbeziehungen zueinander, 2. Entwicklung von Instrumenten zur Messung des

hypothetischen Konstrukts und 3. die empirische Überprüfung der Beziehung zwischen diesen latenten Konstrukten und den manifesten Äußerungen. Der Anspruch der Konstruktvalidierung entspricht somit (auch) der Robustheit der Theorie, die das jeweilige Konstrukt untermauert.

Ein Ansatz, die Konstruktvalidität zu erfassen, bilden die *Multi-trait-multi-method* Matrix (MTMM-Matrix; Campbell & Fiske, 1959). Die Inspektion dieser Matrix, einschließlich der hypothesengeleiteten Analyse der Interkorrelationen zwischen verschiedenen Traits und differierenden Erhebungsmethoden, liefert Aufschluss darüber, wie gut ein Konstrukt validiert ist. Die Indikatoren dieser Form der Validierung sind die konvergente Validität (unterschiedliche Erhebungsinstrumente zu Erfassung eines Konstrukts sollten hoch miteinander korrelieren = hohe *mono-trait-hetero-method* Korrelation) und die diskriminante Validität (Güte der Unterscheidung zwischen den Konstrukten auf Basis unterschiedlicher Erhebungsinstrumente = niedrige *hetero-trait-mono-method* Korrelation). Die Applikation verschiedener Instrumente zur Erfassung verschiedener Traits hat bei derselben Stichprobe zu erfolgen.

Diese Methode wird herangezogen, um die konvergente Validität der MT-Skalen SMTQ und MTQ48 zu prüfen sowie die diskriminante Validität dieser Skalen in Relation zur Resilienz und zum psychologischen Well-being zu analysieren. Resilienz und Well-being eignen sich besonders für die Konstruktvalidierung. Zum einen wurden MT-Komponenten eruiert, die über Resilienz hinausgehen – obgleich Resilienz selbst ein Konstitut des Konstrukts darstellt - und zum anderen liefern die Skalen zur Erfassung des psychologischen Well-being's die Möglichkeit, hypothetisch sowohl verwandte, als auch distinkte Subskalen systematisch zu analysieren.

2. Physische Variablen sportlichen Erfolgs

Das zweite Kapitel widmet sich den physischen Variablen der vorliegenden Arbeit. Zunächst wird das Fingerlängenverhältnis samt seiner Korrelate zu anderen psychologischen und biologischen Variablen dargestellt, um vor allem den Zusammenhang zum sportlichen Erfolg aufzuzeigen. Im zweiten Teil wird auf die Handgriffstärke als Variable eingegangen.

2.1 Das Fingerlängenverhältnis

Das Verhältnis des Zeigefingers (2D) zum Ringfinger (4D) wird in der Literatur als *2D:4D Ratio* bezeichnet und gilt als mutmaßlicher Marker für pränatale Androgen-Aktivität, insbesondere Testosteron, die über bestimmte Gene (Homeobox) vermittelt, das Wachstum der Gonaden und Finger kontrolliert (während des ersten Trimesters der Gestation; Kondo, Zakany, Innis, & Duboule, 1997; Manning, Scutt, Wilson, & Lewis-Jones, 1998). Manning et

al. (1998) postulierten originär, dass postnatal eine geschlechtstypische, morphologische Variation dieses Verhältnisses sichtbar ist, in der Frauen tendenziell einen kürzeren Zeigefinger verglichen zum Ringfinger aufweisen ($2D:4D \geq 1$), während Männer im Mittel einen längeren Ringfinger haben, sodass sich bei letzteren im Durchschnitt ein kleineres Verhältnis zeigt ($2D:4D \leq 1$). Dieser Geschlechtsunterschied ist interkulturell stabil – obgleich die jeweils gemittelten Werte von $2D:4D$ zwischen den Angehörigen verschiedener Nationalitäten durchaus variieren (Manning et al., 2000; Manning, Churchill, & Peters, 2007).

Die Resonanz auf die von Manning et al. (1998) publizierte Studie war primär, aber nicht ausschließlich, innerhalb des Forschungszweigs der Psychologie hoch, was sich in ca. 450 Publikation niederschlägt (Voracek, 2011) - nicht zuletzt, weil nun ein indirektes (nicht-invasives), einfaches und leicht zugängliches Instrument zur Erforschung pränatal organisierender, hormoneller Effekte auf die Entwicklung des Gehirns und folglich menschlichen Erlebens und Verhaltens vorlag (Cohen-Bendahan, van de Beek, & Berenbaum, 2005).

2.1.1 2D:4D als Biomarker pränataler Hormonaktivität

Die biologischen und genetischen Mechanismen von $2D:4D$ wurden nach dem initial von Manning et al. (1998) postulierten Geschlechtsdimorphismus in korrelativen Studien (nicht-invasiv) einerseits und experimentellen Designs inklusive invasiver Manipulation (vor allem in Tierversuchen) andererseits, untersucht, wenngleich die Studie selbst auf Basis von statistischen Zusammenhängen gezeigt hat, dass $2D:4D$ bei Männern negativ mit der Testosteronkonzentration und Spermienanzahl korrelierte, ab dem zweiten Lebensjahr stabil ist (siehe auch: McIntyre, 2006), diese Zusammenhänge in der rechten Hand stärker waren (siehe auch: Manning et al., 2007) und Männer tendenziell und signifikant ein kleineres Verhältnis aufweisen als Frauen. McIntyre (2006) folgerte in seinem Review, dass die pubertäre Entwicklung, die grundsätzlich von erhöhter Hormonzirkulation begleitet wird, keinen Einfluss auf die Stabilität von $2D:4D$ nimmt. Ebenso haben metanalytische Daten ergeben, dass die Hormonkonzentration im Erwachsenenalter nicht mit $2D:4D$ assoziiert ist, sodass das Verhältnis lediglich die frühe Androgen-Exposition in utero spiegelt und nicht das gegenwärtig zirkulierende Testosteronlevel (Hönekopp, Bartholdt, Beier, & Liebert, 2007).

Aktuell haben Zheng und Cohn (2011) in einer experimentellen Untersuchung zusätzlich zur Aufklärung über die genetischen Mechanismen beigetragen, um die korrelativen Zusammenhänge zu untermauern. Die Autoren berichten, dass die Deaktivierung des Androgen (bzw. Östrogen) Rezeptors bei Mäusen in einem bestimmten Zeitfenster der pränatalen Entwicklung, das Wachstum des Ringfingers (bzw. Zeigefingers) abschwächte und lieferten damit eine experimentelle Validierung für den Einsatz von $2D:4D$ als Index der uterinen Hormonkonzentration, obschon Lutchmaya, Baron-Cohen, Raggatt,

Knickermeyer und Manning (2004) bereits einen negativen Zusammenhang zwischen einem hohen Testosteron zu Östrogen Verhältnis im Fruchtwasser und dem Wachstum des Ringfingers (4D) nachgewiesen haben. Konsistent mit diesen Ergebnissen entwickelten Männer mit einer Androgeninsensitivität ein typisch 2D:4D (Berenbaum, Bryk, Nowak, Quigley, & Moffat, 2009).

Folgend werden einige Befunde skizziert, die 2D:4D vor dem Hintergrund des von Manning et al. (1998) postulierten Geschlechtsdimorphismus, hypothetisch mit physiologischen, morphologischen und psychologischen Merkmalen in Verbindung brachten, um im Anschluss sportbezogene Resultate aufzuzeigen.

2.1.2 2D:4D Ratio: Korrelate

Fink, Neave und Manning (2003) lieferten Evidenz für Zusammenhänge mit körperformkonstitutiven Variablen: ein maskulines Verhältnis korrelierte in beiden Geschlechtern mit dem Body-Mass-Index (BMI) und dem Taillen-Hüftverhältnissen (*waist-to-hip* ratio; WHR) und bei Frauen negativ mit dem Taillen-Brust Verhältnis (*waist-to-chest* ratio; WCR), wobei tendenziell stärkere Zusammenhänge bei Frauen festgestellt wurden (v.a. negative Korrelation zwischen 2D:4D und WHR sowie WCR) und bei Männern das L2D:4D (Fingerlängenverhältnis der linken Hand) mit dem BMI korrelierte. Auch Gesichtsattraktivität wurde bei beiden Geschlechtern mit 2D:4D Verhältnis assoziiert (negativ bei Männern und positiv bei Frauen; Fink, Manning, Neave, & Grammer, 2004).

Manning (2008) hat inferenzstatistische Belege generiert, in denen 2D:4D als Prädiktor für kardiovaskuläre Effizienz, Infarkte, Brustkrebs und immunologische Dysfunktionen diskutiert wird. Diesbezüglich ist vor allem das diagnostische Potenzial des 2D:4D Verhältnisses in der Früherkennung vieler Krankheiten von Interesse (Manning & Bundred, 2000).

In Bezug auf psychologische Faktoren wurden z.B. Persönlichkeitsmerkmale (z.B. *Big Five*, Dominanz, Sensation Seeking etc.) untersucht (z.B. Austin, Maning, McInroy, & Mathews, 2002; Fink, Manning, & Neave, 2004) – auch wenn bis dato keine konsistent-systematischen Geschlechtsunterschiede verzeichnet werden können. Dominanz beispielsweise wurde als negatives Korrelat von 2D:4D Verhältnissen bei Männern und Frauen berichtet (Manning & Fink, 2008) und indes als nicht-signifikante Assoziation verworfen (Putz, Gaulin, Sporter, & McBurney, 2006). In einer Studie wurden Neurotizismusscores und Unsicherheitsvermeidung als positives Korrelat von 2D:4D bei Männern referiert (Manning & Fink, 2011), in einer anderen wurden kleine positive Assoziationen von Neurotizismus und Sensation Seeking hingegen nur bei Frauen eruiert (Neave, Laing, Fing, & Manning, 2003).

Manning (2008) argumentiert, dass vor dem Hintergrund geschlechtsvermittelter

Persönlichkeitsunterschiede (z.B. Aggression als typisch männliches Merkmal, das anteilig auf genetische Faktoren und den Testosteronspiegel zurückführbar ist [Campbell, 1997]), das 2D:4D Ratio die Variation innerhalb eines Geschlechts erklären könnte. Metanalytische Daten zum Zusammenhang von Aggression und 2D:4D haben diese Argumentation nicht stützen können – auch wenn bei Männern konsistent, kleine (meist nicht-signifikante) und negative Korrelationen verzeichnet werden (Hönekopp & Watson, 2011).

Nichtdestotrotz fanden Fisher, Rich, Island und Marchalik (2011) in einer Online-Stichprobe korrelative Zusammenhänge zwischen dem *Fisher-Rich-Island Neurochemical Questionnaire* (FRI-NQ), der auf vier Dimensionen (Testosteron-, Östrogen-, Dopamin- und Serotoninskala) neurochemisch bedingte, geschlechtsdimorphe Verhaltensmerkmale erfasst, und 2D:4D, sodass geschlechtsspezifische Ausprägungen (im Zusammenhang mit dem 2D:4D Ratio) in bestimmten Persönlichkeitsdimensionen nicht verworfen werden können.

Andere signifikante Zusammenhänge mit von 2D:4D wurden in Bezug auf Karriereinteressen (Weis, Firker, & Henning, 2007), Risikoverhalten in finanziellen (Coates, Gurnell, & Rustichini, 2009) sowie privaten und sozialen Situationen (Stenstrom, Saad, Nepomuceno, & Mendenhall, 2011), Präferenzen zu aggressionsgeladenen Entertainment-Inhalten (TV, Internet, Videospiele; Huh, 2011), kognitiven Fähigkeiten wie räumlichem Vorstellungsvermögen (z.B. Kempel et al., 2005; Tlauka, Williams, & Williamson, 2008), sexuelle Orientierung bei beiden Geschlechtern (z.B. Hyper- vs. Hypomaskulinisierung; Hall & Love, 2003; Lippa, 2003; McFaden et al., 2005; Rahman & Wilson, 2003) und Geschlechtsrollenidentität (Csatho et al., 2003) – obwohl Voracek, Pietschnig, Nader und Stieger (2011) den letztgenannten Zusammenhang nach einer Metaanalyse nicht stützen konnten – berichtet.

In der Regel werden nur schwache Zusammenhänge und Effektstärken referiert, die ebenso oft verschwinden, wenn man Moderatorvariablen kontrolliert. Einige Autoren diskutieren diesbezüglich methodische Probleme in der 2D:4D Forschung (z.B. Caswell & Manning, 2009; Hönekopp et al., 2011), wobei auch eine potenziell mangelnde Sensitivität des pränatalen *Primings* zur Aufklärung geschlechtsdimorpher Unterschiede in Betracht gezogen wird (z.B. Berenbaum et al., 2009).

Manning und Fink (2011) erwägen, dass unterschiedliche Resultate auch in Folge direkter (Digital Vernier Caliper) versus nicht-direkter (Scans, Kopien, Farbabdrücken oder Röntgenbildern) Messungen des 2D:4D Ratio entstehen könnten, die unsystematische Variationen hervorbringen. Ein Vergleich der Erhebungsmethoden zeigte aber eine gute Messgenauigkeit (Reliabilität) zwischen .75 und .95 unter den verschiedenen Erhebungsinstrumenten (Allaway, Bloski, Pierson, & Lujan, 2009; Kemper & Schwerdtfeger, 2009).

2.1.3 2D:4D Ratio und Sport

Evolutionspsychologisch gilt Sport als stellvertretend für diverse typisch-maskuline Eigenschaften (z.B. gutes räumliches Vorstellungsvermögen, Ausdauer, körperliche Fitness und Stärke), die ursprünglich im Rahmen der von Darwin postulierten natürlichen Auslese wichtige Selektionskriterien bei der Partnerwahl darstellten (Manning & Taylor, 2001). Vor dem Hintergrund dieser Idee wurde das 2D:4D Verhältnis - als Marker organisierender Androgen-Exposition in utero und konform mit Belegen, die Testosteron mit sportlicher Leistung assoziieren (z.B. Bardin und Catterall, 1981; Manning, 2002a) – als Prädiktor für sportlicher Leistung untersucht (Manning et al., 2001). Tatsächlich konnte diese originäre Studie über die Messung des 2D:4D Ratio zwischen Fußballern unterschiedlicher Ligen bis hin zu internationaler Wettbewerbsteilnahme in Richtung der Hypothesen (z.B. negativer Zusammenhang zwischen 2D:4D und Leistungslevel) differenzieren. Dieses Resultat hat eine Welle weiterer Untersuchungen ausgelöst, die unterschiedliche Sportarten und Stichproben inklusive der Kontrolle von Erfahrungs- und Altersvariablen sowie Einbezug psychologischer Dispositionen und kognitiver Leistungsfaktoren untersuchten (z.B. Tester & Campbell, 2007). Zusammenfassend resultieren Hönekopp und Schuster (2010) nach der metaanalytischen Auswertung von 21 Studien einen konsistenten negativen Zusammenhang ($r = -.28$) zwischen athletischem Können und 2D:4D. 2011 resümieren Hönekopp und Watson zudem, dass dieser Zusammenhang innerhalb der 2D:4D Forschung wohl der sicherste sei.

Die Hypothese des Effekts der pränatalen Androgenisierung auf sportliche Leistung hat viele Erklärungsansätze. Manning (2002a,b) sowie Manning, Morris und Caswell (2007) diskutierten beispielsweise, dass behaviorale Eigenschaften wie Durchsetzungsfähigkeit und Dominanz mit Testosteron assoziiert sind und die Bereitschaft zu und Frequenz von sportlicher Aktivität erhöhen könnten. Diese Diskussion wurde vor dem Hintergrund folgender Ergebnisse geführt, nämlich 1. dass die Bestzeiten von Skiläufern negativ mit maskulineren 2D:4D Verhältnissen korrelierten, unabhängig von Geschlecht, Alter oder Erfahrung, und Skifahrer, verglichen zu einer Kontrollgruppe aus der Population, kleinere Fingerlängenverhältnisse aufwiesen (Manning, 2002b) und 2. Männer und Frauen, die höhere Geschwindigkeiten beim Ausdauerrennen (Mittelstrecke) erreichten, auch kleinere (maskuline) 2D:4D aufwiesen (Manning et al., 2007).

Weitere Evidenz für ein maskulines 2D:4D als Prädiktor für bzw. Korrelat von sportbezogene/n Variablen wurde in Bezug auf physische Fitness bei Jungen sowie Mädchen (erstere vor allem in der rechten Hand; letztere in beiden Händen; Hönekopp, Manning & Müller, 2006) und Rankings im Fechten, die – obwohl statistisch nicht-signifikant – auf eine Assoziation zwischen maskulinen 2D:4D und jeweils höheren aktuellen und früheren Platzierungen hingewiesen haben (Voracek, Reimer, & Ertl, 2006), geliefert. In einer

nachfolgenden Studie konnten Voracek, Reimer und Dressler (2010), unter Kontrolle von Erfahrungs- und Persönlichkeitsvariablen, mit 2D:4D zwölf Prozent inkrementeller Varianz der abhängigen Variable (Leistung) erklären. Die Autoren diskutieren vor dem Hintergrund der Inkonsistenzen mancher 2D:4D Studien, dass z.B. die Stichprobengröße (bzw. Teststärke) als Erklärung für nicht-replizierte Ergebnisse oder Null-Effekte herangezogen werden kann.

Dennoch wurden bis dato diverse weitere Belegen geliefert, die den postulierten Zusammenhang zwischen Athletik und der indirekten Messung des hormonellen Primings in utero untermauern. Sportspezifische Belege inkludieren neben den genannten (z.B. Fußball, Ski, Fechten) ein kleineres 2D:4D bei z.B. Sumo-Ringern, die bessere Gewinnraten und Platzierungen aufwiesen (Tamiya, Youn Lee, & Ohtake, 2011), bei schnelleren (männlichen) Sprint-Läufern über verschiedene Distanzen – allerdings lag die Effektstärke bei ca. zwei Prozent (Manning & Hill, 2008), bei Rugby-Spielern in Relation zu deren Erfolgsquoten, wobei das R2D:4D und die Differenz von R2D:4D und L2D:4D prädiktiver waren als das L2D:4D (Bennet, Manning, Cook, & Kilduff, 2010) und bei (männlichen) Surfern, deren Leistung an der Einschätzung von Coaches gemessen wurde (Kilduff, Cook, & Manning, 2011).

In der Untersuchung von sportgemischten Stichproben wurden ebenfalls signifikante Zusammenhänge geliefert. Paul, Kato, Hunkin, Vivekanandan und Spector (2006) untersuchten 607 Frauen und berichten eine negative Korrelation zwischen dem Leistungslevel im Sport und 2D:4D, wobei nur Läuferinnen (37% der Stichprobe) einen signifikanten Effekt zeigten, während andere Sportarten nur trendmäßig (statistisch) negativ mit dem 2D:4D Ratio assoziiert waren. Giffin, Kennedy, Jones und Barber (2011) haben Universitätssportler mit studentischen Nicht-Athleten/innen verglichen und resümieren, konsistent zu anderen Studien, dass Athleten/innen beider Geschlechter durchweg ein kleineres 2D:4D aufweisen als Nicht-Athleten/innen. Wiederum mit weiblichen Athletinnen (internationalen und nationalen Gewinnerinnen in diversen Disziplinen) als Stichprobe, haben Pokrywka et al. (2005) ebenso einen signifikant negativen Zusammenhang ermittelt.

Obschon diese nicht-kausalen Zusammenhänge konsistent scheinen, bleiben offene Fragen, wie diese Assoziationen zustande kommen. Nachdem behaviorale Merkmale sowie Alters- und Erfahrungseffekte kontrolliert wurden (z.B. Tester et al., 2007; Voracek et al., 2006, 2010), rücken vor allem auch physische Attribute sportbezogener Leistung in den Fokus der Analyse. Kardio-respiratorische Messungen beispielsweise (z.B. max. Sauerstoffverbrauch pro Atemzug) korrelierten bei Jungen negativ mit der Differenz von R2D:4D und L2D:4D (allerdings nicht das isolierten 2D:4D der jeweiligen Hand; Hill, Sinsom, Manning, & Kidluff, 2011). Die Autoren interpretieren zudem, dass das 2D:4D Ratio stärker mit kardiovaskulärer Effizienz verknüpft ist als mit Muskelstärke. Dafür sprechen die

metaanalytischen Resultate von Hönekopp et al. (2010), die für den Sprint-Lauf eine zwei-prozentige Varianzaufklärung durch das 2D:4D Ratio folgern (Muskelstärke), dagegen für Mittel- und Langdistanzläufe eine ca. 25-prozentige. Demgegenüber stehen Ergebnisse, die auch Muskelstärke (kurzfristiger Krafteinsatz) als testosteronbedingtes Korrelat des 2D:4D Ratio postulieren, z.B. bei Sumo-Ringern (Tamiya et al., 2011) oder Ruderern (Ergometer-Performance; Longman, Stock, & Wells, 2011). Andere mit 2D:4D assoziierte Messungen der Physis inkludieren z.B. Liegestützen, Dicke der Hautfalten an bestimmten Muskelpartien sowie aerobe und anaerobe Fitness-Kapazitäten (DeVecchio et al., 2011). Desgleichen wird auch die Handgriffstärke (HGS; z.B. Fink, Thanzami, Seydel, & Manning, 2006) im Zusammenhang von 2D:4D untersucht (siehe Kap. 2.2).

2.1.4 2D:4D Ratio und Martial Arts

Paul et al. (2006) berichten hypothesen-contrastierende positive, nicht-signifikante Trends bei weiblichen Martial Art Athletinnen in Bezug auf ihr 2D:4D Ratio. Analog konnten Shin, Lee und Ho Chae (2010), die koreanische Nationalsportlerinnen untersuchten, keinen Unterschied im 2D:4D zwischen Martial Art Athletinnen und einer männlichen Kontrollgruppe finden. Die Sub-Ergebnisse von Paul et al. (2006) und Shin et al. (2010) sind allerdings aus kleinen Sub-Stichproben hervorgegangen, sodass man keine generalisierbaren Ableitungen machen kann. Neben der Sumo-Ringer-Studie (Tamiya et al., 2010) sind Voracek et al. (2006; 2010) und Bescos et al. (2010) die einzigen, die das 2D:4D Verhältnis innerhalb einer Kampfsportstichprobe untersuchten. Wiederum Voracek et al. (2010) haben originär eine (sportbezogene) Instrumentierung vorgenommen, die alternative Prädiktoren (z.B. Persönlichkeitsdimensionen) zur Aufklärung der Variabilität sportlichen Erfolgs - als potenzielle Moderator-Variablen – kontrolliert und fanden einen negativen Zusammenhang von 2D:4D bei Frauen. Eine ähnliche Instrumentierung haben Tester und Campbell (2007) vorgenommen, die eine sportgemischte Stichprobe untersucht haben, um den relativen Anteil des Fingerlängenverhältnisses unter Kontrolle von psychologischen Variablen (z.B. Persönlichkeit und kognitive Fähigkeit in mentaler Rotation), erfahrungsbezogene und physische (z.B. Gewicht, Größe).

2.2 Die Handgriffstärke

Muskelstärke ist ein wichtiger Prüfstein der physischen Fitness und Indikator für den allgemeinen Gesundheitsstatus. Ein Abfall in der Muskelstärke kann mit funktionellen Einschränkungen einhergehen (Takken et al., 2003). Muskelstärke ist nicht statisch, sondern verändert mit dem Wachstum und der Entwicklung von Kindern hin zu Adoleszenten in Richtung der Zunahme der Muskelstärke und ist bei Männern höher als bei Frauen, wobei sich dieser Unterschied besonders in der Pubertät manifestiert (Wind, Takken, Helders, &

Engelbert, 2010). Alter, Gewicht und Größe sind Determinanten der Muskelstärke (Marcowic & Jaric, 2004).

Die Handgriffstärke (HGS) resultiert aus der bewussten und maximal möglichen Flexion und Kontraktion der Fingergelenke und Handmuskelfasern und kann ebenso die Stärke anderer Muskelgruppen (z.B. Arm, Rücken, Bein) und die globale Muskelstärke vorhersagen (Davies, Greenwood, & Jones, 1988; Wind et al., 2010). Ab einem gewissen Alter sinkt die HGS (Bohannon, 2008).

2.2.1 HGS, Testosteron und 2D:4D

Ein maskulines Fingerlängenverhältnis korreliert mit athletischer Leistungsfähigkeit (z.B. maximales Sauerstoffvolumen, Geschwindigkeit, Stärke, Ausdauer) in diversen Sportarten (z.B. Einzel- und Teamsportarten; Hönekopp & Schuster, 2010). Manning postulierte 2001 originär ein biologisches Modell zur Erklärung dieses Phänomens. Demnach haben pränatal wirksame Hormonkonzentrationen (z.B. Testosteron, Östrogen) maskulinisierende bzw. feminisierende Effekte auf die Morphologie des Ring- und Zeigefingers. Folglich moderiert das 2D:4D Verhältnis geschlechtstypische biologische, physiologische und psychologische Merkmale. Für die HGS ist unter Kontrolle konfundierender Variablen (z.B. Alter, Gewicht, Größe) eine Heritabilität (genetische Komponente) von .65 angegeben (Reed, Fabsitz, Selby, & Carmelli, 1991). Page et al. (2005) wiesen nach, dass die Behandlung bestimmter Pathologien mit Supplementen (z.B. Testosteron) bei Männern im hohen Erwachsenenalter mit niedrigen Testosteron-Levels, die HGS erhöhte. Somit wird diskutiert, ob die HGS, analog zum 2D:4D, pränatale Androgen-Expositionen spiegelt.

Einige Befunde zeigen tatsächlich schwache Korrelationen zwischen 2D:4D und der HGS bei Männern (Fink et al, 2006). In dieser Studie wurden ethnische Variablen kontrolliert (z.B. kaukasische vs. mongolische Männer) und die rechte Hand war jeweils innerhalb der Ethnie prädiktiver für diesen Zusammenhang. Die Autoren folgern, dass die HGS ebenso durch pränatales Androgen-Priming beeinflusst sein kann. Van Anders (2007) konnte diese Ergebnisse bei Frauen nicht replizieren. Hinsichtlich sportlicher Performance haben Leyk et al. (2007) die HGS bei weiblichen Handball und Judo-Athletinnen erhoben, weil diese die Handstärke trainieren. Allerdings wurde die These signifikant stärkerer HGS Messungen bei Athletinnen nicht bestätigt.

Ein anderer Ansatz (z.B. evolutionspsychologischer) untersucht den Zusammenhang der HGS mit behavioralen und psychologische Faktoren. Korrelative Zusammenhänge deuten darauf hin, dass Männer mit stärkeren HGS tendenziell höhere Schultern-Hüft-Verhältnisse (z.B. Breite und Umfang der Schultern) haben, in sozialen Interaktionen aggressiver sind, mehr Sexualpartnerinnen haben (10% Varianzaufklärung mit Promiskuität

als abhängige Variable) und früher erste sexuelle Partnerinnen hatten (Gallup, White, & Jr. Gallup, 2007). Obwohl ein Zusammenhang von 2D:4D postuliert wurde, konnten Gallup et al. (2007) die Ergebnisse von Fink et al. (2006) nicht replizieren. In Bezug auf 2D:4D werden ebenso wie beim HGS evolutionspsychologische Thesen als Erklärung typisch-männlicher Ausprägung in physischen und behavioralen Faktoren diskutiert (z.B. Manning et al, 2001). Gallup, O'Brian, White und Wilson (2010) zeigten, dass sozial dominantes Verhalten und Auftreten bei männlichen Adoleszenten positiv mit der HGS korrelierte und bei weiblichen positiv mit Popularität. Physische Stärke könnte gerade bei Adoleszenten einen erhöhten Wettbewerbsdruck auslösen, weil die Suche nach sexuellen Partnern/innen zunimmt (Gallup et al., 2010). Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse sollte der Einfluss des Hormons Testosteron auf aggressives Verhalten und maskuline Körperkonfigurationen (z.B. Stärke) weiter spezifiziert werden.

2.2.2 2D:4D Ratio und HGS: Abschließende Betrachtung

Als Marker pränataler Androgen-Exposition moderiert 2D:4D Ratio physische, psychologische und behaviorale Variablen. Obgleich kein konsistentes Bild hinsichtlich dieser Zusammenhänge gegeben ist (z.B. Cohen-Bendahan et al., 2005), werden in Bezug auf Sport-Performance durchweg negative Korrelationen berichtet (z.B. Hönekopp et al, 2010; Tester et al., 2007; Voracek et al., 2010). Die HGS ist auch testosteronabhängig und wird als evolutionspsychologisch bedingtes, geschlechtsspezifisch ausgeprägtes, positives Korrelat maskuliner Eigenschaften auf physiologischer (z.B. Körperformkonfiguration) und psychologischer (z.B. Aggression) Ebene diskutiert. Der Zusammenhang dieser zwei Indikatoren wurde noch nicht innerhalb einer Athleten/innen-Stichprobe und in Relation zu MT untersucht.

3. Taekwondo

Taekwondo ist eine koreanische (seit 2000 olympische) Kampfsportart, bei der Arm- und Beintechniken die Grundlage für Verteidigung und Angriff darstellen. Im Unterschied zu anderen Kampfsportarten ist vor allem die Beintechnik das dominante Angriffswerkzeug. Der Sport blickt auf eine jahrhundertelange Tradition zurück und gilt in Korea als Volkssport. *Tae* steht für die Summe aller Fußtechniken, *Kwon* meint Hand- und Armtechniken und *Do* wird als Weg oder Kunst übersetzt und beschreibt die Kultivierung bzw. den Prozess der Entwicklung eines/einer Athleten/in vor dem Hintergrund bestimmter ethischer Prinzipien des Taekwondo (z.B. Höflichkeit und Respekt, Selbstbeherrschung und Disziplin, Integrität, Durchhaltevermögen sowie Zusammengehörigkeit), die sich in einem Eid vereinen, der u.a. die Verpflichtung zur Schaffung einer friedlichen Welt sowie den Einsatz für Freiheit und Gerechtigkeit beinhaltet (Gil, 1990).

Im Rahmen der zwei weltgrößten Verbände (*World Taekwondo Federation*, WTF und *International Taekwondo Federation*, ITF) werden je nach Zugehörigkeit unterschiedliche Disziplinen favorisiert (z.B. Wettkampf beim WTF und Freikampf beim ITF), die wiederum exemplarische Schwerpunkte der Stile darstellen. Weitere Disziplinen sind der Formenlauf (Technikausführung in vorgegebener Reihenfolge), Selbstverteidigung gegen bewaffnete und nicht-bewaffnete Gegner, Bruchtest (Zerschlagen von Holz- oder Ziegelsteinen), Gymnastik (als Aufwärmung vor jedem Training) und Grundschule (Lernen standardisierter Grundtechniken).

Choi Hong-Hi, der Begründer des heutigen ITF Taekwondo fasste die notwendigen physischen Voraussetzungen, die einen Taekwondo Athleten charakterisieren und die erlernbar sind, in der *Theorie der Kraft* zusammen und bezog sich dabei auch auf physikalische Gesetzmäßigkeiten. Dieser Theorie zu Folge sind folgende Faktoren wichtig: Konzentration beim Schlag bzw. Tritt auf eine kleine Fläche des Zielobjekts, um eine maximale Kraftwirkung zu erreichen, Reaktionsfähigkeit (z.B. durch Abwehr die Kraft des Gegner abfangen und gegen ihn verwenden), Gleichgewicht (z.B. stabile Abwehr und wirksamerer Angriff), Atmungskontrolle (z.B. Ausatmen und Pressen zum Schutz des eigenen Körpers bei Schlageinwirkung), Schnelligkeit (z.B. je schneller der Schlag, desto wirksamer der Effekt) und Masse (z.B. Einsatz des ganzen Körpers beim Ausführen eines Angriffs).

Der Entwicklungsprozess eines/r Athleten/in wird über das Tragen eines Gürtels symbolisiert. Dieser hat eine bestimmte Farbe und spiegelt den sogenannten *Kup* (Schülerklasse; Zählung abwärts, d.h., z.B. 10. Kup steht für Anfänger und 5. Kup für Fortgeschrittene) bzw. *Dan* (Meisterklasse; Zählung aufwärts, z.B. 10. Dan [max. möglich] als Spitze der Ausbildung) wieder, die jeweils den Rang der Entwicklung (z.B. Trainingsumfang, Erfahrung) darstellen und über die Absolvierung von Prüfungen (Graduierungssystem) erreicht werden. Die Farben haben Symbolcharakter (z.B. weiß für unwissend, gelb für fruchtbarer Erdboden, grün für erste Sprösslinge, blau für den Himmel als Grenze, um Höheres zu erreichen, rot für die Sonne als kraftausstrahlendes Signal und schwarz als Symbol für das Weltall) und legen den Entwicklungsstand offen (z.B. wird die Aufstellung während des Trainings kup- bzw. gürtelabhängig vorgenommen).

Die Graduierungssysteme variieren länder- und schulspezifisch (z.B. WTF und ITF). In Abb. 2 ist das Graduierungssystem des österreichischen Taekwondo Dachverbands (ÖTDV) dargestellt.

**Abbildung 1:
Gürtelfarben in Österreich (ÖTDV)**

Bezeichnung	Gürtelfarbe
Anfänger	weiß (Neueinsteiger)
10. Kup	gelb
9. Kup	gelb oder gelb-grün
8. Kup	grün
7. Kup	grün oder grün-blau
6. Kup	blau
5. Kup	blau oder blau-braun
4. Kup	braun
3. Kup	braun oder braun-rot
2. Kup	rot
1. Kup	rot oder rot-schwarz
1. bis 10. Dan	schwarz

Quelle: Wikipedia (<http://de.wikipedia.org/wiki/Taekwondo>)

Wie bereits erwähnt sind Dynamik und Schnelligkeit wesentliche Charakteristiken des Taekwondo. In einem Vollkontaktwettkampf (z.B. Olympia) ist kontinuierlicher Bewegungsfluss eine notwendige Voraussetzung zur reaktionsschnellen Abwehr und vermindert ebenso das Verletzungsrisiko. Die olympischen (auch: WTF-) Regeln sehen in der Turnierorganisation unterschiedliche (z.B. homogene) Gewichtsklassen vor. Es treten zwei (gleichgeschlechtliche) Athleten/innen gegeneinander an, wobei der Kampf nach einem erzielten Punkt nicht unterbrochen wird. Punktrichter werten die Treffer: z.B. wird ein Punkt für einen Faust- bzw. Beintreffer zum Körper vergeben, zwei für einen Beintreffer zum Kopf und drei für einen Beintreffer zum Kopf, der einen Sturz bewirkt. Schutzkleidung ist verpflichtend (z.B. leichter Helm, Brustschutz, Arm- und Fußgelenkschoner) und reduziert das Verletzungsrisiko, sodass man durchaus von einer stilisierten Kampfsportart sprechen kann, die traditionelle, theoretisch begründete, koreanische Kampfpraktiken mit Anforderungen des modernen Sports (z.B. geringes Verletzungsrisiko, Fairness) verbindet.

4. Zielsetzung der Arbeit

Vor dem Hintergrund des Stands der Literatur (vgl. Kap. 1 bis 3) verfolgt diese Untersuchung zwei konvergierende Ziele (siehe auch Studie 1 und 2): 1. die Vorhersage sportlichen Erfolgs bei Taekwondo-Athleten (Männern und Frauen) auf Basis physischer (2D:4D Ratio, BMI), erfahrungs- und trainingsbezogener (Kup, Trainingsintensität, Erfahrung) sowie psychologischer (MTQ48, SMTQ, SPWB und Resilienz) Variablen, um zweierlei Varianzanteile zu analysieren, die konsistent als kritisch für sportlichen Erfolg diskutiert werden, nämlich den von Mental Toughness und von 2D:4D und 2. die Überprüfung der Dimensionalität und psychometrischen Qualität von zwei MT-Skalen (MTQ48 & SMTQ). Diverse Geschlechtsunterschiede sowie korrelative Zusammenhänge werden zu Beginn der Ergebnisse dargestellt.

Geschlechtsunterschiede und korrelative (bivariate) Assoziationen

Hinsichtlich des 2D:4D Ratio wird analog zur Literatur postuliert, dass Männer ein kleineres Verhältnis aufweisen (Manning et al., 1998), der Geschlechtsunterschied in der rechten Hand dominanter ist und dass ein höheres Leistungslevel negativ mit dem 2D:4D Ratio korreliert – ebenso stärker in der rechten Hand. Zudem wird eine negative Assoziation zwischen dem 2D:4D Ratio und der HGS postuliert – analog zu Fink et al. (2006), auch wenn bis dato keine Replikation gelungen ist (Gallup et al., 2007, van Anders, 2007).

Bezüglich MT wird angenommen, dass Männer, analog zu Nicholls et al. (2009), höhere Werte aufweisen als Frauen und dass eine positive Assoziation mit der SARS besteht. Zudem wird angenommen, dass MT positiv mit dem Alter bzw. Zunahme der Erfahrung und der Graduierung korreliert, um die postulierte Entwicklungskomponente (Connaughton et al., 2010) zu untersuchen.

Studie 1 – Vorhersage sportlichen Erfolgs im Taekwondo

Die erste Studie intendiert die Aufklärung der Variabilität sportlichen Erfolgs im Taekwondo. Nachdem Resilienz und Well-being mit sportlicher Leistung assoziiert sind (vgl. z.B. Hosseini et al., 2010; Lazarus, 2000), vor allem aber MT als Prüfstein exzellenter sportlicher Darbietung gehandelt wird, soll der Anteil untersucht werden, den diese psychologischen Konstrukte auf Erfolg im TKD haben, wenn Trainingsintensität und Erfahrung kontrolliert werden. Zusätzlich werden die physiologischen Prädiktoren (2D:4D Ratio, BMI) berücksichtigt. Nachdem vielfach eine negative Korrelation der 2D:4D Ratio und Sport-Performance berichtet wurde (Hönekopp et al., 2010) und kaum eine sportspezifische Studie eine Martial Art-Stichprobe untersucht hat, wird die Hypothese aufgestellt, dass das 2D:4D Ratio einen Teil der Varianz sportlichen Erfolgs aufdecken wird. Voracek et al. (2010)

haben als einzige eine Kampfsportstichprobe (Fechter) analysiert und gleichzeitig auch psychologische (z.B. Persönlichkeitsdimensionen) Faktoren erhoben. Die vorliegende Studie hat, im Unterschied zu der von Voracek et al. (2010), sportspezifische Skalen (z.B. MT) als Moderator-Variablen der Effekte des pränatalen Androgen-Primings (2D:4D Ratio) in Betracht gezogen und stellt somit eine komplementäre und innovative Instrumentalisierung dar, um die multivariaten Assoziationen der Variablen zu untersuchen.

Der TKD Sport eignet sich besonders zur Klärung dieser Forschungsanliegen, weil Schnelligkeit und Ausdauer typische Eigenschaften eines/einer TKD-Athleten/in darstellen und im Rahmen der 2D:4D Forschung kontrovers diskutiert wird, welche physischen Eigenschaften durch pränatales Androgen-Priming stärker beeinflusst werden: Muskelstärke bzw. Kraft oder Ausdauer und Geschwindigkeit (z.B. Hill et al., 2011).

Studie 2 (a) – Analyse der Dimensionalität des SMTQ und MTQ48

In der Literatur wird MT als Prerequisite außergewöhnlicher Leistung im Sport diskutiert (vgl. Crust, 2008). Innerhalb der akademischen Forschung wurden primär qualitative Untersuchungen durchgeführt, um ein tieferes Verständnis von MT zu fördern (z.B. Jones et al., 2002, 2007). Erst kürzlich wurden ebenso operationale Methoden in der Forschung angewandt (z.B. Gucciardi et al., 2009; Sheard et al., 2009) – mit Ausnahme des MTQ48, den Clough und Kollegen bereits 2002 entwickelten. Ein neueres Instrument (SMTQ, Sheard et al, 2009) intendiert ebenso die Messung von MT. Crust und Swann (2011, S. 219) haben bereits festgestellt, dass die beiden Skalen, trotz hoher Korrelation der globalen MT-Scores, auch unterschiedliche Komponenten von MT favorisieren, weil sie nur 56% gemeinsame Varianzaufklärung aufweisen. Sheard et al. (2009) sind die einzigen, die bezüglich des SMTQ psychometrische Analysen der Dimensionalität (EFA & CFA) liefern - genau wie Horsburgh et al. (2009) für den MTQ48 (CFA) – auch wenn die Indizes der CFA nicht in der Studie aufscheinen. Somit ist das erste Ziel von Studie 1 die Analyse psychometrischer Indizes der beiden Instrumente. Eine exploratorische und konfirmatorische Faktorenanalyse sind die Methoden der Wahl.

Studie 2 (b) - Konstruktvalidierung

Im nächsten Schritt ist eine Konstruktvalidierung intendiert, die mittels des MTMM-Ansatzes von Capbell und Fiske (1959) folgende Hypothesen prüfen wird: 1. Es wird angenommen, dass die Subskalen des MTQ48 und SMTQ sowie die globalen MT-Scores positiv miteinander korrelieren, um die konvergente Validität zu sichern. Mäßige Korrelationen zwischen den globalen Scores würden die Operationalisierung von MT (z.B. theoretische Robustheit) in Frage stellen. Als verwandte Konstrukte werden Resilienz und die Skalen des psychologischen Well-beings herangezogen, sodass 2. eine mäßige

Korrelation dieser Konstrukte mit den MT-Skalen postuliert wird, um die diskriminante Validität zu prüfen. Die Höhe und die Muster der Korrelationen werden ausschlaggebend dafür sein, ob verwandte, aber distinkte Konstrukte gemessen werden. Auf Basis der Subskalen sollten jene, die idente (latente) Dimensionen zu erfassen versuchen (z.B. Control beim SMTQ und MTQ48, sowie Umweltkontrolle des SPWB) durchweg höher miteinander korrelieren als solche, die distinkte Dimensionen zu messen behaupten (z.B. Constancy beim SMTQ mit positiver Beziehungsgestaltung beim SPWB). Eine Einschränkung in Bezug auf den MTMM-Ansatz ist, dass nicht unterschiedliche Methoden (z.B. Fremdbeurteilung als Zusatz zur Selbsteinschätzung), sondern lediglich unterschiedliche Erhebungsinstrumente in die Analyse einfließen.

Empirischer Teil

5. Methoden

5.1 Stichprobe

Es wurde eine ethnisch homogene Stichprobe (87% gebürtige Österreicher), bestehend aus 37 weiblichen und 63 männlichen Athleten/innen, innerhalb der Martial Art Sportart Taekwondo rekrutiert. Die Athleten/innen trainieren in lokalen Taekwondo-Clubs in Wien, die allesamt dem österreichischen Taekwondo Dachverband untergeordnet sind. Nähere Informationen zur Rekrutierung und Ablauf sind in Abschnitt 5.3 dargestellt. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig (z.B. ohne Incentives oder Belohnungen). Das Durchschnittsalter betrug 30.25 Jahre ($SD = 11.42$). Es wurde mindestens ein Jahr Erfahrung im TKD vorausgesetzt, sodass jede/r Teilnehmer/in zumindest den 9. Kup (gelber Gurt) aufwies. Die Erfahrung der Athleten/innen im TKD lag im Durchschnitt bei 5.31 Jahren ($SD = 5.49$). Die Trainingsintensität betrug durchschnittlich 2.97 mal die Woche ($SD = 1.41$) zu je 1.35 Stunden ($SD = 0.53$).

5.2 Materialien

Für die Datensammlung wurde ein Fragebogen entworfen, der erstseitig soziodemographische Daten, erfahrungsbezogene Variablen, physische Maße sowie die *Sport Achievement Rank Scale* (Manning & Pickup, 1998) erfasste und folgeseitig die psychologischen Skalen zur Erfassung der mentalen Stärke, der Resilienz und des psychologischen Well-beings. Der Fragebogen wurde nach der Messung der HGS (= 1. Messung) und von 2D:4D (=2. Messung) vorgegeben.

Soziodemographische, erfahrungsbezogene und physische Daten

In Bezug auf die demographischen Daten wurden das Alter, das Geschlecht und die Nationalität erfasst. Die Erfahrung im Taekwondo wurde in Jahren aufgezeichnet (1 Jahr war Mindestanforderung). Ebenso wurde die Graduierung erfragt (Kup und Dan). Die Trainingsintensität wurde als Produkt der Angabe der Häufigkeit der Trainingsteilnahme pro Woche und der Stundenanzahl pro Trainingseinheit kalkuliert. Alle zeitbezogenen Variablen wurden gemittelt und in Monatseinheiten umgerechnet. Endziels der Berechnung des *Body-Mass Index* (BMI) wurden das Gewicht (in Kilogramm; [kg]) und die Größe (in Zentimetern; [cm]) der Athleten/innen in Relation gesetzt (kg/m^2).

Sport Achievement Rank Scale (SARS)

Die SARS ist eine rangskalierte Selbsteinschätzung der eigenen sportlichen Aktivität. Die Ränge sind aufsteigend von z.B. (1) *ich betreibe keinen Sport* bis hin zu (10) *Ich habe mein Land vertreten* angeordnet. Zwischenliegend wird jeweils abgestuft die Teilnahme an

Wettbewerben (clubintern, Bundeslandebene, national) erfasst. Nachdem im Taekwondo regelmäßig Turniere stattfinden, die exakt dieser Rangreihung zugeordnet werden können, hat sich diese Skala als Kriterium für das Leistungslevel angeboten.

Sports Mental Toughness Questionnaire (SMTQ)

Der SMTQ ist eine Skala zur Erfassung eines globalen MT-Scores sowie dreier Subskalenausprägungen (Control, Constancy, Confidence). 14 Items werden auf einer vierfach gestuften Likert-Skala (von *trifft überhaupt nicht zu* bis *trifft sehr zu*) beantwortet. Die Items zur Erfassung der Subskalen inkludieren z.B. *Ich mache mir Sorgen, eine schlechte Leistung zu erbringen* (Control), *Ich bin engagiert, meine Aufgaben zu erfüllen* (Constancy) und *Ich habe ein unerschütterliches Vertrauen in meine Fähigkeiten* (Confidence). Nach Sheard et al. (2009), den Entwicklern der Skala, ist die theoriegeleitete 3-Faktorenstruktur über eine konfirmatorische Faktorenanalyse, inklusive ausreichender Stichprobengröße (509 Athleten/innen), gesichert.

Mental Toughness Questionnaire 48 (MTQ48)

Der MTQ48 geht auf Clough et al. (2002) zurück. Neben sechs Subskalen-Scores (Challenge, Commitment, emotional Control, life Control, Confidence in abilities und interpersonal Confidence) wird ein globaler MT-Score berechnet. 48 Items sind auf einer fünffach gestuften Likert-Skala (von *trifft überhaupt nicht zu* bis *trifft vollkommen zu*) einzuschätzen. Die Items der einzelnen Subskalen schließen z.B. *Herausforderungen bringen normalerweise das Beste in mir zum Vorschein* (Challenge), *Für gewöhnlich finde ich etwas, um mich zu motivieren* (Commitment), *Im allgemeinen kann ich mich nur schwer entspannen* (emotional Control), *Im allgemeinen habe ich alles unter Kontrolle* (life Control), *Im allgemeinen vertraue ich auf meine eigenen Fähigkeiten* (Confidence in abilities) und *Für gewöhnlich sage ich meine Meinung, wenn ich etwas zu sagen habe* (interpersonal Confidence) ein. Zu dieser Skala wird berichtet, dass die Faktorenstruktur gesichert sei (Hotsburgh et al., 2009) und die Konstruktvalidität überprüft (Clough et al., 2002; Nicholls et al., 2009).

Scales of Psychological Well-being (SPWB)

Carol Ryff (1989) sowie Ryff und Keyes (1994) entwickelten die vielfach verwendeten Skalen des PWB. Neben einem Gesamt-Score für PWB werden Ausprägungen in sechs Subskalen (Autonomie, Umweltbewältigung, Persönlichkeitsentwicklung, positive Beziehungsgestaltung, Sinn im Leben und Selbstakzeptanz) über 42 Items ermittelt, die auf einer sechsfach gestuften Likert-Skala (von *trifft überhaupt nicht zu* bis *trifft vollkommen zu*) beantwortet werden. Die Items inkludieren unter anderem *Für gewöhnlich werden meine*

Entscheidungen von anderen nicht beeinflusst (Autonomie), Ich kann die Anforderungen in meinem Alltag verantwortungsvoll bewältigen (Umweltbewältigung), Ich bin nicht an Aktivitäten interessiert, die meinen Horizont erweitern (Persönlichkeitsentwicklung), Ich kann meinen Freunden vertrauen, genauso wie sie mir vertrauen können (positive Beziehungsgestaltung), Ich mache Pläne für die Zukunft und arbeite daran, diese umzusetzen (Sinn im Leben) und Wenn ich mich mit Freunden und Bekannten vergleiche, fühle ich mich gut so wie ich bin (Selbstakzeptanz). Die 6-Faktorenstruktur wird kontrovers diskutiert (z.B. Springer et al., 2006) .

Resilienz-Skala (RS-11)

Resilienz wurde mittels der deutschsprachigen Kurzversion der *Resilience Scale* von Wagnild und Young (1993) erfasst. Die ursprüngliche Version der Skala ist zweidimensional konzipiert (Persönliche Kompetenz und Akzeptanz des Lebens/des Selbst) und stellt in Summe dar, wie resilient eine Person ist. Schumacher et al. (2004) haben im Zuge der Übersetzung und Normierung der Skala für den deutschsprachigen Gebrauch eine eindimensionale 11-Item Kurzversion (zwecks Nützlichkeit bzw. Ökonomie) entwickelt, die der Erfassung eines Generalfaktors Resilienz dient. Die Autoren berichten zufriedenstellende Faktorladungen der Items (zwischen .67 - .81), eine hohe Korrelation mit der Gesamtskala ($r = .95$) sowie eine gute interne Konsistenz (*Cronbach's Alpha* von .91; Schumacher et al., 2004, S. 9), die die Zuverlässigkeit der Messung gewährleistet. Auf einer siebenstufigen Antwortskala (von *stimme nicht zu* bis *stimme völlig zu*) sind die elf Items, darunter z.B. *Ich behalte an vielen Dingen Interesse* oder *Ich bin entschlossen*, zu beantworten.

2D:4D Ratio

Das Fingerlängenverhältnis wurde mittels eines Flachbettscanners ermittelt, indem die linke und die rechte Hand der Versuchsteilnehmer/innen gescannt wurde. Die jeweilige Hand wurde mit Aluminiumfolie abgedeckt, um die Lichtreflexion zu minimieren und eine optimierte Darstellung der Konturen zu erhalten. Die Partizipierenden wurden gebeten, Handschmuck jeglicher Art zu entfernen. Zur (auf 0.01 mm genauen) Vermessung der Fingerlängen wurde das Programm AutoMetric 2.2 verwendet. Die Interrater-Reliabilität wurde berechnet (Kommilitone: Dmitri Karpov; Intraklassen-Korrelationskoeffizienten, *ICC's*), um die Messgenauigkeit zu optimieren. Zeige- und Ringfinger der linken und rechten Hand (L2D, L4D, R2D, R4D) erreichten hervorragende *ICC* Indizes ($p's < .001$) in der Höhe von .999; ebenso die Fingerlängenverhältnisse der linken (L2D:4D; *ICC* = .979, $p < .001$) und rechten (R2D:4D; *ICC* = .966, $p < .001$) Hand. Die Differenz aus R2D:4D – L2D:4D (*ICC* = .907, $p < 0.001$) sowie beide Messungen des 2D:4D Ratio wurden für die Kalkulationen gemittelt.

Handgriffstärke (HGS)

Ein Dynamometer diente der Erfassung der Handgriffstärke (in Kilogramm [kg]). Die Versuchsteilnehmer/innen wurden gebeten, ihren Arm nach unten ausstreckend, den Griff des Dynamometer, unter Einsatz der ihnen maximal möglichen Muskelkraft, zu drücken. Die HGS der rechten und linken Hand wurde zweimal gemessen (Retest-Reliabilität: rechts: $r = .92$ und links: $r_L = .93$) und für die Auswertung gemittelt.

5.3 Procedere

Vor der jeweiligen Testung wurde telefonischer Kontakt mit den einzelnen Sportclubs aufgenommen (eine Liste lokaler TKD Vereine wurde der Homepage: <http://www.oetdv.at> entnommen; zuletzt abgerufen: 14.04.2012). Zunächst wurde das Forschungsanliegen am Telefon kurz erläutert. Sofern seitens des Clubs Interesse bestand (nur ein Club hat abgelehnt), wurde ein Termin mit dem Trainer (in der Regel auch Geschäftsführer) vereinbart, um weitere Informationen zu vermitteln und den konkreten Testablauf zu beschreiben. Insgesamt wurden 4 Vereine aufgesucht, die allesamt in Wien lokalisiert sind und in folgender Reihenfolge besucht wurden: 1. Mudokwan (2 Trainingsstätten in den Wiener Bezirken *Wieden* und *Mariahilf*), 2. Oktagon (*Mariahilf*), 3. Kampfkunstschule Dojang Wien (*Währing*) und 4. Young-Ung Taekwondo (drei Trainingsstätten in den Wiener Bezirken *Innere Stadt*, *Leopoldstadt* und *Neubau*). Letztgenannter Verein wurde insgesamt fünf Mal aufgesucht, um verschiedene Graduierungen der Studienteilnehmer (z.B. Anfänger und Fortgeschrittene) abzudecken. Die ersten drei genannten Clubs verfügten nicht über so viele Teilnehmer wie der letztgenannte. Somit sind in Summe elf Testzeitpunkte im Zeitraum zwischen April und November 2011 realisiert worden. Derselbe Ablauf wurde bei jeder Testung (sprich elf Mal) standardmäßig durchgeführt: nach der Zusage des Trainers, mit dem vor der jeweiligen Testung ein Termin zur Informationsvermittlung wahrgenommen wurde, wurden die Athleten/innen vor dem Beginn des Trainings (nach dem traditionellen Begrüßungsritual des Verbeugens) kurz über das Forschungsanliegen informiert, nachdem die anwesende Gesamtgruppe versammelt war. Ökonomiehalber (um den Beginn des Trainings nicht zu stark zu verzögern) wurden nur die wichtigsten Thesen (z.B. 2D:4D als Marker des pränatalen Testosteronlevels) erläutert, auf die Freiwilligkeit hingewiesen und eine Zeitangabe für das Ausfüllen des Fragebogens angegeben (im Bereich von ca. 15 Min. bis 25 Min.). Über Aufzeigen wurde die Bereitschaft der Teilnehmer/innen ermittelt (im Durchschnitt hat sich ca. einer Person geweigert; einige Teilnehmer verfügten nicht über ausreichende Deutschkenntnisse und wurden nicht miteinbezogen). Die Messungen der HGS und von 2D:4D wurden dann inmitten des Trainings (Beginn der Testung nach der 20-minütigen Aufwärmphase) durchgeführt, indem jeder/jede bereitwillige Athlet/in (der/die vorab aufgezeigt hatte) der Reihe nach hergerufen wurde. Zunächst wurde die HGS erfasst,

um anschließend die Handscans vorzunehmen. Während des Scanvorgangs wurden Fragen beantwortet, sofern welche gestellt wurden. Der Fragebogen wurde nach dem Training ausgefüllt, wobei über die Versuchspersonennummer die Verbindung zwischen allen Messungen (z.B. HGS, 2D:4D) gewährleistet war. Die Teilnehmer/innen sollten sich ihre Versuchspersonennummer merken. Um die Verbindung der Messungen abzusichern, wurden die Fragebögen analog zur Reihenfolge der Erfassung der physischen Variablen (HGS und 2D:4D) der Versuchsteilnehmer auf einer Sitzbank aufgelegt. Nachdem pro Trainingseinheit sieben bis elf Teilnehmer/innen getestet wurden, war die Reihenfolge überschaubar. Die jeweiligen Trainer wurden ebenso getestet (gesamt: sieben). Insgesamt wurde ein Bogen unausgefüllt abgegeben und wurde nicht in der Auswertung berücksichtigt. Jede/r Freiwillige wurde nach dem Abschluss des Ausfüllens - dankend für die Teilnahme - verabschiedet. Bis auf einige Ausnahmen, waren die meisten Athleten/innen interessiert an dem Forschungsanliegen (z.B. wurden während des Scanvorgangs und nach der Testung verschiedene Fragen gestellt).

6. Ergebnisse

Deskriptiv-statistische Analyse der Stichprobe und Geschlechtsunterschiede

Deskriptiv-statistische Daten der erhobenen Variablen sowie die mittels *t*-Test berechneten Geschlechtsunterschiede sind Tabelle 2 (S. 52) zu entnehmen. Männer und Frauen unterscheiden sich erwartungsgemäß in den Variablen Gewicht, Größe, BMI und HGS (links, rechts und total). Bei einer vergleichbaren Trainingsintensität haben Männer in dieser Stichprobe durchschnittlich mehr Erfahrung im TKD als Frauen. Die 2D4D Ratios beider Hände sind bei Männern kleiner (mittlerer Effekt), allerdings ist dieser Unterschied nicht signifikant. Zudem ist der Geschlechtsunterschied in der rechten Hand nicht dominanter als in der linken ($d = -0.33$, für links und rechts). Allerdings zeigten Frauen ein signifikant kleineres Verhältnis in der rechten Hand verglichen zur linken, $t(36) = 4.07$, $p < .001$. Ebenso galt dieser Unterschied für Männer, $t(62) = 4.48$, $p < .001$. Die Korrelationen zwischen R2D:4D und L2D:4D betragen für Männer .65 und für Frauen .87 ($p < 0.001$). Entgegen der Erwartung unterscheiden sich Männer und Frauen nicht in den MT-Gesamtscores.

Die 2D:4D Ratios der Österreicher liegen nach Reimer (2009) bei .96 für Männer und .98 für Frauen. Da die vorliegende Stichprobe aus Sportlern/innen bestand, ist ein Vergleich von Interesse. Bei Männern lag der Durchschnitt für die linke Hand bei .97 und die rechte bei .95 (Mittelwert: .96), während Frauen links .98 aufwiesen und rechts .96 (Mittelwert: .97). Die rechte Hand war bei beiden Geschlechtern unter dem Durchschnitt.

Tabelle 2
Deskriptive Statistiken und Geschlechtsunterschiede (mind. Intervallskalierte Variablen)

	Männer (<i>N</i> = 63)	Frauen (<i>N</i> = 37)	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	Mittelwert (<i>SD</i>)	Mittelwert (<i>SD</i>)			
Age (Jahre)	31.09 (11.44)	28.81 (11.39)	0.96	0.33	0.19
Größe (cm)	178.65 (6.79)	169.16 (6.12)	6.98	<0.001	1.18
Gewicht (kg)	75.43 (9.75)	60.02 (7.76)	8.19	<0.001	1.31
BMI (kg/m ²)	23.48 (2.38)	20.92 (1.95)	5.72	<0.001	0.99
Erfahrung (in Monaten)*	74.61 (77, 87)	45.24 (30.67)	2.66	0.009	0.45
Trainingsintensität (Std/M)	16.47 (17.08)	16.27 (7.26)	0.07	0.94	0.01
HGS _{LINKS} *	44.59 (8.66)	29.75 (5.73)	10.29	<0.001	1.41
HGS _{RECHTS} *	47,12 (9,35)	31,34 (5,39)	10.70	<0.001	1.41
HGS _{TOTAL} *	45.86 (8.69)	30.54 (5.43)	10.83	<0.001	1.46
R2D:4D	0.956 (0.032)	0.966 (0.042)	-1.26	0.19	-0.33
L2D:4D*	0.971 (0.031)	0.981 (0.046)	-1.16	0.24	-0.33
D _{R-L}	-0.014 (0.026)	-0.015 (0.022)	0.09	0.92	0.05
MTQ48	3.85 (0.40)	3.84 (0.35)	0.10	0.91	0.26
SMTQ	3.19 (0.40)	3.11 (0.37)	0.96	0.33	0.20
Resilienzskala*	5.87 (0.87)	6.00 (0.87)	-1.37	0.17	-0.17
SPWB	4.75 (0.61)	4.89 (0.33)	-1.23	0.21	-0.25

Anmerkung: *t*, Teststatistik von *t*-Test mit unabhängigen Stichproben ; *P* = *p*-Wert (zweiseitig); *d*, Cohen's *d* Effektstärke;
 *inhomogene Varianzen

Der BMI korrelierte stärker mit dem Gewicht ($r = 0.86$, $p < .001$) als mit der Größe ($r = .37$, $p < .001$). Ebenso zeigte der BMI der Männer signifikant positive Korrelationen mit der HGS der linken ($r = .26$, $p < .05$) und rechten ($r = .39$, $p < .001$) Hand, während Frauen in diesem Zusammenhang keine signifikanten Assoziationen aufweisen (links: $r = .16$, $p > .01$; rechts: $r = .16$, $p > .01$). Frauen hatten indes mit zunehmender Erfahrung und Trainingsintensität (Std./Session) jeweils höhere HGS-Scores ($r = .42$ und $.38$, $p < .05$). Das Alter der Athleten/innen korrelierte negativ mit der Trainingsdauer (Std.) pro Einheit ($r = -.21$, $p < .01$), d.h. mit steigendem Alter wird pro Trainings-Session weniger trainiert – wobei dieser Zusammenhang nicht für die Trainingsintensität pro Monat (= Std./Session \times Trainingshäufigkeit/Woche) bestand. Die Resilienz und das psychologische Well-being nehmen mit dem Alter zu, was sich in einer positiven Korrelation zu $.28$ ($p < .001$) und $.22$ ($p < .01$) äußert. Keine signifikanten Zusammenhänge zeigten sich zwischen Alter und MT. Allerdings waren die globalen MT-Scores des SMTQ und der MTQ48 mit der Trainingsintensität assoziiert, $r = .25$ und $.23$, $p < .05$.

Bivariate Assoziationen der SARS

Zusammenhänge (Gesamtstichprobe) mit der SARS (ordinalskaliert) wurden mit der Spearman Korrelation berechnet. Erwartungsgemäß war die SARS negativ mit dem Alter ($r_s = -.232, p < .05$) assoziiert. D.h., höhere Erfolge (z.B. internationale Wettbewerbsteilnahme) sind in jüngeren Jahren wahrscheinlicher. Wie angenommen, war der Sportrang am stärksten mit Trainingsumfang (Std.) pro Monat ($r_s = .41, p < .001$), Erfahrung (in Monaten; $r_s = .46, p < .001$) und dem Kup/Dan ($r_s = .59, p < .001$) verbunden und bei beiden Geschlechtern (isoliert) signifikant. In erwartete Richtung korrelierte die SARS sowohl mit dem SMTQ ($r_s = .26, p < .01$) wie auch mit MTQ48 ($r_s = .32, p < .001$), wohingegen Resilienz und psychologisches Well-being keinen Zusammenhang mit dem Rang zeigten.

Bivariate Assoziationen des 2D:4D Ratio

In der Gesamtstichprobe korrelierten die 2D:4D Ratios beider Hände signifikant mit Trainingsumfang (Std./Monat), Erfahrung (Monate) und der HGS, $r(L2D:4D) = -.20, -.24$ und $-.24$ und $r(R2D:4D) = -.20, -.28$ und $-.23$, alle p 's $< .05$. Außerdem zeigten Rangkorrelationen negative Zusammenhänge zwischen dem 2D:4D Ratio beider Hände und der SARS zu r_s (links) $= -.21$ und r_s (rechts) $-.20$ ($p < .05$). Das Muster dieser Zusammenhänge ist allerdings geschlechtsspezifisch: So zeigt sich nur bei Männern eine negative Assoziation zwischen dem L2D:4D und R2D:4D mit Erfahrung ($r = -.31, p < .05$ und $-.34, p < .01$). Indes scheinen Frauen mit einem kleinen Fingerlängenverhältnis in beiden Händen intensiver zu trainieren (Trainingsintensität), was sich in folgenden negativen Korrelationen äußert: r (rechts) $= -.445$ ($p < .01$) und r (links) $= -.382$ ($p < .05$). Dieser Zusammenhang bleibt auch signifikant, wenn man den Einfluss des Alters, der Erfahrung und des Kup/Dan kontrolliert.

Unter Kontrolle der Variable Erfahrung (partielle Korrelation) zeigte sich lediglich ein negativer Zusammenhang zwischen dem L2D:4D der Männer mit dem BMI ($r_p = -.257, p = .05$). Unter Kontrolle des Alters bleibt diese Assoziation signifikant. Die HGS korrelierte (partiell unter Kontrolle der Erfahrung und des Alters) nicht mit den Fingerlängenverhältnissen der Frauen und Männer. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass das 2D:4D Ratio geschlechtsabhängig mit Erfolg im TKD und Trainingsverhalten verknüpft ist. Multivariate Analysen erscheinen demnach angebracht, weil sie auch semipartielle Zusammenhänge berücksichtigen und somit ein schärferes Bild der berichteten Korrelationen zeichnen können.

Studie 1 – Vorhersage sportlichen Erfolgs im TKD

Nachdem die univariaten Ergebnisse suggerieren, dass das 2D:4D Ratio ein Prädiktor für sportlichen Erfolg sein könnte, wurde analog zu Tester und Campbell (2007)

und Voracek et al. (2010) eine multiple hierarchische Regressionsanalyse angewendet, um den relativen Anteil einzelner Variablen, die als Erfolgsdeterminanten im Sport gelten, zu analysieren. Entsprechend den zwei genannten Studien wurden stufenweise im ersten Block Alter und BMI hinzugefügt, im zweiten Trainingsintensität und Erfahrung im TKD, im dritten sportbezogene Persönlichkeitsdimensionen (MT, Resilienz, PWB) und letztlich im vierten Block das Produkt aus dem gemittelten 2D:4D Ratio (separat rechts und links) und dem Geschlecht (männlich = 1; weiblich = 2), weil sich eine signifikant negative (Rang-) Korrelation lediglich bei Frauen gezeigt hat. Tabelle 3 fasst die Ergebnisse zusammen.

Tabelle 3
Hierarchische Regressionsanalyse mit Rang (SARS) als Kriterium

Prädiktor	Modell 1		Modell 2		Modell 3		r_s
	β	sr	β	Sr	β	sr	
Age	-.232*	-.232	-.324***	-.400	-.331***	-.460	-.413
BMI	.095	.096	-.068	-.088	-.080	-.105	.081
Trainingsintensität			.129	.152	.108	.129	.419
Erfahrung im TKD			.052	.049	.040	.038	.460
Kup/Dan			.643***	.636	.590***	.617	.597
SMTQ					.152 ^Ψ	.197	.304
MTQ48					-.011	-.008	.262
PWB					-.079	-.073	.160
Resilienz					-.021	-.021	.195
R^2	.054		.459		.480		
ΔR^2			.405		.021		
F	5.58*		41.13***		29.53***		
ΔF			72.59***		3.88 ^Ψ		
max VIF	1		1.02		1.11		

Anmerkung: β , standardisierter Regressionskoeffizient; sr , semipartielle Korrelation; r_s , Rangkorrelation; ΔR^2 und ΔF , Veränderung in R^2 und F Statistik; max. VIF , größter Varianzinflationsfaktor. ^Ψ $p < .1$, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

In Tabelle 3 zeigt sich das finale Modell, wobei die 2D:4D Ratios beider Hände sowie das Produkt aus Geschlecht und 2D:4D Ratio (gemittelt und separat für links und rechts) nicht in das Modell aufgenommen wurden, weil die semipartielle Korrelation gemessen an der Korrelation nullter Ordnung extrem klein war ($r_{sp} = .04$). Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass die hohe Korrelation nullter Ordnung vor allem durch Trainingsintensität bzw. Kup/Dan und Erfahrung moderiert wird. Somit beeinflusst das 2D:4D Ratio dieser Stichprobe das Trainingsverhalten und folglich die Graduierung mehr als den Rang (SARS).

Das finale Modell konnte 48% inkrementeller Varianz in der SARS aufklären. Die wichtigsten Prädiktoren waren das Alter, das über alle Modelle hinweg signifikant war, der

Kup/Dan, der den höchsten Varianzanteil erklärte und der SMTQ, der unter einer F -Wahrscheinlichkeit von .09 in das Modell aufgenommen wurde. Bei einem Signifikanzniveau von .05 würde der SMTQ keinen Beitrag zur Aufklärung mehr leisten. Der Kup/Dan ist logischerweise sehr eng mit Erfahrung im TKD verknüpft, weshalb der Anteil des zweitgenannten über die Modelle hinweg keine Signifikanz erreicht. Eine bestimmte Graduierung ist demnach erst nach dem verstreichen eines gewissen Zeitraums möglich.

Resilienz und psychologisches Well-being erreichten keinen Erklärungswert. Entgegen der Erwartung war der MTQ48 ebenso wenig dienlich. Das 2D:4D Ratio konnte in allen potentiellen Variationen (z.B. links vs. rechts oder Sex \times [L]R2D:4D) keinen Erklärungsbeitrag leisten, weil der Zusammenhang nullter Ordnung zur SARS semipartiell vor allem durch Trainingsintensität, Erfahrung und Kup/Dan kontrolliert wurde.

Um die hohen Interkorrelationen zwischen den Variablen Erfahrung, Kup/Dan und Trainingsintensität zu berücksichtigen wurde beifolgend eine Hauptkomponentenanalyse (HKA) durchgeführt, bei der diese Variablen inkludiert wurden. Das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium ($KMO = .65$) war als mittelmäßig bis ziemlich gut einzustufen. Ebenso wies der Barlett's Test auf Sphärizität mit einem Wert von $\chi^2 (3) = 98.39, p < .001$ auf die Umsetzbarkeit einer HKA hin. Ein Faktor mit einem Eigenwert von 2.10 überschritt unverkennbar das Kaiser-Kriterium in der Höhe von 1 und erklärte 70.25 Prozent der Varianz. Somit hat die Zusammenfassung der Variablen Erfahrung, Kup/Dan und Trainingsintensität einen ca. 30 prozentigen Informationsverlust verursacht, der zwecks des Ziels, die Einflüsse des 2D:4D Ratio und der MT auf sportbezogene Verhaltensweisen zu eruieren, in Kauf genommen wurde. Der resultierte Faktor kann als „Expertise im TKD“ interpretiert werden und rangierte in einer zweiten multiplen Regressionsanalyse als abhängige Variable. Die Prädiktoren wurden erneut stufenweise in das hierarchische Modell hinzugefügt. Das Alter und der BMI wurden dem ersten Block hinzugefügt, die MT-Skalen (SMTQ und MTQ48) dem zweiten und das 2D:4D Ratio im dritten (zuerst die linke Hand, anschließend die rechte). Tabelle 4 (S. 56) fasst die zweite Regressionsanalyse zusammen.

Insgesamt erklären die Variablen BMI (6,7%), SMTQ (8,1%) und das 2D:4D (links: 8,7%, rechts: 6,1%) Ratio der linken und rechten Hand je 23,4% und 20,3% der Varianz. Das eigentlich erstaunliche ist, dass das L2D:4D Ratio den größten Beitrag zur Aufklärung leistet – mehr als der BMI, der im dritten Modell an Bedeutung verliert, und der SMTQ.

Tabelle 4
Hierarchische Regressionsanalyse mit „Expertise im TKD“ als Kriterium

Prädiktor	Modell 1		Modell 2		Modell 3		<i>r</i>
	β	<i>sr</i>	β	<i>sr</i>	β	<i>sr</i>	
Age	.034	.034	.018	.019	.019 .047	.019 .051	-.083
BMI	.259**	.259	.215**	.224	.180* .181	.204 .314	-.310
SMTQ			.215**	.294	.295** .297**	.317 .314	.321
MTQ48			-.006	-.003	-.009 -.014	.005 -.009	.280
2D:4D					-.269** -.225**	-.319 -.268	-.310 -.268
<i>R</i> ²		.067		.148		.235 .203	
ΔR^2				.081		.087 .061	
<i>F</i>		7.04**		8.42***		9.81*** 8.47***	
ΔF				9.21**		10.86** 7.44**	
max <i>VIF</i>		1.00		1.02		1.03 1.04	

Anmerkung: β , standardisierter Regressionskoeffizient; *sr*, semipartielle Korrelation; *r*, Pearsonkorrelation; ΔR^2 und ΔF , Veränderung in *R*² und *F* Statistik; max. *VIF*, größter Varianzinflationsfaktor. Erste Zeile in Modell 3 zeigt das 2D:4D Ratio der linken Hand, zweite Zeile jenes der rechte.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Studie 2 (a) – Analyse der Dimensionalität des SMTQ und MTQ48

Exploratorische Faktorenanalyse

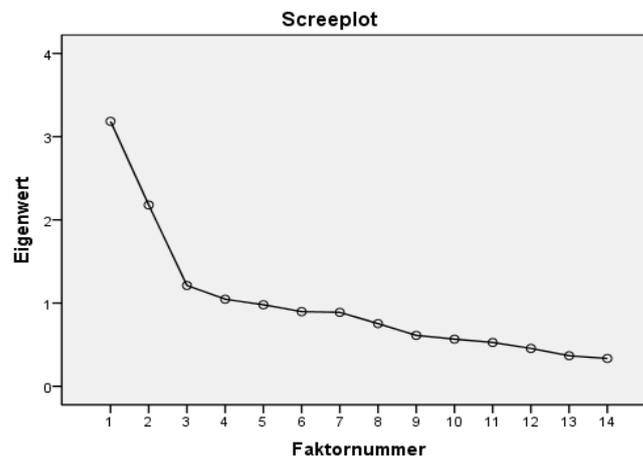
Zur Überprüfung der Dimensionalität wurde zunächst eine exploratorische Faktorenanalyse durchgeführt. Aufgrund der Überlegung, dass bis dato nur Sheard et al. (2009) psychometrische Indizes für den SMTQ liefern und Horsburgh et al. (2009) für den MTQ48, wurde bei der Wahl des Faktorenextraktionsverfahrens von einer Hauptkomponentenanalyse, die als Ziel eine möglichst ökonomische Reproduktion (= wenig Faktoren) der Datenstruktur hat, abgesehen, um eine Hauptachsenanalyse (HAA) zu realisieren. Nachdem in der Theorie (Kap. 1) ersichtlich ist, dass das Konstrukt MT nicht eindeutig definiert und operationalisiert ist (z.B. variierende Skalen zur Erfassung), wird zunächst der Versuch der Erklärung der Varianz in den Skalen (SMTQ und MTQ48) durch hypothetische Faktoren unternommen. Das Kaiser-Kriterium (Eigenwert > 1) wurde zur Schätzung der Faktorenanzahl herangezogen, um den Varianzerklärungsbeitrag eines

Faktors in Bezug auf alle Variablen zu identifizieren. Zur Prüfung des Erklärungswerts der extrahierten Faktoren wird der *Scree-Test* herangezogen, um diejenigen Faktoren mit dem kleinsten Eigenwert zu visualisieren und die relative Bedeutung der einzelnen Faktoren zu eruieren.

SMTQ

Für den SMTQ (14 Items) hat die Prüfung der Eignung der Korrelationsmatrix einen Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Wert von .69 ergeben, was als ‚mittelmäßig‘ bis ‚ziemlich gut‘ einzustufen ist. Eine Faktorenanalyse erscheint demnach sinnvoll. Vier Faktoren genügten dem Kaiser-Kriterium und erklärten in Kombination 54.54 % der Gesamtvarianz. Der *Scree-Test* (siehe Abb. 2) schlägt lediglich zwei Faktoren zur Extraktion vor.

Abbildung 2: Screeplot SMTQ



Der theoretischen Überlegung folgend, dass die Faktoren einen Generalfaktor MT repräsentieren sollten, wurden Interkorrelationen zwischen den Faktoren angenommen und folglich die Rotationsmethode *Promax* mit *Kaiser-Normalisierung* angewandt. Es wurden nur Faktorladungen in der Höhe von mindestens .4 berücksichtigt. In Tabelle 5 (S. 58) ist ersichtlich, dass unter Berücksichtigung der Korrelationen zwischen den Faktoren (Strukturmatrix) jedes Item eine Ladung von über .5 aufweist (mit Ausnahme der Items 14 und 9, die jeweils auf zwei Faktoren laden). Zumindest drei Items korrespondieren jeweils mit den postulierten Faktoren *Control* (Item: 2, 4, 9), *Constancy* (Item: 3, 8, 10) und *Confidence* (Item: 6, 13, 14).

Tabelle 5
Muster- und Strukturmatrix des SMTQ

	Mustermatrix				Strukturmatrix			
	1	2	3	4	1	2	3	4
SMTQ_14	,712	,728			,728			
SMTQ_12	,656	,692			,692			
SMTQ_6	,648	,665			,665			
SMTQ_13	,524	,575		,422	,575		,422	
SMTQ_5	,455		,837			,837		
SMTQ_2			,625			,625		
SMTQ_9			,615			,615		,408
SMTQ_4			,609			,609		
SMTQ_7				,775			,775	
SMTQ_1				,638			,638	
SMTQ_11		,558		,566	,558		,566	
SMTQ_8								,720
SMTQ_10								,667
SMTQ_3								,526

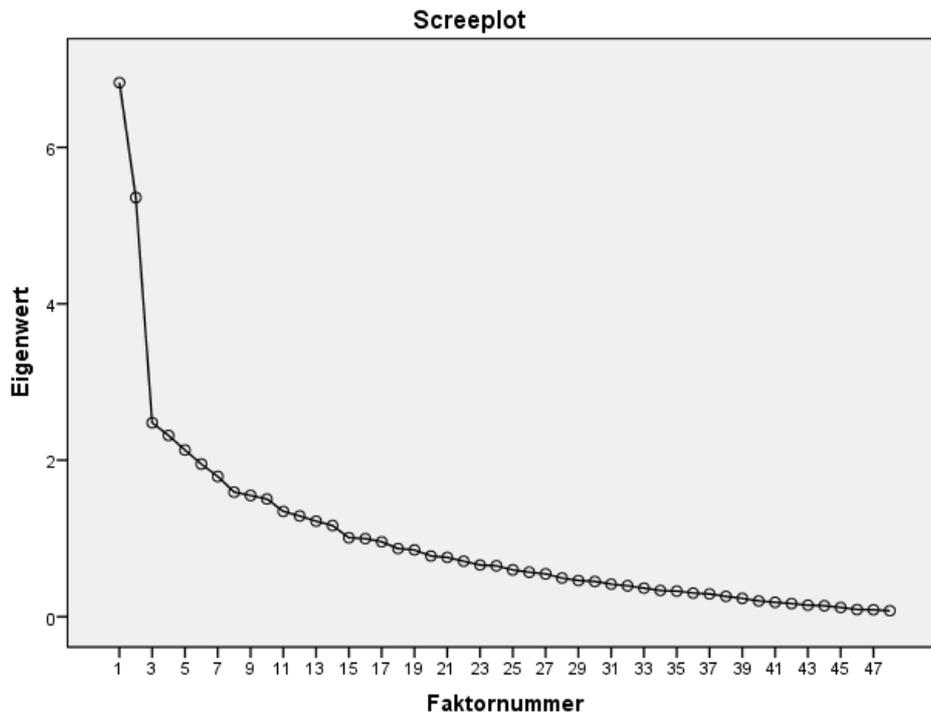
Anmerkung: Korrelationsstafel der Muster- und Strukturmatrix

Eine wesentliche Einschränkung der Interpretierbarkeit liegt in der Residualstatistik der reproduzierten Matrix, weil 54 (59,0%) nicht redundante Residuen mit absoluten Werten größer .05 vorlagen.

MTQ48

Analog zum Vorgehen der Hauptachsenfaktorenanalyse des SMTQ wurde der MTQ48 in seiner Dimensionalität geprüft. Das KMO-Kriterium war ‚kläglich‘ bis ‚mittelmäßig‘, .59. 15 Faktoren erreichten einen Eigenwert über Eins und erklärten gemeinsam 56.67% der Varianz. Clough et al. (2002) postulieren nur vier Faktoren bzw. sechs, wenn *Control* und *Confidence* ausdifferenziert werden. Der Screeplot schlägt lediglich zwei Faktoren vor (s. Abb. 3), weil diese in Relation zu den anderen die höchsten Eigenwerte haben und gemeinsam 25% der Varianz erklären.

Abbildung 3: Screeplot MTQ48



Nicht zuletzt weil der Screeplot aufgrund der kleinen Stichprobengröße keine adäquaten Schlussfolgerungen zulässt, wird eine konfirmatorische Faktorenanalyse durchgeführt, um zu prüfen, inwieweit die postulierte Struktur des MTQ48 hypothetisch haltbar bzw. replizierbar ist.

Konfirmatorische Faktorenanalyse

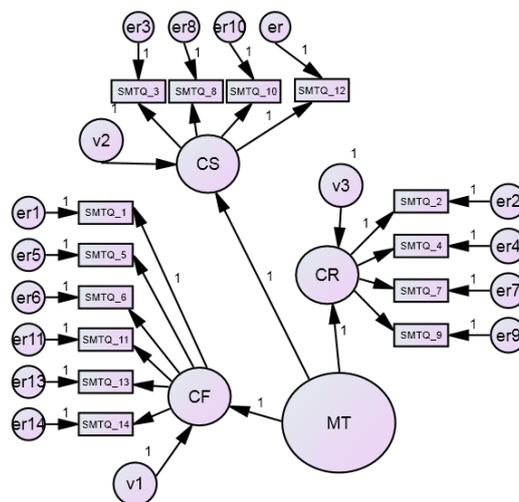
Zur Prüfung der latenten Struktur der Skalen SMTQ und MTQ48 werden jeweils konfirmatorische Faktorenanalysen (KFA) durchgeführt. Auch wenn MT nicht eindeutig definiert und operationalisiert ist, gibt es erste Versuche (z.B. Clough et al., 2002; Sheard et al., 2009) einer theoretischen und operationalen Fundierung. Vor dem Hintergrund dieser Tatsache erweist sich eine KFA als zielführendes Verfahren, um theoriegeleitet (hypothetisch) die Übereinstimmung der Indikatoren (Items) mit den postulierten Modellen zu prüfen. Somit ändert sich nun, verglichen zur Hauptachsenanalyse, die Perspektive dahingehend, dass theoretische Annahmen (Hypothesen) über die Zusammenhänge der latenten Variablen erprobt werden, die die empirischen Daten (Items) reflektieren sollen. Die Modellspezifikation entspricht dabei der postulierten Operationalisierung der jeweiligen Skala (SMTQ & MTQ). Die Beurteilung der Gesamtanpassung (*Fit*), also die Güte des Modells zur Beschreibung der empirischen/erhobenen Daten, erfolgt über die Schätzung verschiedener Parameter. Der χ^2 -Wert beispielsweise prüft die Güte der Modellanpassung in Bezug auf

die Übereinstimmung der Kovarianzmatrizen des hypothetische Modells und der empirischen Daten, wobei ein nicht-signifikantes Ergebnis bedeutet, dass das Modell die beobachteten Daten reproduzieren kann und somit einen guten Fit aufweist (Thompson, 2004). Aufgrund der Abhängigkeit des χ^2 -Werts von der Stichprobengröße werden ebenso andere Fit-Maße herangezogen, nämlich 1. der *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA; sollte $< .05$ sein), 2. *Comparative Fit Index* (CFI; sollte $\geq .97$ sein) und 3. der *Normed Fit Index* (NFI; sollte $\geq .95$ sein; Thompson, 2004).

SMTQ

Zunächst wurde für den SMTQ eine Lösung mit nur einem Faktor erster Ordnung geprüft. Erwartungsgemäß war die Modellanpassung unzureichend, $\chi^2 (77, N = 100) = 150.24$ ($p < .001$), $NFI = .48$, $CFI = .63$ und $RSMEA = .09$. Nun wurde die 3-Faktoren Lösung mit einem Generalfaktor MT (vgl. Sheard et al., 2009) konstruiert (s. Abb. 4), die nach der Analyse folgende Werte ergab: $\chi^2 (76, N = 100) = 97.95$ ($p = .04$), $NFI = .66$, $CFI = .89$ und $RSMEA = .057$. Ein signifikanter Chi-Wert indiziert keine Übereinstimmung zwischen dem Modell und den beobachteten Daten. Ebenso weisen die anderen Fit-Maße unbefriedigende Ergebnisse auf (z.B. NFI und CFI $< .90$). Auch wenn der RMSEA Wert eine ungefähre Passung attestiert und insgesamt eine bessere Modellanpassung erreicht wurde als mit einem zugrundeliegenden Faktor, bleibt der Fit mangelhaft.

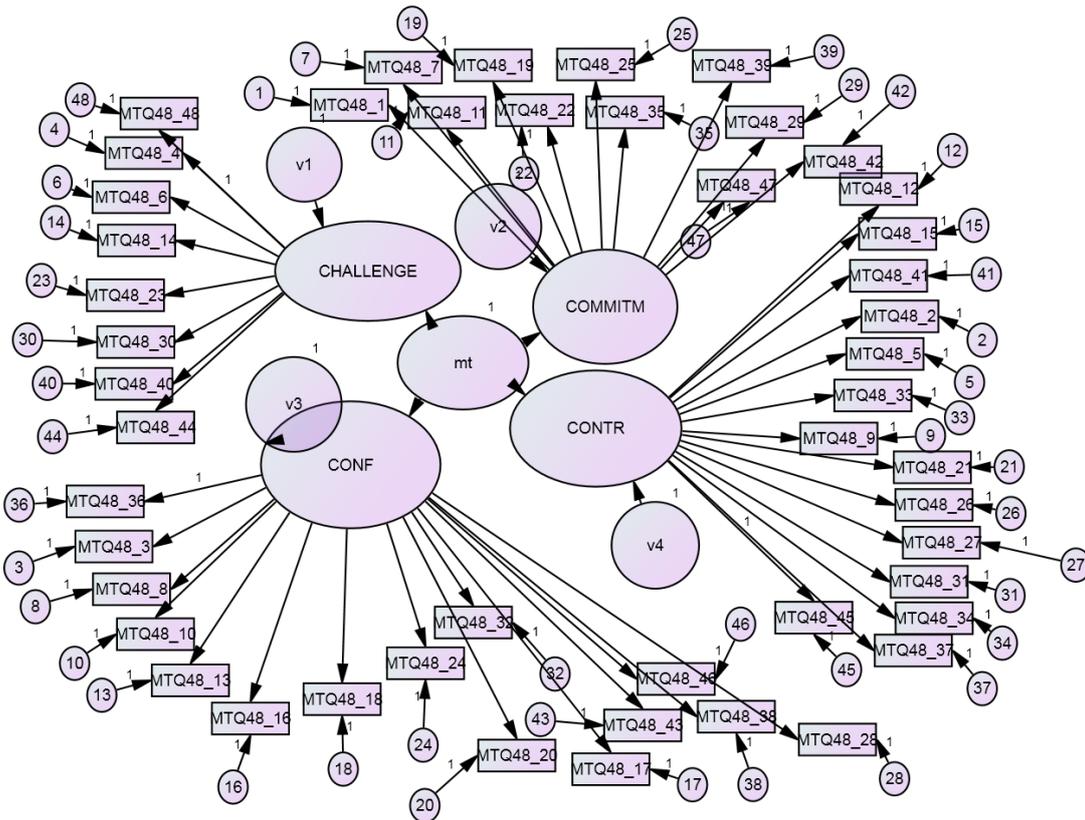
Abbildung 4: SMTQ Modell mit drei Faktoren und einem Generalfaktor MT



MTQ

Clough und Kollegen postulieren ein 4-Faktoren Modell des MTQ48 mit einem Generalfaktor MT. Dieses Modell wurde zu Beginn konstruiert und getestet (s. Abb. 5).

Abbildung 5: MTQ48 Modell mit vier Faktoren und einem Generalfaktor MT



Die Fit Indizes waren unzureichend und kennzeichnen eine mangelnde Modellanpassung: χ^2 (1076, $N = 100$) = 2026,42 ($p < .001$), $NFI = .18$, $CFI = .30$ und $RSMEA = .09$. Somit konnte die Faktorenstruktur nicht repliziert werden. Andere Modelle (z.B. 6-Faktorenlösung) führten zu keiner Verbesserung der Fit-Maße. Obwohl dem SMTQ eine bessere Passung zwischen den empirischen Daten und theoretischen Annahmen attestiert werden kann, sind die postulierten latenten Strukturen beider Skalen letztlich nicht bestätigt worden.

Studie 2 (b) – Konstruktvalidierung

Im Zuge der Konstruktvalidierung wurden Korrelationen zwischen allen (Sub-) Skalen kalkuliert und systematisch analysiert (s. Tabelle 4, S. 50). Tabelle 3 fasst die Mittelwerte der Skalen zusammen. Die Stichprobe wurde zudem auf Basis der SARS in zwei Gruppen unterteilt, sodass zwischen Athleten/innen unterschieden wurde, die zumindest auf Bundeslandebene konkurriert haben ($SARS > 5$) und solchen, die Sport zu sozialen Zwecken betreiben bzw. im Sportclub konkurrieren ($SARS \leq 5$). Die Subskalen- und der Gesamtscore des SMTQ unterscheiden die zwei Gruppen signifikant. Wider Erwartung

weisen alle anderen Scores keine Unterschiede zwischen den zwei Gruppen auf – auch wenn trendmäßig jeweils leicht höhere Scores in der zweiten Gruppe (SARS > 5) sichtbar sind.

Tabelle 6
Deskriptive Statistik der (Sub-) Skalen MTQ48, SMTQ, RESILIENZ, SPWB

	Gesamtstichprobe (N=100)		SARS ≤ 5 (N=66)		SARS > 5 (N=34)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Mental toughness (MTQ48)	3.85	0.39	3.80	0.38	3.96	0.38
Challenge	4.06	0.44	4.01	0.44	4.16	0.42
Commitment	3.97	0.47	3.92	0.49	4.08	0.42
Emotional control	3.45	0.57	3.38	0.54	3.59	0.61
Life control	3.79	0.50	3.77	0.52	3.81	0.46
Confidence in abilities	3.84	0.56	3.78	0.56	3.97	0.56
Interpersonal confidence	3.92	0.58	3.85	0.59	4.06	0.53
Mental toughness (SMTQ)	3.17	0.39	3.09	0.37	3.31*	0.39
Confidence	3.19	0.44	3.11	0.39	3.34*	0.49
Constancy	3.39	0.45	3.32	0.47	3.53*	0.37
Control	2.92	0.56	2.84	0.55	3.06	0.56

Anmerkung: * *t*-Test für unabhängige Stichproben (Gruppenvariable: SARS; $p < .05$)

Für den MTQ48 erwies sich die interne Konsistenz als akzeptabel, $\alpha = .84$. Die Reliabilität der Subskalen war allerdings unzureichend ($\alpha < .70$) - *Chronbach's α* lag im Bereich zwischen .61 und .65. Item 34 (*Meistens verberge ich meine Gefühle vor anderen*) korrelierte nicht mit den anderen Items der Skala *Control* und zeigte sich somit als unbrauchbar. Der SMTQ wies ein passables $\alpha = .71$ auf. Für die Subskalen betragen die α - Werte lediglich .36 für *Constancy* und .62 für *Control*. Nur *Confidence* hatte mit einem α -Wert von .74 eine annehmbare interne Konsistenz. Mit einem $\alpha = .9$ hatte die eindimensionale

Tabelle 7
Interkorrelationen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1 Mental toughness (MTQ48)	1																			
2 Challenge	.753**	1																		
3 Commitment	.810**	.609**	1																	
4 Emotional control	.672**	.361**	.428**	1																
5 Life control	.729**	.400**	.459**	.395**	1															
6 Confidence in abilities	.822**	.532**	.505**	.541**	.636**	1														
7 Interpersonal confidence	.681**	.520**	.543**	.265**	.430**	.391**	1													
8 Mental toughness (SMTQ)	.833**	.631**	.666**	.536**	.602**	.723**	.555**	1												
9 Confidence	.744**	.527**	.537**	.549**	.513**	.668**	.528**	.897**	1											
10 Constancy	.630**	.552**	.730**	.151	.469**	.380**	.525**	.693**	.468**	1										
11 Control	.653**	.478**	.409**	.540**	.492**	.672**	.311**	.828**	.634**	.341**	1									
12 Resilienz	.664**	.648**	.653**	.274**	.382**	.536**	.445**	.634**	.600**	.593**	.364**	1								
13 PWB	.773**	.667**	.649**	.315**	.626**	.689**	.499**	.722**	.606**	.665**	.513**	.764**	1							
14 Autonomie	.639**	.508**	.544**	.446**	.401**	.386**	.615**	.589**	.483**	.496**	.470**	.483**	.521**	1						
15 Umweltkontrolle	.599**	.573**	.522**	.223	.462**	.516**	.377**	.600**	.492**	.586**	.412**	.583**	.791**	.298**	1					
16 Persönlichkeitsentwicklung	.482**	.583**	.426**	-.016	.396**	.440**	.331**	.417**	.306**	.466**	.284**	.528**	.761**	.340**	.507**	1				
17 Sinn im Leben	.674**	.521**	.635**	.273**	.575**	.580**	.396**	.656**	.553**	.622**	.451**	.650**	.830**	.291**	.634**	.587**	1			
18 Selbstakzeptanz	.641**	.536**	.464**	.313**	.498**	.679**	.348**	.603**	.553**	.474**	.436**	.700**	.855**	.258**	.690**	.558**	.710**	1		
19 Beziehungsgestaltung	.466**	.317**	.362**	.177	.492**	.501**	.206**	.408**	.355**	.380**	.273**	.508**	.751**	.173	.473**	.467**	.560**	.633**	1	

Anmerkung: ** p < 0,01 (2-seitig); * p < 0,05 (2-seitig); fett markiert:

Resilienzskala die beste interne Konsistenz und die SPBW mit $\alpha = .55$ die schlechteste.

Erwartungsgemäß korrelierten die MT-Scores des MTQ48 und des SMTQ hoch ($r = .83$, $p < .001$) und erklärten 68% der gemeinsamen Varianz. Um die konvergente Validität zu etablieren, sollten die Gesamtscores der MT-Skalen sehr hoch miteinander korrelieren und wesentlich höher als mit verwandten Konstrukten. Allerdings korrelieren die beiden Skalen mit Resilienz (MTQ48: $r = .66$; SMTQ: $r = .63$, p 's $< .001$) und vor allem psychologischem Well-being (MTQ48: $r = .77$; SMTQ: $r = .72$, p 's $< .001$) ebenfalls hoch, sodass die diskriminante Validität zweifelhaft ist. Weiter wurde in der Zielsetzung dieser Studie postuliert, dass verwandte Subskalen höher miteinander korrelieren sollten als distinkte. Es zeigt sich, dass z.B. die Subskalen *Confidence in abilities* des MTQ48 und *Confidence* des SMTQ zwar hoch miteinander korrelieren ($r = .66$), aber die Subskala *Control* des SMTQ gleich hoch mit *Confidence in abilities* zusammenhängt ($r = .67$), sodass auch hier Inkonsistenzen in Form von inhaltlichen Überlappungen zu verzeichnen sind. Auch die *Control* Subskalen (MTQ48, *emotional control* und SMTQ, *Control*) beider Instrumente korrelierten entgegen der Hypothese nur mittelmäßig ($r = .55$) und *Control* (SMTQ) sogar wesentlich höher mit *Confidence in abilities* des MTQ48 ($r = .67$). *Constancy* (SMTQ) und *Commitment* (MTQ48) waren stärker miteinander assoziiert als mit anderen Subskalen ($r = .77$), sodass sie scheinbar eine vergleichbare Dimension erfassen.

Entgegen der Hypothese, dass die Subskalen *Life Control* (MTQ48) und *Umweltkontrolle* (SPWB) aufgrund inhalts-logischer Ähnlichkeit höher miteinander korrelieren würden als Umweltkontrolle mit den anderen Subskalen des MTQ48, haben sich stärkere Zusammenhänge zu *Challenge*, *Commitment* und *Confidence in abilities* gezeigt ($r = .57$, $.52$ und $.51$). In Einklang mit der Erwartung korrelierte *Persönlichkeitsentwicklung* (SPWB) höher mit *Challenge* (MTQ48; $r = .58$) als mit anderen Subskalen des MTQ48 und *Sinn im Leben* (SPWB) höher mit *Commitment* (MTQ48; $r = .63$). Ebenso zeigte sich, dass *Selbstakzeptanz* (SPWB) stärker mit *Confidence* (SMTQ, $r = .55$) assoziiert ist als mit den anderen Subskalen des SMTQ. *Resilienz* war erwartungsgemäß stärker mit *Challenge* ($r = .64$) und *Commitment* (MTQ48; $r = .65$) korreliert als mit den anderen Subskalen des MTQ48 und am höchsten mit *Selbstakzeptanz* der SPWB ($r = .70$).

Insgesamt zeigen sich zwischen den Subskalen des MTQ48 und SMTQ mit den SPWB wenig schwache ($r < .30$), zumeist mittelgroße ($r = .30 - .60$) und einige hohe ($r > .60$) Zusammenhänge, sodass scheinbar distinkte Dimensionen erfasst werden. Resilienz korrelierte in Summe recht hoch mit allen Subskalen, $r = .44 - .77$. Lediglich die zwei *Control* Subskalen des MTQ48 (*emotional* und *life control*) und des SMTQ waren unter $.4$ mit Resilienz korreliert, sodass eine zu hohe Überlappung zwischen den Konstrukten festgehalten wird.

Letztendlich lässt sich folgern, dass die theoretischen Annahmen über die Höhe der

Zusammenhänge nicht haltbar sind, weil diverse Subskalen, die höher mit bestimmten Dimensionen korrelieren sollten, ebenso hoch bzw. noch höher mit anderen zusammenhängen (z.B. *Umweltkontrolle*, *Confidence in abilities*).

7. Diskussion

Die Diskussion wird analog zur Sequenz der Struktur der Zielsetzung und der dargestellten Ergebnisse erfolgen. Es werden die Schwächen der Studie dargestellt und ein Ausblick für zukünftige themenverwandte Forschungsfragen geliefert.

Geschlechtsunterschiede und korrelative (bivariate) Assoziationen

Hinsichtlich 2D:4D wurde postuliert, (i) dass Männer ein kleineres Verhältnis aufweisen als Frauen, (ii) dass dieser Geschlechtsunterschied in der rechten Hand dominanter ist, dass (iii) eine negative Assoziation zwischen 2D:4D und der HGS besteht und dass (iiii) 2D:4D negativ mit sportlichem Rang korreliert.

Der Geschlechtsunterschied ist bei der vorliegenden Studie zwar (i) sichtbar, erreicht aber keine statistische Signifikanz. (ii) In beiden Händen ist der Geschlechtsunterschied gleich groß ($d = 0.33$), entgegen der Annahme, er sei in der rechten Hand größer (Manning, 2007), – obwohl bei beiden Geschlechtern die rechte Hand ein signifikant kleineres 2D:4D Ratio aufwies. Wenn man bedenkt, dass Martial Arts tendenziell mehr Männer anlockt als Frauen, könnte letztgenanntes Ergebnis mit der Lateralität typisch-maskuliner Eigenschaften in der rechten Körperhälfte (Tanner, 1990) zusammenhängen. Der Zusammenhang zwischen der rechten und linken Hand war bei Frauen größer als bei Männern, sodass ersteren eine höhere Symmetrie der Hände unterstellt werden kann. Verglichen zur Normalpopulation wiesen lediglich Frauen (im Mittel) ein kleineres 2D:4D Verhältnis auf (.98/.97). Dieser Umstand kann – spekulativ – darauf zurückzuführen sein, dass Frauen mit Kampfsportaffinität in geschlechtsstereotypen Eigenschaften maskuliner sind. In Bezug auf die (iii) HGS hat sich zunächst bei beiden Geschlechtern ein negativer Zusammenhang gezeigt, der allerdings unter partieller Kontrolle moderierender Variablen keine Signifikanz mehr aufwies. Die Ergebnisse von Fink (2006) konnten somit nicht repliziert werden. Obwohl die HGS auch testosteronabhängig ist (Gallup et al., 2007), wird sie ebenso durch andere Variablen vermittelt (z.B. Muskelmasse oder Training). Dennoch ist in dieser Untersuchung ein korrelativer Trend sichtbar ($r = -.18$, $p = .06$), der nur knapp die Signifikanz verpasst. Weiter korrelierte ein maskulines Fingerlängenverhältnis der linken Hand bei Männern negativ mit dem BMI. Dieses Ergebnis ist vor dem Hintergrund eines konsistenten Zusammenhangs von 2D:4D mit athletischen Erfolgen nicht verwunderlich. Somit konnte diese Studie die Ergebnisse von Fink et al. (2003) stützen, die ebenso bei Männern vor allem in der linken Hand einen Zusammenhang mit dem BMI resultierten. (iiii)

Hinsichtlich des Sportrangs (SARS) waren zunächst die starken negativen Korrelationen mit den Verhältnissen beider Hände offensichtlich. Allerdings wurden diese ebenso durch andere Variablen partiell kontrolliert (Trainingsintensität, Erfahrung, Kup), sodass letztendlich ein überraschend hoher negativer Zusammenhang (zwischen .38 und .44) zwischen den 2D:4D Verhältnissen der Frauen beider Hände und der Trainingsintensität verzeichnet wurde. Nachdem Taekwondo eine hohe konditionelle Fitness voraussetzt, könnten die 2D:4D Verhältnisse der Frauen auf eine erhöhte konditionelle Leistungsfähigkeit und folglich kardiovaskuläre Effizienz hinweisen. Hönekopp et al. (2010) haben für Mittel- und Langdistanzläufe metanalytisch höhere Effektstärken resümiert. Das Trainingsverhalten (z.B. erhöhte Trainingsintensität) der TKD-Athletinnen mit maskulinisierten 2D:4D scheint dieses Ergebnis zu stützen. Interessanterweise ist dieser Zusammenhang bei Männern absent, sofern man das Alter und die Erfahrung kontrolliert. D.h. ein maskulines Fingerlängenverhältnis beeinflusst lediglich die Trainingsintensität der Frauen. Somit könnten Frauen im Hinblick auf athletische Leistungsfähigkeit dahingehend von einer pränatalen Androgenisierung profitieren, dass sie mehr bzw. intensiver trainieren können – möglicherweise aufgrund höherer konditioneller Kapazitäten. Hönekopp, Manning und Müller (2006) argumentierten, dass eine testosteronbedingte Androgenisierung in utero die Motivation zu trainieren, erhöhen könnte. Allerdings war der Zusammenhang in dieser Studie (zwischen 2D:4D Ratios und Fitnessübungen) bei männlichen Teilnehmern vor allem durch Trainingsumfang vermittelt. Die vorliegenden Ergebnisse legen nun eine Erweiterung dieser Zusammenhänge nahe, indem von einer erhöhten Trainingsmotivation bei Frauen mit maskulinen 2D:4D Verhältnissen ausgegangen werden kann.

Die berichteten Geschlechtsunterschiede in MT (Clough et al., 2002; Nicholls et al., 2009) konnten nicht repliziert werden. In keiner Subskala konnte ein Unterschied festgestellt werden – analog zu Crust (2009). Dieses Ergebnis kann verschiedene Ursachen haben. Intuitiv wäre annehmbar, dass Frauen, die Kampfsportaffin sind – sich also in einer Männerdomäne bewegen – auch ‚tougher‘ sind als Frauen in der Normalpopulation oder in anderen Sportarten mit geschlechtsunabhängiger Frequentierung (z.B. Leichtathletik).

Diese Studie hat gezeigt, dass globale MT-Scores positiv mit Trainingsintensität assoziiert sind, was suggestiv ist für die Plastizität von MT hinsichtlich einer Zunahme einhergehend mit der Sammlung von sportinternen Erfahrungen. Connaughton und Kollegen (2009, 2010) konnten zeigen, dass MT über kumulative Erfahrungen innerhalb des Sports zunimmt. Eine kausale Schlussfolgerung ist aber kaum möglich, weil man ebenso umgekehrt interpretieren könnte, dass mental stärkere Athleten/innen einfach mehr trainieren. Ebenfalls zeigte sich in dieser Studie eine positive Korrelation zwischen dem Zeitraum des Betreibens von TKD und mentaler Stärke ($r = .24, p < .05$) – allerdings nur beim SMTQ. Dieses Ergebnis stützt die Annahme einer potenziellen Veränderung von MT über die Zeit und suggeriert,

dass die Konzeptualisierung von MT als Trait, wie Clough et al. (2002) und Horsburgh et al. (2011) zu untermauern versuchen, zu kurz greift.

Das Entwicklungsmodell mentaler Stärke von Bull et al. (2005) könnte die State vs. Trait Kontroverse besser erklären. Die Autoren meinten, dass hinter dem *tough thinking*, das letztlich die Leistung in einem Wettkampf determiniert und somit als Situationsadaption (z.B. mentale Strategien zur Reduktion von Druck) zu verstehen ist, die sog. *tough attitudes* stehen, die wiederum eine trait-mäßig verankerte Persönlichkeitsdimension darstellen. Allerdings sind die Skalen nicht sensitiv für eine solche Differenzierung.

In Einklang mit der Literatur steigt das psychologische Well-being (Ryff, 1984; Ryff & Keyes, 2004) und die Resilienz (Staudiger, 1998) mit dem Alter. Ryff (1984) argumentiert, dass das PWB vor allem mit der Lebenserfahrung steigt und dass im Erwachsenenalter viele Hürden wie der Berufseinstieg oder die Rolle in der Gesellschaft überwunden sind. Ähnlich begründet Staudiger (1998) die Zunahme in der Resilienz. Mit kumulativer Konfrontation mit stressgeladenen Stimuli nimmt die Widerstandsfähigkeit in Folge von Lernprozessen zu. Vor allem von Interesse war aber der Zusammenhang von Alter und MT.

Der signifikante Geschlechtsunterschied in der Erfahrung kann vor allem dadurch erklärt werden, dass die Vereinsleiter (7 Männer), die in der Stichprobe ebenso vertreten sind, TKD über mehrere Jahrzehnte betreiben und daher diesen Unterschied moderieren. Weniger spannend ist die höhere Handgriffstärke bei Männern, die in allen Studien konsistent signifikant ausfällt (Gallup et al., 2007). Dass die HGS keine statische Größe ist, zeigt sich in der Zunahme der Handkraft bei Frauen über eine erhöhte Trainingsintensität und Erfahrung. Ebenso wenig überraschend ist der Unterschied in der Größe, dem Gewicht und folglich dem BMI, weil Männer in physischen Konstituten grundsätzlich höhere Werte aufweisen.

In Bezug auf die SARS wurden analog zu Tester und Campbell (2007) positive Rangkorrelationen mit der Anzahl der Jahre des Ausübens von TKD, der Trainingsintensität, der Graduierung, MT und eine negative mit dem Alter eruiert. Diese Zusammenhänge erwiesen sich als gegenseitig kontrollierend, sodass eine stufenweise multiple Regression aussagefähiger ist. Dennoch verweisen sie darauf, dass sportbezogenes Verhalten durchaus auch von MT beeinflusst wird. Konstanz und Persistenz im Training sind wichtige Attribute von MT (Jones et al., 2007). Ebenso verweisen die Subfaktoren *Constancy* (SMTQ) und *Commitment* (MTQ48) inhaltslogisch vor allem auf Verhaltensweisen und Erlebensmuster, die auch Trainingsverhalten beeinflussen. Beispielitems für diese Dimensionen sind *I give up in difficult situations* oder *Ich versuche immer 100% zu geben*. Somit wird ersichtlich, dass MT trotz des Ausbleibens signifikanter Effekte mit der SARS (nach der partiellen Kontrolle von Erfahrung, Kup/Dan und Trainingsintensität) durchaus sportbezogene Verhaltensweisen beeinflusst.

Studie 1 – Vorhersage sportlichen Erfolgs im TKD

Die Regressionsanalyse intendierte die Vorhersage sportlichen Erfolgs auf Basis psychologischer Variablen einerseits und physischen andererseits. 48% inkrementeller Varianz wurden durch die Variablen Alter, Kup/Dan und SMTQ erklärt. Der MTQ48 sowie die anderen Skalen konnten nicht zum Modell beitragen. Ebenso wenig das 2D:4D Ratio und der BMI. Nachdem die bivariaten Assoziationen bereits gezeigt haben, dass das 2D:4D Ratio mit Trainingsintensität verknüpft ist, wurde erwartet, dass dennoch ein unabhängiger Beitrag des Ratios die Variabilität im Sportrang aufklären kann. Dies war nicht der Fall.

Dass der MTQ48, der als durchaus sensitiv für Sportränge gehandelt wird (z.B. Clough et al., 2002; Crust & Clough, 2005; Kuan & Roy, 2007) keinen Erklärungsbeitrag leistete, war überraschend. Der SMTQ hat nur 2% inkrementeller Varianz beigetragen und scheint damit, zumindest besser als der MTQ48, zwischen Leistungsstufen im Sport differenzieren zu können. Nichtsdestotrotz ist der Erklärungsanteil nur geringfügig.

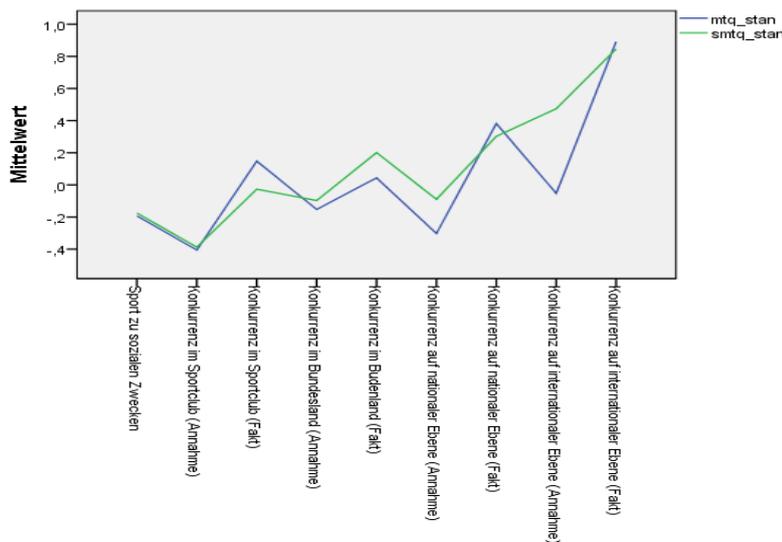
An dieser Stelle ist eine erste Schwäche der Studie angezeigt, nämlich die Instrumentalisierung der Leistung mittels der SARS. Zum einen können aus Gründen des *impression managements* die selbstberichteten Einschätzungen verzerrt sein, wodurch die Objektivität des Kriteriums fraglich ist. Offizielle Ranglisten wären bessere Leistungskriterien und würden möglicherweise sensitiver auf die Prädiktoren reagieren. Die Schwierigkeit Athleten/innen aufzutreiben, die in den Ranglisten in Österreich zu finden sind, lag vor allem in der kleinen Anzahl jener, die leistungsmäßig zumindest auf internationalem Niveau konkurrieren.

Erwartungsgemäß zeigte der Kup/Dan den höchsten Erklärungsanteil und suggeriert, dass regelmäßiges Training wohl am stärksten zu sportlichem Erfolg beiträgt. Die negative Korrelation mit dem Alter verweist auf die Voraussetzung eines jungen Alters, um Erfolge im TKD (z.B. internationale Turnierteilnahme) zu verzeichnen.

Zudem wurde eine zusätzliche Regressionsanalyse durchgeführt, die als abhängige Variable einen extrahierten Faktor hatte, der als „Expertise im TKD“ interpretiert werden kann. Um die bivariaten Assoziationen von MT und 2D:4D mit sportbezogenem Verhalten zu spezifizieren, wurden sie erneut als Prädiktoren rangierend, in ihrer relativen Bedeutung untersucht. Der Faktor „Expertise im TKT“ folgt inhalts-logisch der Überlegung, dass Erfahrung, Kup/Dan und Trainingsintensität letztlich auf einem Faktor laden, weil sie allesamt eine Zeitkomponente aufweisen, die den Entwicklungsprozess im TKD determinieren. Obwohl im Mittel lediglich ca. 21.5% der Variabilität erklärt wurde, sticht der Beitrag des 2D:4D Ratios heraus, nachdem es zur Varianzaufklärung in der SARS nicht beigetragen hat. Somit kann man folgern, dass 2D:4D die Expertise im TKD, d.h. Trainingsverhalten, Graduierung und Kontinuität im Betreiben des Sports beeinflusst. Ähnlich argumentierten Manning und Taylor (2001), dass eine pränatale Androgenisierung förderlich sein könnte für

ein effizientes kardiovaskuläres System, das vor allem für Trainingsverhalten und Kontinuität (z.B. Jahre des Betriebens von TKD) wichtig ist. Analog zu Tester und Campbell (2007) wird spekuliert, dass ein maskulines 2D:4D weniger Energieverbrauch bedingt und ein Training am Limit ermöglicht. Allerdings sei hier noch mal auf die Ergebnisse der bivariaten Analysen verwiesen, die vor allem Frauen mit einem maskulinen 2D:4D Ratio eine höhere Trainingsintensität attestieren. Dass der SMTQ einen vergleichbar hohen Erklärungsbeitrag leistet, deutet ebenso darauf hin, dass ein intensives Training auch mentale Attribute voraussetzt. Tester und Campbell (2007) vermuten, dass sich sportbezogenes Verhalten stärker in physiologischen Faktoren niederschlägt. Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass MT auch Relevanz hat. Auch wenn in der ersten Regressionsanalyse nur ein schwacher Vorhersageeffekt des SMTQ verzeichnet wurde, so zeigt Abbildung 3 einen eindeutigen Trend, dass Athleten/innen, die zumindest auf nationaler Ebene konkurrieren, einen stetigen Anstieg der mentalen Stärke aufweisen.

Abbildung 6: Z-Transformierte Mittelwerte des MTQ48 und SMTQ der SARC



Studie 2 (a) – Analyse der Dimensionalität des SMTQ und MTQ48 *Exploratorische & Konfirmatorische Faktorenanalyse*

Die Analyse der Dimensionalität hat für beide Skalen (SMTQ und MTQ48) unzureichende Teststatistiken geliefert. Die Ergebnisse deuten auf eine inadäquate Operationalisierung des Konstrukts MT hin. In Summe zeigt der SMTQ bessere Modell-Fit Indize. Die exploratorische Faktorenanalyse hat vier Faktoren extrahiert, die dem Kaiser-Kriterium genügen, während beim MTQ48 15 Faktoren extrahiert wurden, die nur 56.67%

der Varianz erklärten. Die Differenz könnte nicht zuletzt in der kleineren Anzahl der Items liegen. Nichtsdestotrotz zeigten die konfirmatorischen Faktorenanalysen für beide Skalen schlechte Fit-Indizes.

Eine potentielle Schwäche der KFA lag in der Stichprobengröße und der folglich zu hohen Anzahl an zu schätzenden Parametern. Marsh, Hau, Balla und Grayson (1998) empfehlen beispielsweise 200 bis 250 Versuchspersonen für eine KFA. Bühner (2006) verweist ebenso darauf, dass bei zu kleinen Stichproben Schätzprobleme auftreten können, die auch auf das Verhältnis von Stichprobengröße und Variablenanzahl, das nicht kleiner als 5/1 sein sollte, zurückführbar sind. Demnach sollte bei 48 Variablen eine Stichprobe aus mindestens 240 Versuchspersonen bestehen. Das war in der vorliegenden Untersuchung nicht der Fall, sodass die Ergebnisse der KFA fraglich sind.

Studie 2 (b) – Konstruktvalidierung

In der letzten Studie wurde eine Konstruktvalidierung realisiert, indem die Interkorrelationen der verwendeten (Sub-) Skalen (SMTQ, MTQ48, RES, SPWB) systematisch analysiert wurden. Zunächst wurde aber die Inhaltsvalidität geprüft, indem die SARS in zwei Gruppen aufgeteilt wurde ($SARS > 5$ und $SARS \leq 5$), um die Sensitivität der MT-Skalen hinsichtlich der Differenzierungsfähigkeit zwischen diesen zwei Gruppen zu eruieren. Nur der SMTQ (inklusive der Subskalen, außer *Control*) vermochte einen signifikanten Unterschied zwischen den zwei Gruppen zu identifizieren. Somit scheint er MT besser zu operationalisieren als der MTQ48. Demgegenüber steht allerdings die unzureichende interne Konsistenz der Subskalen *Constancy* und *Control. Confidence* hatte – analog zu der Literatur, die dieses Attribut durchweg als besonders wichtig anerkennt (Jones et al., 2002, 2007; Thellwell et al., 2005) – die beste interne Konsistenz. Sheard et al. (2009) berichten für den SMTQ-Gesamtscore (bundesland-, nationale und internationale Ebene gemittelt) von 2.99. Diese Studie hat einen höheren Score verzeichnet, 3.31. Für das Club-Level zeigten die TKD Athleten/innen einen Gesamtscore von 3.09, der ebenfalls den von Sheard und Kollegen ermittelten Wert von 2.76 übersteigt. Die Stichprobe von Sheard et al. (2009) war sportgemischt. Somit könnten die vorliegenden Ergebnisse ein Indiz dafür sein, dass eine Intersportvarianz unterschiedliche Komponenten von MT favorisiert. Die Martial Art Stichprobe dieser Studie zeigte demnach höhere Gesamtscores auf allen Sportlevels. Nachdem die Validierung eines Konstrukts ein fortschreitender Prozess ist, tragen diese Daten zu diesem Prozess bei.

Die MT-Gesamtscores korrelierten zu .83 miteinander und erklärten 68% der gemeinsamen Varianz. Crust und Swann (2011) berichten eine etwas kleinere Korrelation zwischen den Skalen MTQ48 und SMTQ ($r = .75$). 32% bleiben unerklärt und verweisen

darauf, dass die Skalen zwar anteilig dasselbe messen, aber sich in Teilkomponenten unterscheiden. Die hohen Korrelationen mit Resilienz und SPWB (zwischen .63 und .77) untermauern keinesfalls die diskriminante Validität. Es wurde zudem postuliert, dass übereinstimmende Skalen hoch miteinander korrelieren (konvergente Validität) und höher als nicht-übereinstimmende (diskriminante Validität). Es zeigten sich aber nur mittelgroße Zusammenhänge zwischen äquivalenten Skalen (z.B. *Control*-Subskalen des SMTQ und des MTQ48) und teils höhere Zusammenhänge als hypothetisch angenommen (z.B. die Subskala *Control* des SMTQ mit *Confidence in abilities* des MTQ48, $r = .67$). *Challenge* (MTQ48) und *Persönlichkeitsentwicklung* (SPWB) korrelierten erwartungsgemäß hoch miteinander, genauso wie *Resilienz* mit *Commitment* und *Challenge*. Dennoch wies Resilienz eine zu hohe Überlappung mit den MT-Subskalen beider Instrumente auf.

Auf Item Ebene hat sich gezeigt, dass die logische Validität vieler Items fraglich ist. Die Resultate der exploratorischen Faktorenanalyse deuten ebenso darauf hin. Beim SMTQ beispielsweise wurde ein Faktor extrahiert, der die Items 6, 12, 13 und 14 zusammenfasst. Items 6 und 14 verweisen inhalt-logisch stärker auf eine Challenge-Komponente, weil sie den Umgang mit Druck beschreiben. Dazu meinen z.B. Jones et al. (2002) und Thellwell et al. (2005), dass ein Attribut von MT jenes ist, Wettkampfdruck zu genießen. Das setzt voraus, dass Herausforderungen als Chancen betrachtet werden, sich weiter zu entwickeln. Item 12 (*Ich bin selbst dafür verantwortlich, mir herausfordernde Ziele zu stecken*) und 13 (*Mögliche Bedrohungen interpretiere ich als positive Gelegenheiten*) verweisen ebenso auf Herausforderungsaffinität. Somit könnte dieser Faktor eher *Challenge* repräsentieren – vergleichbar mit der Operationalisierung von Clough et al. (2002) – und weniger *Confidence*, wie bei Sheard intendiert (außer Item 12, das im SMTQ unter *Constancy* fällt).

Zwischen *Constancy* und *Commitment* wurde eine höhere Korrelation untereinander resultiert als mit anderen Subskalen ($r = .73$). Tatsächlich sind einige Items vergleichbar (z.B. *Constancy*: *In schwierigen Situationen gebe ich auf* und *Commitment*: *Wenn ich unter Druck stehe, gebe ich für gewöhnlich nicht auf*). Aber es scheint dennoch, wie Crust und Swan (2011) bereits angemerkt haben, weniger folgerichtig, ein Item wie *Ich lasse mich leicht ablenken und verliere meine Konzentration* (SMTQ) auf *Constancy* lädt, obwohl es eher auf eine Aufmerksamkeitskomponente abzielt, wie z.B. Aufmerksamkeitskontrolle (vgl. Loehr, 1994). Grundsätzlich scheitert die Vergleichbarkeit dieser zwei Subfaktoren auch an theoretischen Überlegungen zur Konzeptualisierung einer Skala, weil *Constancy* und *Commitment* inhalts-logisch überlappend sind, aber unterschiedliche Dimensionen repräsentieren, wobei erstere vor allem die Hingabe einer Person zu dem, was er tut, zu erfassen versucht (vgl. Clough et al., 2002) und letztere unterschiedliche (unabhängige) Dimensionen wie Zielsetzung, Verantwortungsbewusstsein und Anforderungsmanagement (vgl. Sheard et al., 2009) abdeckt. Dieses Beispiel demonstriert, dass - trotz einer recht

hohen gemeinsamen Varianzaufklärung - der SMTQ und MTQ48 im Detail durchaus differierende theoretische Vorannahmen anstellen, die ähnliche Konstrukte zu messen intendieren, denen aber gleichzeitig unterschiedliche Items und Dimensionen zu Grunde liegen. Diese Differenzen spiegeln das mangelnde theoretische Verständnis bezüglich MT.

Ausblick

Sowohl die Forschung zu 2D:4D, als auch die zu MT zeigen Inkonsistenzen und variierende Resultate. Diese Studie konnte keinen Einfluss von 2D:4D auf den Rang der sportlichen Aktivität (z.B. Sport zu sozialen Zwecken vs. internationale Wettbewerbsteilnahme) nachweisen. Dennoch beeinflusst die pränatale Androgenexposition sportliches Verhalten, was sich in einer acht-prozentigen Varianzaufklärung des Faktors „Expertise TKD“ zeigt. Außerdem scheinen vor allem Frauen von einem maskulinen Fingerlängenverhältnis zu profitieren (z.B. erhöhte Trainingsintensität). Somit gilt es zukünftig zu spezifizieren, wie ein maskulines Fingerlängenverhältnis sportbezogenes Verhalten beeinflusst. Nachdem bisherige Studien vor allem das Level der sportlichen Aktivität untersuchten (Manning & Taylor, 2001; Voracek et al., 2010) bleibt offen, über welche Mechanismen dieser Zusammenhang, der im Mittel bei $r = -.28$ liegt (Hönekopp & Schuster, 2010) vermittelt wird. Hill et al. (2011) liefern z.B. Belege, dass das maximale Sauerstoffvolumen mit dem 2D:4D Ratio assoziiert ist. Die erhöhte Trainingsintensität der Frauen mit maskulinen Fingerlängenverhältnissen in dieser Stichprobe könnte mit effizienteren Energieverbrauchskapazitäten zusammenhängen. Genau solche vermittelnden Mechanismen gilt es zu spezifizieren.

Die Ergebnisse zu MT haben gezeigt, dass lediglich der SMTQ – wenn auch nur geringfügig – sportliche Leistung aufklären kann. Der relative Anteil scheint geringer zu sein als angenommen. Diese Schlussfolgerung ist mit Vorsicht gezogen, weil die mangelnde Sensitivität der verwendeten Skalen auch mit der Operationalisierung zusammenhängen kann, da unterschiedliche Komponenten von MT favorisiert werden und sportspezifische Aspekte relevant sind. Diesbezüglich sollte zukünftig eine stärkere theoretische Konvergenz angestrebt werden, um MT adäquater zu operationalisieren. Neben Elite-Athleten/innen sollten unterschiedliche Levels bei der theoretischen Auseinandersetzung mit einbezogen werden, weil man z.B. Olympiagewinnern/innen nicht per se unterstellen kann, sie seien mental stärker als andere Athleten/innen. Möglicherweise würde sich der relative Anteil an sportlicher Leistung besser kristallisieren. Konkrete Ansätze könnten Operationalisierungen darstellen, die analog zu Jones et al. (2007) auch unterschiedliche Prozessphasen beinhalten (z.B. Training, Wettbewerb etc.). Diese Studie hat nämlich ebenso gezeigt, dass MT den Faktor „Expertise im TKD“ erklärt. Somit wären zukünftig diese unterschiedlichen Phasen inklusive der spezifischen Anforderungen stärker zu berücksichtigen.

Zusammenfassung

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Studie war, den relativen Anteil zweier Variablen, die als kritisch für sportliche Leistung diskutiert werden, zu evaluieren, nämlich den von MT, das als Set aus sportbezogenen mentalen Komponenten gehandelt wird und von 2D:4D, welches als Marker der pränatalen Androgenexposition gilt. Dazu wurden Taekwondo (TKD) Athleten/innen ($N = 100$) rekrutiert. TKD ist eine Kampfsportart, die konditionelle Fitness voraussetzt und durch Explosivität sowie Schnelligkeit gekennzeichnet ist. Es hat sich gezeigt, dass sportliche Leistung am stärksten durch Erfahrung und Trainingsintensität vorhergesagt werden kann und diese zwei Variablen wiederum durch das 2D:4D Ratio ($R^2 = .08$) und MT ($R^2 = .08$). Das zweite Ziel war die Gegenüberstellung zweier MT-Skalen, nämlich dem SMTQ und dem MTQ48, die psychometrisch nicht gesichert sind. Die Analyse der Dimensionalität der MT-Skalen hat ergeben, dass der SMTQ sensitiver zwischen Sporträngen unterscheiden kann als der MTQ48 und ebenso eine (psychometrisch) bessere Faktorenstruktur aufweist, wobei beide Skalen nicht den Modelltests der konfirmatorischen Faktorenanalyse genügten. Hinsichtlich des 2D:4D Ratio wurden Mechanismen diskutiert, die über ein maskulines Fingerlängenverhältnis sportbezogene Verhaltensweisen (z.B. Trainingsintensität, Motivation) beeinflussen. In Bezug auf MT wurden Schwächen in der Operationalisierung aufgezeigt, die auch aufgrund mangelnder theoretischer Klarheit bedingt sein können.

Literaturverzeichnis

- Abbott, R., Ploubidis, G., Huppert, F., Kuh, D., Wadsworth, M., & Croudace, T. (2006). Psychometric evaluation and predictive validity of Ryff's psychological well-being items in a UK birth cohort sample of women. *Health and Quality of Life Outcomes*, 4, 1-16.
- Allaway, H. C., Bloski, T. G., Pierson, R. A., & Lujan, M. E. (2009). Digit ratio (2D:4D) determined by computer-assisted analysis are more reliable than those using physical measurements, photocopies, and printed scans. *American Journal of Human Biology*, 21, 365-370.
- Amelang, M. & Bartussek, D. (2001). *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung* (5. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- 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.
- Bardin, C. W., & Cattrell, C. F. (1981). Testosterone: A major determinant of extragenital sexual dimorphism. *Science*, 211, 1285-1294.
- Bennett, M., Manning, J. T., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2010). Digit ratio (2D:4D) and performance in elite rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 28, 1415-1421.
- Berenbaum, S. A., Bryk, K. K., Nowak, N., Quigley, C. A., & Moffat, S. (2009). Fingers as a marker of prenatal androgen exposure. *Endocrinology*, 150, 5119–5124.
- Bescos, R., Esteve, M., Porta, J., Mateu, M., Iruiria, A., & Voracek, M. (2010). Prenatal programming of sporting success: Associations of digit ratio (2D:4D), a putative marker for prenatal androgen action, with world rankings in female fencers. *Journal of Sports Sciences*, 27, 625-632.
- Block, J. H., & Block, J. (1980). The role of ego-control and ego-resiliency in the organization of behavior. In W. A. Collins (Ed.). *Development of cognition, affect, and social relations: The Minnesota symposia on child psychology* (Vol. 13, pp. 39-51). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bull, S. J., Shambrook, C. J., James, W., & Brooks, J. E. (2005). Towards an understanding of mental toughness in elite English cricketers. *Journal of Applied Sport Psychology*, 17, 209-227.
- Bohannon, R. W. (2008). Hand-Grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 31, 3-10.
- Campbell, D. T. & Fiske, D. W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multitrait multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, 56, 81-105.
- Campbell, A., Muncer, S., & Odber, J. (1997). Aggression and testosterone: Testing a bio-

- social model. *Aggressive Behavior*, 23, 229–238.
- Carver, C. S., Scheier, M. F., & Weintraub, J. K. (1989). Assessing coping strategies: A theoretically based approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56, 267-283.
- Caswell, N., & Manning, J. T. (2009). A comparison of finger 2D:4D by self-report direct measurement and experimenter measurement from photocopy: Methodological issues. *Archives of Sexual Behavior*, 38, 143-148.
- Cattell, R. B. (1957). *Personality and motivation structure and measurement*. New York: World Book Co.
- Clark W.C., Yang, J.C., Tsui, S.L., Ng, K.F., & Clark, S.B. (2002). Unidimensional pain ratings scales: A multidimensional affect and pain survey (MAPS) analysis of what they really measure. *Pain*, 98,241-247.
- Clough, P. J., Earle, K., & Sewell, D. (2002). Mental toughness: the concept and its measurement. In I. Cockerill (Ed.), *Solutions in sport psychology* (pp. 32-43). London: Thomson.
- Coates JM, Gurnell M, Rustichini A. (2009). Second-to-fourth digit ratio predicts success among high-frequency financial traders. *Proceedings of the National Academy of Science of the USA*, 106, 623-628.
- 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.
- Connaughton, D., Hanton, S., & Jones, G. (2010). The development and maintenance of mental moughness in the world's best performers. *The Sport Psychologist*, 24, 168-193.
- Connaughton, D., Hanton, S., Jones, G., & Wadey, R. (2008). Mental toughness research: Key issues in this area. *International Journal of Sport Psychology*, 39, 192–204.
- Connaughton, D., Wadey, R., Hanton, S., & Jones, G. (2008). The development and maintenance of mental toughness: Perceptions of elite performers. *Journal of Sports Sciences*, 26, 83-95.
- Crust, L. (2007). Mental toughness in sport: A review. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 5, 270–290.
- Crust, L. (2008). A review and conceptual re-examination of mental toughness: Implications for future researchers. *Personality and Individual Differences*, 45, 576-583.
- Crust, L., & Azadi, K. (2010). Mental toughness and athletes' use of psychological strategies. *European Journal of Sport Science*, 10, 43–51.

- Crust, L., & Clough, P. J. (2005). Relationship between mental toughness and physical endurance. *Perceptual and Motor Skills*, *100*, 192-194.
- Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, *52*, 281-302.
- Csathó, A., Osváth, A., Bicsák, E., Karádi, K., Manning, J. T., & Kállai, J. (2003). Sex role identity related to the ratio of second to fourth digit length in women. *Biological Psychology*, *62*, 147-156.
- Davies, B. N., Greenwood, E. J., & Jones, S. R. (1988). Gender difference in the relationship of performance in the handgrip and standing long jump tests to lean limb volume in young adults. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *58*, 315-320.
- DelVecchio, F.B., DelVecchio, A.H.M., Goncalves, A., Franchini, E., & Padovani, C.R. (2011). The canonical correlation between biological markers of performance and physical fitness in high level judo athletes. *Physical Education and Sport*, *9*, 121 – 129.
- Eysenck, H. J., Nias, D., & Cox, D. (1982). Sport and personality. *Advances in Behaviour Research & Therapy*, *4*, 1-56.
- Fink, B., Manning, J. T., Neave, N., & Grammer, K. (2004). Second to fourth digit ratio and facial asymmetry. *Evolution and Human Behavior*, *25*, 125-132.
- 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.
- Fisher, H. E., Rich, J., Island, H. D., Marchalik, D. (2011). The second to fourth digit ratio: A measure of two hormonally based temperament dimensions. *Personality and Individual Differences*, *49*, 773-777.
- Gallup, A. C., O'Brien, D. T., White, D. D., & Wilson, D. S. (2010). Handgrip strength and socially dominant behavior in male adolescents. *Evolutionary Psychology*, *8*, 229–243.
- Gallup, A. C., White, D. D., & Gallup, G. G. (2007). Handgrip strength predicts sexual behavior, body morphology, and aggression in male college students. *Evolution and Human Behavior*, *28*, 423-429.
- Gibson, A. (1998). *Mental toughness*. New York: Vantage Press.

- Giffin, N.A., Kennedy, R.M., Jones M.E., & Barber C.A. (2011). Varsity athletes have lower 2D:4D ratios than other university students. *Journal of Sports Science*, 30, 135-8.
- Gil, K. (1980). *Taekwondo. Handbuch der koreanischen Kampfkunst*. Falken: Niedernhausen.
- Golby, J., & Sheard, M. (2004). Mental toughness and hardiness at different levels of rugby league. *Personality and Individual Differences*, 37, 933-942.
- Golby, J., & Sheard, M. (2006). The relationship between genotype and positive psychological development in national-level swimmers. *European Psychologist*, 11, 143–148.
- Golby, J., Sheard, M., & Lavallee, D. (2003). A cognitive-behavioral analysis of mental toughness in national rugby league football teams. *Perceptual and Motor Skills*, 96, 455–462.
- Golby, J., Sheard, M., & van Wersch, A. (2007). Evaluating the factor structure of the psychological performance inventory (PPI). *Perceptual and Motor Skills*, 105, 309-325.
- Gould, D., Dieffenbach, K., & Moffett, A. (2002). Psychological characteristics and their development in olympic champions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 14, 172-204.
- Gould, D., Hodge, K., Peterson, K., & Petlichkoff, L. (1987). Psychological foundations of coaching: Similarities and differences among intercollegiate wrestling coaches. *The Sport Psychologist*, 1, 293–308.
- Goldberg, A. S. (1998). *Sports slump busting: 10 steps to mental toughness and peak performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gucciardi, D. F. (2009). Do developmental differences in mental toughness exist between specialized and invested Australian footballers? *Personality and Individual Differences*, 47, 985–989.
- Gucciardi, D. F., Gordon, S., & Dimmock, J. A. (2008). Towards an understanding of mental toughness in Australian football. *Journal of Applied Sport Psychology*, 20, 261-281.
- Gucciardi, D. F., Gordon, S., & Dimmock, J. A. (2009). Development and preliminary validation of a mental toughness inventory for Australian football. *Psychology of Sport and Exercise*, 10, 201-209.
- Gucciardi, D.F., Longbottom, J.L., Jackson, B., & Dimmock, J.A. (2010). Experienced golfers' perceptions on choking under pressure. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 32, 61-83.
- Harmison, R. J. (2006). Peak performance in sport: Identifying ideal performance states and

- developing athletes' psychological skills. *Professional Psychology: Research and Practice*, 37, 233–243.
- Hall, L. S., & Love, C. T. (2003). Finger-length ratios in female monozygotic twins discordant for sexual orientation. *Archives of Sexual Behavior*, 32, 23-28.
- Hill R, Simpson B, Millet G, Manning J, Kilduff L. (2012). Right-left digit ratio (2D:4D) and maximal oxygen uptake. *Journal of Sports Science*, 30, 129-34.
- Horsburgh, V. A., Schermer, A. J., Veselka, L., & Vernon, P. A. (2008). A behavioral genetic study of mental toughness and personality. *Personality and Individual Differences*, 46, 100-105.
- Hosseini, A.S. & Besharat, A.M. (2010). Relation of resilience whit sport achievement and mental health in a sample of athletes. *Social and Behavioral Sciences*, 5, 633–638.
- 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.
- Hönekopp, J., & Schuster, M. (2010). A meta-analysis on 2D:4D and athletic prowess: Substantial relationship but neither hand out-predicts the other. *Personality and Individual Differences*, 48, 4-10.
- Hönekopp, J. & Watson, S. (2011). Relationships between digit ratio 2D:4D and self-reported aggression and risk taking in an online study. *Personality and Individual Differences*, 51, 77-80.
- Huh, H. R. (2011). Digit ratios and preferences for aggressive content in entertainment. *Personality and Individual Differences*, 51, 451-453.
- Jones, G. V., Hanton, S., & Connaughton, D. (2002). What is this thing called mental toughness? An investigation of elite sport performers. *Journal of Applied Sport Psychology*, 14, 205-218.
- Jones, G., Hanton, S., & Connaughton, D. (2007). A framework of mental toughness in the world's best performers. *The Sport Psychologist*, 21, 243–264.
- Kafka, G.J. & Kozma, A. (2002). The construct validity of ryff's scales of psychological well-being (SPWB) and their relationship to measures of subjective well-being. *Social Indicators Research*, 57, 171-90.

- Kaiseler, M., Polman, R., & Nicholls, A. (2009). Mental toughness, stress, stress appraisal, coping and coping effectiveness in sport. *Personality and Individual Differences, 47*, 728-733.
- Kelly, G. A. (1955). *The psychology of personal constructs*. New York: Norton.
- Kempel, P., Gohlke, B., Klempau, J., Zinsberger, P., Reuter, M., & Hennig, J. (2005). Second-to-fourth digit length, testosterone and spatial ability. *Intelligence, 33*, 215-230.
- Keyes, C. L. M., Ryff, C. D., & Shmotkin, D. (2002). Optimizing well-being: The empirical encounter of two traditions. *Journal of Personality and Social Psychology, 82*, 1007-1022.
- Kilduff, L. P., Cook, C. J., & Manning, J. T. (2011). Digit ratio (2D:4D) and performance in male surfers. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*, 3319-25.
- Knight, C. (2007). A resilience framework: perspectives for educators. *Health Education, 107*, 543–555.
- Kobasa, S. C. (1979). Stressful life events, personality, and health: an inquiry into hardiness. *Journal of Personality and Social Psychology, 37*, 1–11.
- Kondo, T., Zakany, J., Innis, J., & Duboule, D. (1997). Of fingers, toes and penises. *Nature, 390*, 29.
- Krane, V., & Williams, J. M. (2006). Psychological characteristics of peak performance. In J. M. Williams (Ed.), *Applied sport psychology: Personal growth to peak performance* (pp. 207–227). New York: McGraw-Hill.
- Kuan, G., & Roy, J. (2007). Goal profiles, mental toughness and its influence on performance outcomes among wushu athletes. *Journal of Sports Science and Medicine, 6*, 28-33.
- Lazarus, R. S. (1999). *Stress and emotion: A new synthesis*. New York: Springer.
- Lazarus, R. S. (2000). How emotions influence performance in competitive sports. *The Sport Psychologist, 14*, 229 – 252.
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal and coping*. New York: Springer.
- Levy, A. R., Polman, R. C. J., Clough, P. J., Marchant, D. C., & Earle, K. (2006). Mental toughness as a determinant of beliefs, pain, and adherence in sport injury rehabilitation. *Journal of Sport Rehabilitation, 15*, 246-254.
- Leyk, D., Gorges, W., Riddler, D., Wunderlich, M., Rütter, T., & Essfeld, D. (2007). Hand-grip strength of young men, women and highly trained female athletes. *European Journal of Physiology, 99*, 415-421.
- Lippa, R. A. (2003). Are 2D:4D finger-length ratios related to sexual orientation? Yes for men,

- no for women. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 179-188.
- Loehr, J. E. (1982). *Athletic excellence: Mental toughness training for sports*. New York: Plume.
- Loehr, J.E. (1986). *Mental toughness training for sports: Achieving athletic excellence*. Lexington, MA: Stephen Greene Press.
- Loehr, J. E. (1995). *The new toughness training for sports*. New York: Plume.
- Longman, D., Stock, J. T., & Wells, J. C. K. (2011). Digit ratio (2D:4D) and rowing ergometer performance in males and females. *American Journal for Physical Anthropology*, 32, 606-610.
- Lucas, R., E., Diener, E., & Suh, E. (1996). Discriminant validity of well-being measures. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71, 616-628.
- 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.
- Maddi, S. R. (2002). The story of hardiness: Twenty years of theorizing, research, and practice. *Consulting Psychology Journal*, 54, 173–185.
- Maddi, S. R., & Hess, M. J. (1992). Personality hardiness and success in basketball. *International Journal of Sport Psychology*, 23, 360–368.
- Masten, A., Best, K., Garmezy, N. (1990). Resilience and development: Contributions from the study of children who overcome adversity. *Development and Psychopathology*, 2, 425–444.
- McFadden, D., & Bracht, M. S. (2005). Sex differences in the relative lengths of metacarpals and metatarsals in gorillas and chimpanzees. *Hormones and Behavior*, 47, 99-111.
- McIntyre, M. H. (2006). The use of digit ratios as markers for perinatal androgen action. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 4, 10.
- Manning, J.T. (2002a). *Digit ratio: A pointer to fertility, behavior, and health*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Manning, J. T. (2002b). The ratio of 2nd and 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., . . . Szwed, A. (2000). The 2nd:4th digit ratio, sexual dimorphism, population

- differences, and reproductive success: Evidence for sexually agnostic 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., Churchill, A. J. G., & Peters, M. (2007). The effects of sex, ethnicity, and sexual orientation on self-measured digit ratio (2D:4D). *Archives of Sexual Behavior*, 36, 223-233.
- Manning, J. T., & Fink, B. (2008). Digit ratio (2D:4D), dominance, reproductive success, asymmetry, and sociosexuality in the BBC Internet Study. *American Journal of Human Biology*, 20, 451-461.
- Manning, J. T., & Fink, B. (2011). Digit ratio (2D:4D) and aggregate personality scores across nations: Data from the BBC internet study. *Personality and Individual Differences*, 51, 387-391.
- Manning, J. T., & Fink, B. (2011). Is low digit ratio linked with late menarche? Evidence from the BBC internet study. *American Journal of Human Biology*, 23, 527-533.
- Manning, J. T., & Hill, M. R. (2009). Digit ratio (2D:4D) and sprinting speed in boys. *American Journal of Human Biology*, 21, 210-213.
- Manning, J. T., Morris, L., & Caswell, N. (2007). Endurance running and digit ratio (2D:4D): Implication for fetal testosterone effects on running speed and vascular health. *American Journal of Human Biology*, 19, 416-421.
- Manning, J. T., & Pickup, L. J. (1998). Symmetry and performance in middle-distance runners. *International Journal of Sports*, 19, 205-209.
- 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). Second and fourth digit ratio and male ability in sport: Implications for sexual selection in humans. *Evolution and Human Behavior*, 22, 61-69.
- Markovic, G., & Jaric, S. (2004). Movement performance and body size: The relationship for different groups of tests. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 139-149.
- Middleton, S. C., Marsh, H. W., Martin, A. J., Richards, G. E., Savis, J., Perry, C., & Brown, R. (2004). The psychological performance inventory: Is the mental toughness test tough enough? *International Journal of Sport Psychology*, 35, 91-108.
- Moran, A. P. (2004). *Sport and exercise psychology: A critical introduction*. London, UK:

Routledge.

- 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.
- Nichols, A. R., & Polman, R.C.J. (2007). Coping in sport: A systematic review. *Journal of Sports Science*, *25*, 11–31.
- Nichols, A. R., Polman, R. C. J., Levy, A.R. (2009). Mental toughness in sport: Achievement level, gender, age, experience, and sport type differences. *Personality and Individual Differences*, *47*, 73–75.
- Nicholls, A. R., Polman, R. C. J., Levy, A. R., & Backhouse, S. H. (2008). Mental toughness, optimism, pessimism, and coping among athletes. *Personality and Individual Differences*, *44*, 1182-1192.
- Norris, E. K. (1999). *Epistemologies of champions: A discursive analysis of champions' retrospective attributions: Looking back and looking within*. Michigan: Michigan University Microfilms International.
- Page, S. T., Amory, J. K., Bowman, F. D., Anawalt, B. D., Matsumoto, A. M., Bremner, W. J., & Tenover, J. L. (2005). Exogenous testosterone (T) alone or with finasteride increases physical performance, grip strength, and lean body mass in older men with low serum T. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *90*, 1502 – 1510.
- Paul, S. N., Kato, B. S., Cherkas, L. F., Andrew, T., & Spector, T. D. (2006). Heritability of the second to fourth digit ratio (2d:4d): A twin study. *Twin Research and Human Genetics*, *9*, 215-219.
- Pokrywka, L., Rachon, D., Suchecka-Rachon, 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.
- Privette, G. (1983). Peak experience, peak performance, and flow: A comparative analysis of positive human experiences. *Journal of Personality and Social Psychology*, *45*, 1361-1368.
- 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.
- Rahman, Q., & Wilson, G. D. (2003). Born gay? The psychobiology of human sexual orientation. *Personality and Individual Differences*, *34*, 1337-1382.
- Reed, T., Fabsitz, R. R., Selby, J. V., and Carmelli, D. (1991). Genetic influences and grip

- strength norms in the NKLBI twin study males aged 59 – 69. *Annals of Human Biology*, 18, 425 – 432.
- Reimer, B. (2009). *Der Einfluss von Persönlichkeit (Tellegen's Multidimensional Model), Lateralität (Handpräferenz und Handdominanz) und Digit Ratio (2D:4D) auf den sportlichen Erfolg im Leistungsfechten*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.
- Ryff, C. D. (1989). Happiness Is Everything, or Is It? Explorations on the Meaning of Psychological Well-Being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57, 1069-1081.
- Ryff, C. D. & Keyes, C. L. M. (1995). The Structure of Psychological Well-Being Revisited. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69, 719-727.
- Ryff, C. D., & Singer, B. (2008). Know thyself and become what you are: A eudaimonic approach to psychological well-being. *Journal of Happiness Studies*, 9, 13-39.
- Schumacher, J., Leppert, K., & Gunzelmann, Th. (2004). *Die Resilienzskala – Ein Fragebogen zur Erfassung der psychischen Widerstandsfähigkeit als Personenmerkmal*. Revidierte Manuskriptfassung vom 19.06.2004. Klinikum der Friedrich Schiller Universität Jena.
- Sheard, M. (2010). *Mental toughness: The mindset behind sporting achievement*. London: Routledge.
- Sheard, M., Golby, J., & van Wersch, A. (2009). Progress toward construct validation of the sports mental toughness questionnaire (SMTQ). *European Journal of Psychological Assessment*, 25, 186-193.
- Shin, A. Y., Lee, Y. S., & Chae, J. H. (2010). A relationship between 2nd and 4th digit length ratio and aggression related-sport entries in female athletics of Korean national teams. *Korean Journal of Biological Psychiatry*, 17, 37-43.
- Silva, J.M. (1984). Personality and sport performance: Controversy and challenge. In J.M. & R.S. Weinberg (Eds.), *Psychological foundations of sport* (pp. 59-69). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Snyder, A. W. (1999). The inaugural Edwin Flack Lecture. *Olympic Review*, XXVI-27, 71-74.
- Springer, K.W., Hauser, R.M., & Freese J. (2006). Bad news indeed for Ryff's six-factor model of well-being. *Social Science Research*, 35, 1119-30.
- Staudinger, U. M. (1999). Perspektiven der Resilienzforschung aus der Sicht der Lebensspannen-Psychologie. In G. Opp, M. Fingerle & A. Freytag (Hrsg.). *Was Kinder stärkt. Erziehung zwischen Risiko und Resilienz* (S. 343-350). München: Reinhardt.

- Stenstrom, E., Saad, G., Nepomuceno, M.V., & Mendenhall, Z. (2011). Testosterone and domain-specific risk: Digit ratios (2D:4D and rel2) as predictors of recreational, financial, and social risk-taking behaviors. *Personality and Individual Differences, Vol 51*, 412-416.
- Takken T, van der Net J, Helders PJ. (2003). Relationship between functional ability and physical fitness in juvenile idiopathic arthritis patients. *Scandinavian Journal of Rheumatology, 32*, 174-178.
- Tamiya, R., Lee S. Y., & Othake, F. (in press). Second to fourth digit ratio and the sporting success of sumo wrestlers. *Evolution and Human Behavior*.
- Tanner, J. M. (1990). *Foetus into man: Physical growth from conception to maturity*. Harvard University Press, Mass: Cambridge.
- Tlauka, M., Williams, J., & Williamson, P. (2008). Spatial ability in secondary school students: Intra-sex differences based on self-selection for physical education. *British Journal of Psychology, 99*, 427-440.
- Tester, N., & Campbell, A. (2007). Sporting achievement: What is the contribution of digit ratio? *Journal of Personality, 75*, 663-678.
- Thelwell, R., Weston, N., & Greenlees, I. (2005). Defining and understanding mental toughness within soccer. *Journal of Applied Sport Psychology, 17*, 326-332.
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- van Anders, S.M. (2007). Grip strength and digit ratio are not correlated in women. *American Journal of Human Biology, 19*, 437-439.
- van Dierendonck, D. (2004). The construct validity of Ryff's scales of psychological well-being and its extension with spiritual well-being. *Personality and Individual Differences, 36*, 629-43.
- Voracek, M. (2011). Special issue preamble: Digit ratio (2D:4D) and individual differences research. *Personality and Individual Differences, 51*, 367-370.
- Voracek, M., Pietschnig, J., Nader, I. W., & Stieger, S. (2011). Digit ratio (2D:4D) and sex role orientation: Further evidence and meta-analysis. *Personality and Individual Differences, 51*, 417-422.
- Voracek, M., Reimer, B., & Dressler, S. (2010). Digit ratio (2D:4D) predicts sporting success among female fencers independent from physical, experience, and personality factors. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 20*, 853-860.
- Voracek, M., Reimer, B., Ertel, C., & Dressler, S. G. (2006). Digit ratio (2D:4D), lateral

- preferences, and performance in fencing. *Perceptual and Motor Skills*, 103, 427-446.
- Waugh, C.E., Fredrickson, B. L., & Taylor, S. F. (2008). Adapting to life's slings and arrows: Individual difference in resilience when recovering from anticipated threat. *Journal of Research n Personality*, 42, 1031-1046.
- Weis, S. E., Firker, A., & Hennig, J. (2007) Associations between the second to fourth digit ratio and career interests. *Personality and Individual Differences*, 43, 485-493.
- Williams, M. H. (1998). *The ergogenics edge: pushing the limits of sports performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wilson, G. V., & Kerr, J. H. (1999). Affective responses to success and failure: A study of winning and losing in competitive rugby. *Personality and Individual Differences*, 27, 85–99.
- Wind, A. E., Takken, T., Helders, P. J., & Engelbert, R. H. (2010). Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults? *European Journal of Pediatrics*, 169, 281-287.
- Zheng Z, Cohn MJ (2011). Developmental basis of the sexually dimorphic digit ratio. *Proceedings of the National Academy of Science*, 108, 16289–16294.

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Mental Toughness Attribute und Ränge nach Jones et al. (2002).....	15
Tabelle 2: Deskriptive Statistiken und Geschlechtsunterschiede.....	52
Tabelle 3: Hierarchische Regressionsanalyse mit Rang (SARS) als Kriterium.....	54
Tabelle 4: Hierarchische Regressionsanalyse mit „Expertise im TKD“ als Kriterium.....	56
Tabelle 5: Muster- und Strukturmatrix des SMTQ.....	58
Tabelle 6: Deskriptive Statistik der (Sub-) Skalen MTQ48, SMTQ, RESILIENZ, SPWB.....	62
Tabelle 7: Interkorrelationen.....	63
Abbildung 1: Gürtelfarben in Österreich (ÖTDV): Quelle:Wikipedia (http://de.wikipedia.org/wiki/Taekwondo).....	40
Abbildung 2: Screeplot SMTQ.....	57
Abbildung 3: Screeplot MTQ48.....	59
Abbildung 4: SMTQ Modell mit drei Faktoren und einem Generalfaktor MT.....	61
Abbildung 5: MTQ48 Modell mit vier Faktoren und einem Generalfaktor MT.....	60
Abbildung 6: Z-Transformierte Mittelwerte des MTQ48 und SMTQ der SARC.....	69

Curriculum Vitae

Persönliche Angaben:

Name: Alexander Engelmann
Geburtstag: 17.04.1984
Geburtsort: Karaganda, Kasachstan (ehem. UdSSR)
Nationalität: Deutsch
Familienstand: ledig

Ausbildung:

Seit 10/2005 **Universität Wien**
Studium der Psychologie

09/1995 – 06/2004 **Kaiserin Theophanu Gymnasium**
Köln, Deutschland

Berufliche Erfahrung:

Seit 09/2010 **Health Care Communication** (Freelance), Wien
Bereich: Project Development, Trainer
Prozessanalysen für das AKH Wien, und das Saudi Centre of Organ Transplantation (SCOT), Riad

10/2010 – 06.2011 **Lohmarer Institut für Beratung** (Freelance), Lohmar, München
Bereich: Projektassistenz
Datenanalyse, Item Entwicklung, Organisationskulturdiagnostik

06/2010 – 10.2010 **Lohmarer Institut für Beratung** (Praktikum), Lohmar
Bereich: Fusionsbegleitung, Organisationskultur

- 09/2009 – 02/2010 **Vienna International Hotels** (Freelance), Wien
 Bereich: Trainer für interkulturelle Kompetenzen (mit Schwerpunkt russische Kultur)
- 01/2008 – 06/2009 **Market Markt- und Meinungsforschungsinstitut** (Aushilfe), Wien
 Bereich: Interviewer
- 07/2007 – 08/2007 **Gars Kreativ International (GKI)** (Leitung), Pressbaum
 Bereich: Sommersprachkurs für Kinder und Jugendliche aus Europa
- 03/2007 – 12/2007 **Rack GmbH** (Freelance), Wien & Vösendorf
 Bereich: Außendienst, Merchandising
- 06/2005 – 08/2005 **Audi/VW** (Aushilfe), Köln
 Bereich: Lagerlogistik
- 03/2005 – 04/2005 **Handelshof Management GmbH & CoKg**, Köln
 Bereich: Assistenz in den Bereichen Sales, Einkauf und Marketing
- 04/2001 – 05.2001 **GGG Grundschule** (Schülerpraktikum), Köln

Zivildienst und ehrenamtliche Arbeit

- 08/2005 **Volunteer** beim **XX. Weltjugendtag**, Köln
 Bereich: Kommunikation/Öffentlichkeitsarbeit
- 07/2004 – 03/2005 **HöVi Land Büro** (Ehrenamt), Köln:
 Bereich: „Spielebus“, Sozialarbeit mit Kindern und Jugendlichen
- 07/2004 – 03/2005 **Pfarrgemeinde St. Theodor** (Zivildienst), Köln
 Bereich: Office, Kinder- und Jugendarbeit

Eidesstattliche Erklärung

Ich bestätige, dass ich die vorliegende Diplomarbeit ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen angefertigt habe und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch bei keiner anderen Prüfungsbehörde vorlag. Alle Ausführungen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

Wien, im Juni 2012

Alexander Engelmann