



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Psychometrische Analyse, Dimensionalität und
Leistungskorrelate von Mental Toughness bei
VolleyballspielerInnen

Verfasserin

Maria Bachl

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im September 2012

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

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

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei meinem Betreuer Assistenzprof. Martin Voracek für die außerordentlich engagierte und kompetente Betreuung während der Erstellung und Durchführung meiner Diplomarbeit bedanken. Ich danke ihm, dass er mir mit Hinweisen und Tipps zur Seite gestanden ist und meine Fragen stets schnell beantwortet hat.

Besonders möchte ich mich auch bei meiner Familie bedanken, die mir über meine gesamte Studienzeit hinweg mit Liebe und Motivation zur Seite stand. Ich danke meinen Eltern, die mich finanziell unterstützt haben und mir dadurch mein Studium ermöglicht haben.

Ein großer Dank geht an meinen Mann, der es immer wieder schaffte, mich in schwierigeren Zeiten aufzuheitern und mir stets mit Rat und Tat zur Seite stand. Ohne ihn wäre der Abschluss dieser Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen.

Weiterhin danke ich meiner Freundin Michaela, die mir bei der Durchführung der Studie zur Seite stand, meine Diplomarbeit gegengelesen und Verbesserungsvorschläge vorgebracht hat.

Ebenfalls danke ich allen UntersuchungsteilnehmerInnen für das Interesse und die motivierte Mitarbeit an meinem Diplomarbeitsthema. Dadurch wurde mir die Datenerhebung wesentlich erleichtert.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	11
Einleitung	13
Theoretischer Hintergrund.....	17
1.1. Volleyballsport	19
1.1.1. Geschichte	19
1.1.2. Charakteristik des Spiels	19
1.1.3. Spielverlauf	21
1.1.4. Spielbegebenheiten	22
1.2. Mental Toughness.....	26
1.2.1. Definition von Mental Toughness.....	26
1.2.2. Mental Toughness im Zusammenhang mit sportlichem Erfolg.....	30
1.2.3. Die Entwicklung von mentaler Toughness.....	32
1.3. 2D:4D	36
1.3.1. Definition	36
1.3.2. Physiologie des 2D:4D.....	36
1.3.3. Zusammenhang mit Sport	37
1.4. Lateralität.....	39
1.4.1. Lateralität im Sport	40
1.4.2. Händigkeit.....	40
1.5. Handgriffstärke	44
1.6. Body Mass Index	45

1.6.1. BMI im Volleyballsport	46
1.7. Sprunghöhe, Sprungkraft.....	47
1.8. Zielsetzung und Hypothesenformulierung	48
1.8.1. Darstellung der Fragestellung und der Hypothesen.....	49
Methoden.....	55
2.1. Studiendesign.....	57
2.2. Durchführung der Studie	57
2.3. Beschreibung der Stichprobe.....	59
2.3.1. Demographische Variablen: Geschlecht, Alter, Nationalität, Spielerposition.....	59
2.4. Erhebungsinstrumente	60
2.4.1. Mental Toughness	60
2.4.2. Trait Robustness of Self-Confidence Inventory (TROSCI)	62
2.4.3. 2D:4D-Verhältnis.....	62
2.4.4. Handgriffstärke	63
2.4.5. Lateralität.....	64
2.4.6. Sprungkraft	64
2.4.7. Berechnung der Spielstärke.....	65
2.5. Teststärkenanalyse	66
2.6. Auswertung.....	67
Ergebnisse	71
3.1. Körperliche Variablen: Gewicht, Größe, Body-Mass-Index, Sprunghöhe, Sprungkraft, Handgriffstärke, Fingerlängenverhältnis und Lateralität.....	73

3.2. Sportbezogene Variablen: Trainingszeit, Volleyballerfahrung und Grad der sportlichen Aktivität.....	75
3.3. Reliabilitätsprüfung.....	76
3.4. Ergebnisse im Zusammenhang mit Mental Toughness	78
3.4.1. Explorative Faktorenanalyse.....	78
3.4.2. Konfirmatorische Faktorenanalyse.....	79
3.4.3. Vergleich der Fragebögen.....	82
3.4.4. Geschlechtsunterschiede und Ligenunterschiede.....	83
3.5. Ergebnisse im Zusammenhang mit 2D:4D	84
3.6. Ergebnisse im Zusammenhang mit der Lateralität	85
3.7. Ergebnisse im Zusammenhang mit der Handgriffstärke.....	86
3.8. Ergebnisse im Zusammenhang mit der Spielstärke	87
Diskussion.....	91
4.1. Körperliche Variablen	93
4.2. Mental Toughness.....	93
4.3. 2D:4D	95
4.4. Lateralität.....	97
4.5. Handgriffstärke	98
4.6. Spielstärke.....	99
4.7. Stärken und Schwächen der Studie/ Ausblick	101
Zusammenfassung	105
Literaturverzeichnis.....	107

Tabellenverzeichnis.....	123
Abbildungsverzeichnis.....	125
Eidesstattliche Erklärung.....	127
Curriculum vitae.....	129

Abstract

Background In the last years, many studies investigated the complex coincidence of different factors leading to performance and success in sports. One of these variables is mental toughness, which is used as an established objective instrument to measure psychical strength in scientific research.

Purpose This is a cross-sectional study comparing different variables between two levels of volleyball leagues. The study also investigates the structure of mental toughness and explores furthermore sport-related constructs supposed to interact with physical performance such as digit ratio (2D:4D), handgrip strength, laterality, jump height and BMI.

Method A questionnaire, jump and reach test, handgrip strength dynamometer and handscans were used to collect data from 198 volleyball players. Half of them were female and also 50% of the study population were playing in the national league compared to the other 50% playing in local leagues. Instruments for the assessment of mental toughness were the MTQ48, SMTQ and TROSCI.

Results Explicit findings showed that national volleyball league players have reached higher levels of mental toughness in the MTQ48 questionnaire than players of the local volleyball leagues. Further results confirmed the assumption that mental toughness grows due to experience in professional volleyball competition. Furthermore, 6 variables to predict the affiliation of players to either national or local leagues had been calculated. Moreover, significant correlations between measured physical variables and individual volleyball skills even considered with gender aspects had been detected.

Conclusion The findings confirm the important effects of mental toughness concerning success in sports, but the most important predictors seem to be frequency and duration of training units, experience, hand grip strength, jump height and values in Subscale MTQ48-challenge.

Einleitung

Citius, altius, fortius – schneller, höher, stärker. Die physischen, technischen, taktischen und mentalen Anforderungen im Leistungssport werden immer größer. Der/ die AthletIn muss am entscheidenden Tag "funktionieren", er/sie muss mit dem gewaltigen Druck umgehen und seine/ihre beste Leistung abrufen können. Es klingt schwierig, doch der Umgang mit solchen Situationen ist lernbar. Es konnte gezeigt werden, dass erfolgreiche SportlerInnen über mehrere psychologische Strategien zur Bewältigung außerordentlicher Situationen verfügen und auf diese auch vermehrt zurückgreifen als weniger erfolgreiche SportlerInnen (Moesch, 2008). Diesbezüglich besteht die Meinung verschiedener Trainer, die metaphorisch ausgedrückt wird durch die Aussage, dass der Unterschied zwischen Erfolg und Misserfolg nur zehn Zentimeter betrage. Zehn Zentimeter, die zwischen den Ohren lägen. Für Sieg oder Niederlage ist im Spitzensport oft nicht das Talent oder die Technik verantwortlich, sondern der Kopf, also die mentale Stärke. Damit gemeint ist die Fähigkeit, Versagensängste beseitigen und mit dem Druck, der aus der Wettkampfsituation entsteht, umgehen zu können (Spiesberger, 2011).

Im heutigen Hochleistungssport wird immer mehr Wert auf die richtige Technik, das beste Material oder die kompetentesten Trainer gelegt. Tatsächlich erreichen einige SportlerInnen allerdings ein Leistungsmaximum, über das sie mit üblichen Trainingsmethoden nicht mehr hinauskommen. Dies kann auch bei Rückschlägen nach sportlichen Verletzungen oder länger dauernden erfolglosen Frustrationsphasen eintreten. Hier wird lange nach Fehlern gesucht, die Anzahl der Trainingsstunden wird erhöht, das Material oder der Trainer gewechselt. Allerdings setzen sich in letzter Zeit immer mehr Programme zur Steigerung der mentalen Toughness durch, um das individuelle Leistungsmaximum noch zu erhöhen. So äußerte sich der Mountainbike-Profi Florian Vogel hierzu folgendermaßen: «Ich musste zuerst lernen, mit dem gewaltigen psychischen Druck umzugehen, um mein Potenzial auch an den Weltcuprennen umsetzen zu können» (Moesch, 2008, S. 31). Auch Simon Ammann, Doppelolympiasieger und Weltmeister im Skispringen, ist von

der Bedeutung von sportpsychologischen Interventionen überzeugt: «Die mentale Arbeit hat mir dank spezieller Methoden geholfen, mich im Verlauf meiner Karriere enorm zu steigern» (Moesch, 2008, S. 31). Allerdings betont auch Spiesberger (2011), dass es bei der Erlangung von mentaler Stärke nicht einfach einen Schalter gäbe, den man nur umlegen müsse, sondern dass diese wie ein Muskel trainiert gehöre.

Hier werden im Spitzenbereich durch das Trainieren von Selbstsicherheit, Vertrauen in sich und seine eigenen Fähigkeiten, kompetentem Umgang mit außergewöhnlichen Stresssituationen und dem Wiedererlangen der Kontrolle über die Situation nach unerwarteten Ereignissen die mentalen Fähigkeiten gesteigert.

Dieses Thema wurde in dieser Diplomarbeit unter verschiedenen Aspekten behandelt und es wurde verglichen, ob SportlerInnen unterschiedlicher Leistungsklassen im Volleyballsport sich bezüglich ihrer mentalen Stärke unterscheiden und ob relevante Beziehungen zu körperlichen Faktoren bestehen.

Theoretischer Hintergrund

1.1. Volleyballsport

1.1.1. Geschichte

Der Sport Volleyball wurde 1895 in den USA von dem Amerikaner William G. Morgan, einem Sportdirektor der YMCA (Young Men's Christian Association) in Holyoke, unter dem Namen Mintonette erfunden. 1896 wurden bei einer Konferenz der Sportdirektoren des YMCA die Regeln leicht adaptiert und der Name in Volleyball geändert. Von dort aus erfolgte die weltweite Verbreitung über Kanada (1900) bis nach Osteuropa, wo die Sportart durch amerikanische Soldaten während des ersten Weltkrieges populär gemacht wurde (Krüger, Gasse & Fischer, 2006). Die erste Weltmeisterschaft fand für Männer 1949 in Prag statt und 1952 folgte sie für Frauen in Moskau. Seit 1964 gilt Volleyball als eine olympische Disziplin (Volleyball World Wide, 2012). Volleyball gehört heute zu den fünf größten internationalen Sportarten, wobei der Dachverband, die "Fédération Internationale de Volleyball" (FIVB), welche im Jahr 1947 gegründet wurde, mit rund 150 Millionen Mitgliedern und etwa 35 Millionen Spielern den größten internationalen Sportverband der Welt darstellt (Krüger et al., 2006). Die FIVB schätzt, dass etwa 16.7% der Weltbevölkerung aktiv oder als Zuschauer am Volleyballsport beteiligt sind. Zu den international erfolgreichsten Nationen zählen derzeit Brasilien, Italien, die USA, Russland, Polen, Kuba und Japan, wobei im Frauenvolleyball noch China hinzukommt und Serbien im Herrenvolleyball eine wichtige Rolle einnimmt (Pressemitteilung der FIVB, 2005). Somit stellt Volleyball eine der erfolgreichsten und populärsten Wettkampf- und Freizeitsportarten der Welt dar (Bundesschiedsrichterausschuss des Deutschen Volleyball-Verbandes, 2009).

1.1.2. Charakteristik des Spiels

Volleyball ist eine Mannschaftssportart und gehört zu der Gruppe der Rückschlagspiele. Das Charakteristikum dieser Spiele ist, dass jeder Spielzug durch einen Punktgewinn für eine der Mannschaften beendet wird (Stiehler, Konzag & Döbler, 1988). Einzigartig ist für Volleyball unter den großen Mannschaftssportarten, dass es zu keinerlei direktem Körperkontakt mit dem Gegner

kommt. Volleyball wird als sehr schnelle, spannende und dynamische Sportart bezeichnet (Bundesschiedsrichterausschuss des Deutschen Volleyball-Verbandes, 2009). Das Volleyballspiel kennzeichnet sich durch stark ausgeprägte und rasch aufeinanderfolgende Intensitätswechsel. Es erfordert hohe Antrittsgeschwindigkeiten und anschließende impulsive Bewegungen mit kurzzeitiger maximaler Belastung (Jansson, 1984). Die Spieldynamik des Volleyballs ergibt sich auch durch die Spielerzahl und die Spielfeldgröße. So beträgt der Raum pro Spieler durchschnittlich 13.5 m^2 , wobei im Vergleich dazu bei Faustball ein Spieler 100 m^2 abdecken muss (Künkler, 2009).

Die Grundstruktur des Spiels ist so geregelt, dass sich zwei Mannschaften mit jeweils sechs SpielerInnen auf einem Spielfeld gegenüberstehen, welches durch ein Netz in zwei 81 m^2 große Felder aufgeteilt ist. Der Spielball wird mit maximal drei Ballberührungen über das Netz auf die gegnerische Feldhälfte gespielt mit der Absicht, der gegnerischen Mannschaft das Weiterspielen des Balles und damit einen planmäßigen Angriffsaufbau zu erschweren und im Endeffekt ein Zurückspielen des Balles unmöglich zu machen. Grundsätzlich sind beim Hallenvolleyball nur drei Ballberührungen pro Team innerhalb eines Spielzuges erlaubt, allerdings stellt der Block ein sehr wichtiges spielerisches und taktisches Element dar. Diese Blockberührungen werden nicht als eigener Ballkontakt gezählt. Wie der Name des Spiels bereits verrät, muss der Spielball während des gesamten Spielzuges volley gespielt werden, da der Kontakt mit dem Boden sofort als Punktgewinn für die gegnerische Mannschaft gewertet wird (Bundesschiedsrichterausschuss des Deutschen Volleyball-Verbandes, 2009).

Seit einigen Jahren ist das Treffen des Balles, aufgrund der athletischeren Spielweise und den höheren Ballfluggeschwindigkeiten, mit allen Körperteilen gestattet. Im Volleyball erlangt die Komponente der Reaktionsfähigkeit einen immer höheren Stellenwert, da Ballfluggeschwindigkeiten bis zu 130 km/h entstehen können (Künkler, 2009).

1.1.3. Spielverlauf

Im Volleyball gibt es prinzipiell sechs grundlegende Spielsituationen, die in entsprechender Reihenfolge aneinandergereiht sind. Ein Spielzug beginnt immer mit dem Aufschlag oder Service, mit dem der Ball ins Spiel gebracht wird. Darauf folgt die Annahme durch die gegnerische Mannschaft, welche möglichst nah an das Netz beziehungsweise zu dem/ r ZuspielerIn gespielt werden sollte. Nun versucht der/ die ZuspielerIn seine/ ihre taktischen Möglichkeiten so auszuschöpfen, dass ein erfolgreicher Angriffsschlag durch eine/ n der AngreiferInnen zustande kommt. Der anschließende Block versucht den Angriff abzuwehren und falls dies nicht direkt gelingt, kommt es zur Verteidigung des Balles, wodurch der nächste Spielaufbau, die Folge von Verteidigung-Aufspiel-Angriff, beginnt. Jede dieser sechs Spielsituationen verlangt spezifische Anforderungen und Fertigkeiten der Spieler, die auch durch die verschiedenen Spezialisierungen der Positionen reflektiert werden. Auch die physischen Komponenten wie beispielsweise die Körpergröße, Reaktionsgeschwindigkeit und Schnellkraft spielen dabei eine entscheidende Rolle. Auf diese Faktoren wird folgend in der spezifischen Beschreibung der Positionen eingegangen (Bundesschiedsrichterausschuss des Deutschen Volleyball-Verbandes, 2009).

Im Volleyball wird seit 1999 nach dem Rallypoint-System gezählt, wobei hier jenes Team den Aufschlag erhält, welches den letzten Punktgewinn erzielt hat. Ein Satz endet mit 25 Punkten für eine Mannschaft, wobei für den Satzgewinn ein Vorsprung von mindestens zwei Punkten erzielt werden muss. Zum Gesamtsieg sind drei gewonnene Sätze notwendig. Bei Satzgleichheit nach vier Sätzen wird ein Entscheidungssatz auf 15 Punkte gespielt, bei dem nach acht Punkten für eine der beiden Mannschaften die Spielfeldseiten gewechselt werden. Taktische Interventionen sind durch zwei Auszeiten von jeweils 30 Sekunden und eine maximale Anzahl von sechs Spielerwechseln pro Satz und Mannschaft möglich. Schwächephasen oder Verletzungen einzelner Spieler können somit kompensiert werden. Bei einem Spielerwechsel besagt die Regelung, dass ein Spieler, der für einen anderen eingewechselt wurde, nur mehr für diesen ausgewechselt werden darf. Das bedeutet, Start-

und Einwechselspieler stellen ein Tauschpaar dar, bei dem pro Satz nur ein einmaliger Hin- und Rückwechsel durchgeführt werden darf. Der Libero hat bezüglich des Wechsels eine Sonderregelung, da er beliebig oft auf den drei Rückraum-Positionen ein- und ausgetauscht werden kann. Zusätzlich zu den sechs Startspielern können sechs weitere Spieler als Wechselspieler eingesetzt werden. Grundsätzlich bestehen Mannschaften oft auch aus mehr als zwölf Spielern, da diese ein Trainingskollektiv bilden und die bestmögliche Besetzung des Spielerkaders ermöglichen (Bundesschiedsrichterausschuss des Deutschen Volleyball-Verbandes, 2009).

1.1.4. Spielbegebenheiten

Spielfeld

Das Spielfeld ist insgesamt 18 Meter lang und 9 Meter breit, wobei die Feldhälften jeweils 9 x 9 Meter groß sind und durch ein 1 Meter breites und 9.5 bis 10 Meter langes Netz getrennt werden. Bei Herren wird die Netzoberkante auf 2.43 m gespannt, bei Damen auf 2.24 m. Zur Markierung und besseren Visualisierung der Spielfeldbegrenzung am Netz sind direkt über den Seitenlinien zwei Bänder senkrecht angebracht, die nach obenhin durch eine 80 cm hohe Antenne verlängert werden. Die Antennen dienen als linke und rechte Begrenzung des Spielfeldes und markieren den Luftraum, innerhalb dessen der Ball über das Netz gespielt werden muss. Direkt unterhalb des Netzes befindet sich die Mittellinie. Parallel zu dieser befinden sich in drei Metern Abstand auf beiden Spielfeldhälften die Angriffslinien, die eine Teilung zwischen Vorder- und HinterspielerInnen bewirken (Bundesschiedsrichterausschuss des Deutschen Volleyball-Verbandes, 2009).

Spielball

Der Volleyball wird aus Leder hergestellt und hat im Inneren eine luftgefüllte Gummiblase. Die Oberfläche ist nahtlos verarbeitet und seit dem letzten offiziellen Spielball mit golfballartigen Indurationen versehen. Der Umfang beträgt zwischen 65 und 67 cm und das Gewicht 260 bis 280 g.

Damit ist er kleiner und deutlich leichter als ein Basketball oder ein Fußball (Bundesschiedsrichterausschuss des Deutschen Volleyball-Verbandes, 2009).

Mannschaft

Wie bereits erwähnt, besteht eine Mannschaft aus sechs bis zwölf SpielerInnen. Die sechs SpielerInnen, die in der Anfangsaufstellung stehen, bezeichnet man als StartspielerInnen oder auch „Starting Six“. Beim Hallenvolleyball wird aus taktischen Gründen bereits im frühen Trainingsalter eine Spezialisierung auf eine Spielfunktion angestrebt. Diese Entscheidung basiert auf den individuellen Stärken, Veranlagungen und Interessen der SportlerInnen. So sind zum Beispiel kleinere und wendige SpielerInnen für Annahme, Verteidigung und Zuspiel geeignet, größere hingegen eher für Angriff und Block. Die Positionen in der Mannschaft werden üblicherweise mit zwei MittelblockerInnen, zwei AußenangreiferInnen, einem/r ZuspielerIn und einem/r DiagonalspielerIn besetzt. Im Training werden entsprechend intensiv die speziellen Spielelemente der jeweiligen Position geübt. Im Folgenden wird näher auf die einzelnen Aufgaben der Spielpositionen eingegangen.

MittelblockerIn

Diese/r SpielerIn ist dafür zuständig, den gegnerischen Angriff durch einen Block abzuwehren. Hierbei sind Schnelligkeit und gute Fähigkeiten in der Antizipation notwendig, da der/die SpielerIn aus der mittleren Netzposition startet und vorausahnen muss, über welche/n GegenspielerIn der Angriff erfolgt. Die Angriffsmöglichkeiten für diese/n SpielerIn sind Variationen der Schnellangriffe über die Mitte. Vorteilhafte physische Komponenten für diese Position sind hohe Körpergröße und Sprungkraft.

AußenangreiferIn

Zu den Aufgaben des Außenangreifers/ der Außenangreiferin zählen sowohl der Angriff und Block, als auch die Serviceannahme und Feldverteidigung. Diese AthletInnen zeichnen sich durch Wendigkeit und hohe Sprungkraft aus.

ZuspielerIn

Die wichtigste Aufgabe des Zuspielers/ der Zuspielerin ist es, den angenommenen oder abgewehrten Ball als zweite Ballberührung den Angreifern zuzuspielen. Er/sie ist damit für den Spielaufbau verantwortlich und fungiert als SpielgestalterIn, da er/sie entscheiden, welche/r SpielerIn den Angriff ausführen darf. Zusätzlich versucht der Aufspieler/ die Aufspielerin möglichst undurchsichtig aufzuspielen und adaptiert seine Pässe an das gegnerische Blockverhalten, um dieses leichter durchbrechen zu können.

DiagonalspielerIn

Der/ die DiagonalspielerIn steht diagonal zum/ r ZuspielerIn. Er/ sie ist für den Block auf seiner/ ihrer Seite zuständig, steht selten in der Annahme, greift auf der rechten Außenseite an und gilt vor allem in den höheren Spielligen als HauptangreiferIn.

Libero/a

Der Libero/ die Libera ist ein Mannschaftsmitglied, das auf Serviceannahme und Feldverteidigung beziehungsweise Abwehr spezialisiert ist. Ein Libero/ a benötigt eine sehr gute Grundtechnik und muss schnell und wendig sein. Zur besseren Unterscheidung von den restlichen Mitspielern trägt dieser ein andersfarbiges Trikot und darf beliebig oft eine/ n SpielerIn einer Hinterfeldposition austauschen, um die Annahme zu verbessern.

UniversalspielerIn

UniversalspielerInnen können auf verschiedenen Positionen eingesetzt werden und somit unterschiedliche Aufgaben übernehmen.

Obwohl jede Spielerposition differenzierte Anforderungen an die einzelnen SpielerInnen stellt, hat sich durch eine Studie von Avansar (2008) bereits gezeigt, dass im Endeffekt die Sprunghöhe positionsunabhängig einen positiven Zusammenhang mit sportlichem Erfolg bei VolleyballerInnen aufweist. Dies ist so erklärbar, dass Sprunghandlungen während der Angriffsaktion

dem/ r AngreiferIn einen Wettbewerbsvorteil ermöglichen, der mit der Sprunghöhe zunimmt. Zusätzlich zeichnen sich in höheren Spielklassen die AngreiferInnen auch durch Angriffe aus dem Hinterfeld aus, da diese dadurch ein Überraschungsmoment und einen günstigeren Schlagwinkel gegenüber den BlockspielerInnen erreichen können. Hierbei ist wiederum die Sprunghöhe von großer Relevanz. Ein weiterer Vorteil einer deutlichen Sprunghöhe kommt auch bei dem Blockspiel zum Tragen, wobei dieses die erste Möglichkeit der Verteidigung darstellt und große Bedeutung hat. Aus diesen Gründen wurde die Sprunghöhe als quantitative Größe in diese Studie aufgenommen.

Rotationsregelung

Beim Volleyballspiel gibt es ein Rotationssystem, das auf einer Durchnummerierung (siehe Abb. 1) der Spielerpositionen basiert. Die Spieler auf den Positionen 2 bis 4 werden als Vorderspieler bezeichnet, diejenigen auf Position 1, 5 und 6 als Hinterspieler. Sobald das Aufschlagrecht wechselt, erfolgt die Rotation der servierenden Mannschaft

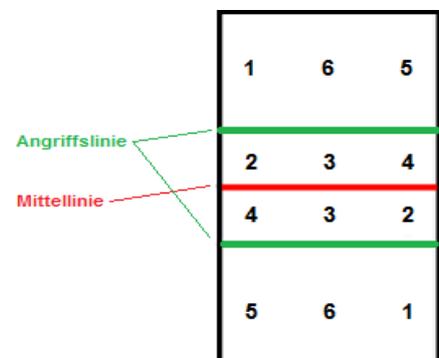


Abb. 1 Nummerierung der Spielerpositionen.

um eine Position im Uhrzeigersinn. Durch diese Rotationsregelung durchläuft jede/ r SportlerIn während des Spielverlaufs aufeinanderfolgend alle Positionen, wobei jede/ r SpielerIn, der auf die Position 1 rotiert das Service ausführt. Da allerdings, wie bereits oben erwähnt, im professionelleren Volleyballbereich jede/ r SpielerIn bestimmte Aufgaben übernimmt, ist ein taktisch anspruchsvolles LäuferSystem notwendig. Das bedeutet, dass jede/ r SpielerIn zum Zeitpunkt des gegnerischen Aufschlages seine, nach dem Rotationssystem, regelkonforme Spielerposition einnimmt, allerdings unmittelbar nach der Ausführung des Services die Position entsprechend seiner/ihrer Aufgaben auf dem Spielfeld verändert (Bundesschiedsrichterausschuss des Deutschen Volleyball-Verbandes, 2009).

1.2. Mental Toughness

Spitzensport bedeutet auch, unter großem Wettkampfdruck herausragende Leistungen abrufen zu können (Jones, Hanton & Connaughton, 2007). Die Frage ist nun, welche psychologischen Faktoren den Umgang mit diesem Druck ermöglichen beziehungsweise mit der Leistungsfähigkeit und dem sportlichen Erfolg zusammenhängen (Bull, Shambrook, James & Brooks, 2005; Gucciardi, Gordon & Dimmock, 2009). Bereits 1982 wurde der Begriff der tough-mindedness näher untersucht und es stellte sich heraus, dass Athleten mehr „tough-minded“ sind als der Rest der Population (Eysenck, Nias & Cox, 1982). Bei Studien konnte gezeigt werden, dass 82% der TrainerInnen mentale Toughness (MT) als wichtigstes psychologisches Merkmal im Zusammenhang mit Erfolg bewerten (Gould, Hodge, Peterson & Petlichkoff, 1987). 2005 bestätigte Cherry die Bedeutung des Konzepts der MT, indem er belegte, dass unter SpitzensportlerInnen die physische Leistungsfähigkeit weniger als die psychische Stärke variiert und somit jene mit den besten mentalen Fertigkeiten den körperlich fittesten überlegen sein können. Viele AthletInnen konsultieren SportpsychologInnen, um mentale Stärke trainieren zu können (Schmid, Birrer, Kaiser & Seiler, 2010), da sich auch nur 9% der TrainerInnen zutrauen, die MT ihrer SportlerInnen fördern zu können (Gould, Dieffenbach & Moffett, 2002).

1.2.1. Definition von Mental Toughness

Bereits in den 1980ern definierte der amerikanische Sportpsychologe James Loehr (1986, 1994) SportlerInnen als mental stark, die auch während des Wettkampfgeschehens fähig waren, den optimalen Wettkampfstadium aufrecht zu erhalten. Versuche, MT zu definieren, blieben lange zu allgemein formuliert (Jones, Hanton & Connaughton, 2002; Crust, 2008), zu wenig wissenschaftlich bestätigt (Crust, 2008), beziehungsweise beruhten sie nur auf Praxiserfahrungen und individuellen Anekdoten (Golby, Sheard & van Wersch, 2007; Mack & Ragan, 2008; Middleton, Marsh, Martin, Richards & Perry, 2005). Die Problematik bei dem Versuch, die MT zu definieren gründete auch darin, dass lange Zeit beinahe jede wünschenswerte positive psychologische Eigenschaft, die mit

Sporterfolg in Zusammenhang gebracht werden konnte, bereits der MT zugeordnet wurde (Jones et al., 2002). Die ersten wissenschaftlich orientierten Definitionen des multidimensionalen Konstrukts der MT begannen vor zehn Jahren durch Fourie und Potgieter (2001) und Jones et al. (2002). Diese erarbeiteten durch schriftliche Befragungen zwölf Kerneigenschaften, die kennzeichnend für mental starke AthletInnen sind. Abb. 2 stellt die Mikrokomponenten des Konzeptes der MT dar, wobei der nebenstehende Rang die Gewichtung durch die StudienteilnehmerInnen repräsentiert.

Rang	Eigenschaft
1.	Unerschütterlicher Glaube an seine Fähigkeit, seine wettkampfbezogenen Ziele erreichen zu können
2.	Unerschütterlicher Glaube an seine Fähigkeit, die einzigartigen Qualitäten und Fähigkeiten zu besitzen, die einem im Vergleich zu seinen Gegnern überlegen machen
3.	Unstillbares Verlangen und internalisierte Motive nach Erfolg
4.	Fähigkeit, sich von Rückschlägen schnell zu erholen
5.	Neigung, sich unter Wettkampfdruck (besonders) wohlfühlen
6.	Akzeptanz, dass Wettkampfangst unausweichlich ist und Überzeugung, mit Unsicherheiten fertig zu werden
7.	Fähigkeit, sich durch die (guten oder schlechten) Leistungen anderer nicht beeinflussen zu lassen
8.	Fähigkeit, bei Ablenkungen aus dem außersportlichen Leben weiterhin vollkommen fokussiert zu bleiben
9.	Fähigkeit, den Fokus nach Bedarf schnell auf den Sport hin- und wegzurichten
10.	Fähigkeit, sich bei Ablenkungen im Wettkampf vollkommen auf die bevorstehende Aufgabe zu konzentrieren
11.	Fähigkeit, seine physische und psychische Schmerztoleranzgrenze nach oben zu regulieren
12.	Fähigkeit, nach unerwarteten und unkontrollierbaren Ereignissen schnell wieder psychologische Kontrolle zu erlangen

Abb. 2 Kerneigenschaften von mentaler Toughness im Sport (Gerber, 2011).

Bis heute wird noch diskutiert, wie viele Komponenten zur Beschreibung der MT benötigt werden. Während der Entwicklung der Definition wurde oft kritisiert, dass die Studienkollektive zur Generierung der Definitionen anhand des Leistungsstatus der SportlerInnen selektiert wurden, unter der Annahme, dass EliteathletInnen in jedem Fall eine hohe MT besitzen würden (Crust, 2008; Crust & Azadi, 2010). In Folge dessen bestand die Angst einer Koppelung von MT und sportlicher Leistung und der daraus resultierenden Problematik, dass die Definition zu wenig über MT aussagt, sondern eher die Wirkungen dieser beschreibt (Crust, 2008; Middleton et al., 2005). Die im Anschluss

entwickelte Definition von Middleton et al. (2005) besagte, dass unter MT spezifische Kognitionen und Verhaltensweisen zu verstehen sind, welche AthletInnen bei Widrigkeiten und Belastungen einsetzen, um eine erfolgreiche Bewältigung zu ermöglichen. Hierbei wird MT als hierarchisches und mehrdimensionales Konzept verstanden und die einzelnen Merkmale den beiden Hauptgruppen – Toughness-Orientierung und Toughness-Strategien – zugeordnet. Eine Übersicht über die im Konstrukt enthaltenen Merkmale und Dimensionen sind in Abbildung 3 ersichtlich. Unter der Toughness-Orientierung werden allgemeine MT-Eigenschaften, wie beispielsweise der Glaube an sich selbst, subsummiert. Dem werden die Toughness-Strategien gegenüber gestellt, die spezifische Handlungstendenzen darstellen, welche in schwierigen Situationen angewandt werden.

Clough, Earle und Sewell (2002) entwickelten, basierend auf der Hardiness-Theorie von Kobasa (1979), eine weitere Definition der MT. Hierbei wird MT als Persönlichkeitsmerkmal (trait-like construct) beschrieben, wobei sich diese aus vier Dimensionen zusammensetzt. Dieses Konzept wird aufgrund der vier Komponenten als 4 C-Modell bezeichnet. Die 4 C's, die in diversen Arbeiten konsistent als Schlüsselkonzepte der MT beschrieben werden (Crust, 2008; Jones et al., 2007; Sheard, 2010), sind folgende:

- Kontrolle (control) ist die Tendenz zu fühlen, dass die Zufälligkeiten des Lebens von einem selbst beeinflusst werden können und dementsprechend zu handeln.
- Kommitment (commitment) ist die Tendenz, sich bei ausgeführten Tätigkeiten selbst aktiv einzubringen und sich nicht entfremdet zu fühlen.
- Herausforderung (challenge) ist die Einstellung, dass Veränderungen dem Leben inhärent sind und nicht als Bedrohungen interpretiert werden, sondern als Möglichkeiten zur Weiterentwicklung wahrgenommen werden.
- Vertrauen (confidence) ist der feste Glaube in die eigenen Fähigkeiten, an sich selbst und in interpersonalen Beziehungen (Gerber, 2011).

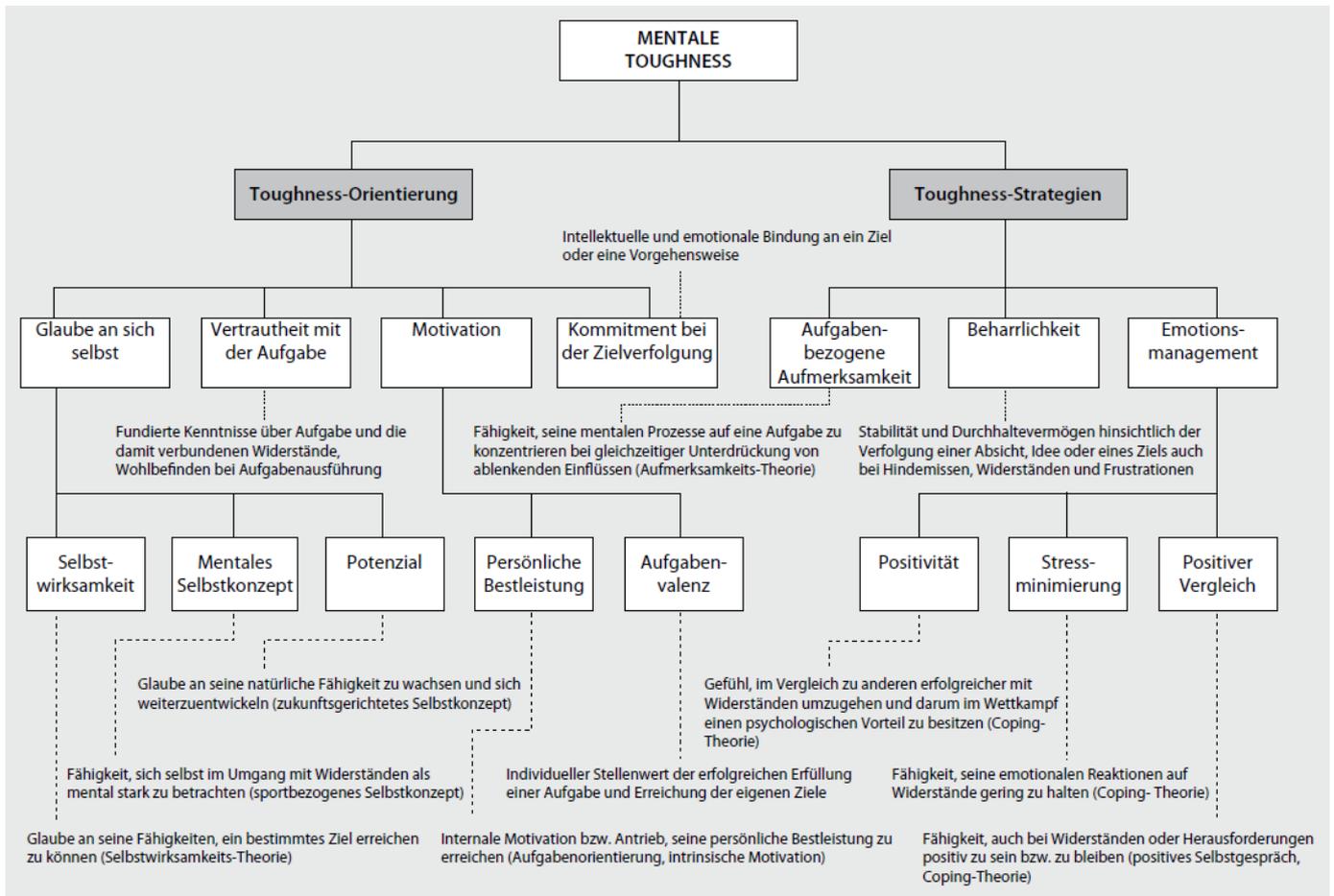


Abb. 3 Hierarchisches Modell der mentalen Toughness nach Middleton et al. (2005).

Im 4 C-Modell wird MT demnach als Kompetenz zur Umgänglichkeit und Kontaktfreudigkeit bezeichnet. Mental starke Personen gelten darin als ruhig, gelassen, wenig ängstlich und mit hohem Vertrauen in sich selbst und die eigenen Einflussmöglichkeiten ausgestattet. Daraus resultierend ergibt sich für diese Personen eine situationsübergreifende Freude an interpersonellen Vergleichen (Gerber, 2011; Seligman, 2003, 2006).

Einigkeit besteht in der heutigen Literatur darüber, dass es sich bei MT um ein multidimensionales Konstrukt handelt (Bull et al., 2005; Gucciardi et al., 2009; Jones et al., 2002, 2007; Middleton et al., 2005; Middleton, Marsh, Martin, Riches & Perry, 2006). Trotz unterschiedlicher gefundener MT-Attribute besteht ein Konsens darin, dass die Wirkung einer hohen MT in der Fähigkeit resultiert, Belastungen und Ängste, entstehend in kompetitiven Situationen, konstruktiv zu bewältigen und auch unter Widerstand beharrlich die Zielerreichung anzustreben (Mack & Ragan, 2008). Verschiedene Ansichten existieren allerdings darüber, ob MT einem eher spezifisch für bestimmte Sportarten und Situationen oder einem allgemeinen Theoriemodell

entspricht (Gucciardi et al., 2009; Thelwell, Weston & Greenless, 2005). Diese Frage ergibt sich aus der Diversität der Sportarten, da offensichtlich jeweils unterschiedliche Mikrokomponenten der MT notwendig sind, um den spezifischen Anforderungen der Sportart gerecht zu werden. Trotzdem gibt es ähnliche Elemente, wie zum Beispiel die psychische Anspannung bei dem letzten Putt (final putt) im Golfsport oder die Bewältigung der Angst und des Risikos im Motorsport (Bull et al., 2005) oder beim Extremklettern (Burke & Orlick, 2003), die die allgemeine Gültigkeit der MT bekräftigen (Bull et al., 2005).

1.2.2. Mental Toughness im Zusammenhang mit sportlichem Erfolg

Laut AthletInnen, TrainerInnen und SportpsychologInnen gilt MT als essentielle Eigenschaft um sportlichen Erfolg zu erlangen (Mack & Ragan, 2008). Gucciardi et al. (2009) konnten in einer Zusammenfassung mehrerer Studien zeigen, dass insgesamt leistungsstärkere AthletInnen auch nachweislich höhere MT-Werte erreichen. Relativierende Ergebnisse brachte allerdings eine Studie von Nicholls, Polman, Levy und Backhouse (2009) mit 677 ProbandInnen, bei der erwartete Differenzen der MT zwischen Club-/UniversitätsportlerInnen beziehungsweise AnfängerInnen nicht nachgewiesen werden konnten. Wichtig ist allerdings das Bewusstsein, dass mentale Toughness zwar mit sportlichem Erfolg assoziiert wird, aber nicht zur Vorhersage von sportlichem Erfolg verwendet werden sollte. Der Grund dafür ist, dass einerseits insgesamt nur verhältnismäßig gering ausgeprägte Zusammenhänge bestehen und andererseits auch weitere wichtige Aspekte, wie physische Leistungsfähigkeit, technisches Können oder Anzahl der Trainingsstunden, den sportlichen Erfolg beeinflussen (Crust & Azadi, 2010; Gerber, 2011; Nicholls et al., 2009). Da der Zusammenhang zwischen sportlicher Leistungsfähigkeit und hoher MT bereits mehrfach bestätigt wurde (Gucciardi et al., 2009), die signifikante Korrelation von MT und sportlichem Erfolg bisher jedoch nur ansatzweise gelang (Crust & Azadi, 2010; Nicholls et al., 2009), wurde nach beeinflussenden Faktoren dieser Beziehung gesucht. Als mögliche Moderatorvariablen wurden Unterschiede in der Stresswahrnehmung, den Bewältigungsstrategien und der Intensität erlebter Emotionen identifiziert.

Wie oben beschrieben, sind mental starke AthletInnen fähig, Belastungen erfolgreich zu bewältigen (Jones et al., 2007; Mack & Ragan, 2008; Thelwell et al., 2005) und die daraus resultierende Theorie, dass sie stresshafte Belastungen weniger negativ beziehungsweise als kontrollierbarer wahrnehmen und auch günstige und problemorientierte Bewältigungsstrategien anwenden, wurde mehrfach nachgewiesen (Gerber, 2011). Des Weiteren tendieren mental starke AthletInnen seltener zu emotionszentrierten und vermeidenden Coping (Crust & Azadi, 2010; Kaiseler, Polman & Nicholls, 2009; Nicholls, Polman, Levy & Backhouse, 2008).

Als weitere mögliche Moderatorvariable wurde die Intensität erlebter Emotionen untersucht. Hier gab es durch Clough et al. (2002) erste Hinweise auf die Theorie, dass mental starke AthletInnen auf Widerstände weniger emotional antworten. So wurde in diesem Experiment bei SportlerInnen mit niedrigen Werten des Mental Toughness Questionnaire 48 (MTQ48) ein schlechteres Ergebnis bei einer kognitiven Planungsaufgabe gefunden, die durchgeführt wurde, unmittelbar nachdem sie eine negative Kritik erhalten hatten. Dies wurde damit erklärt, dass diese AthletInnen durch die höhere Intensität ihrer emotionalen Reaktion Schwierigkeiten bei der nachfolgenden kognitiven Aufgabe hatten. Zusätzlich konnten Crust und Azadi (2010) zeigen, dass mental starke AthletInnen vermehrt auf Strategien zur emotionalen Kontrolle, wie zum Beispiel positive Selbstgespräche und Entspannungsübungen, zurückgreifen. Ein direkter Zusammenhang zwischen MT und Intensität der erlebten Emotionen konnte nicht bestätigt werden. Es ist viel eher so, dass mental starke AthletInnen genauso intensive Emotionen erleben, allerdings besser damit umgehen und diese kontrollieren können (Gucciardi et al., 2009).

Die Ergebnisse des Einflusses der MT auf die Sportrehabilitation, die auch als eventuelle Moderatorvariable im Zusammenhang mit sportlichem Erfolg diskutiert wird, sind derzeit teilweise noch widersprüchlich. Grundsätzlich nehmen mental starke AthletInnen die Rehabilitationsphase als weniger bedrohlich wahr, scheinen besser damit umgehen zu können, nehmen öfter an Therapiesitzungen teil und zeigen insgesamt eine schnellere Rehabilitation nach Verletzungen (Levy,

Polman, Clough, Marchant & Earle, 2006). Dennoch gibt es die Theorie, dass eine hohe mentale Toughness eine Sportrehabilitation negativ beeinflussen kann, da diese SportlerInnen auch eine verstärkte Schmerzempfindlichkeit zeigen, den Schweregrad ihrer Verletzung herab spielen und/oder die Möglichkeit eines neuerlichen Auftretens ihrer Verletzung unterschätzen (Levy et al., 2006). Diese Umstände könnten dazu führen, dass diese SportlerInnen die Bedeutung der Rehabilitation nicht wahrhaben wollen (Levy et al., 2006) beziehungsweise ihr gewöhnliches Training zu früh wieder beginnen (Crust, 2008).

Weitere mögliche Negativ-Auswirkungen einer hohen MT sind derzeit im Gespräch. Zum Beispiel ist fraglich, ob mental starke Charaktere mit hohem Selbstvertrauen und einer starken internalen Kontrollüberzeugung fähig sind, soziale Unterstützung anzunehmen oder zu suchen. Sie tendieren dazu, Probleme ohne Hilfe anderer Personen zu lösen, was sich auf den Umgang mit TrainerInnen oder Teammitgliedern auswirken könnte (Nicholls et al., 2009). Auch die Ergebnisse, dass mental starke AthletInnen eher dazu neigen, Risiken einzugehen und sich gefährlicheren Situationen auszusetzen, sprechen für ein gewisses Gefahrenpotential durch hohe MT (Bull et al., 2005; Crust & Keegan, 2010).

1.2.3. Die Entwicklung von mentaler Toughness

Die nun auf der Hand liegende Frage ist, wie und wann es zur Entwicklung der mentalen Toughness kommt. Auf dem Gebiet der anwendungsorientierten Sportpsychologie wird deshalb geforscht, welche Eigenschaften und Fertigkeiten in welcher Phase der sportlichen Laufbahn angeeignet werden, welche Umweltfaktoren sich positiv oder negativ auswirken und ob Mentaltraining eine Wirkung zeigt (Crust & Azadi, 2010).

In diesem Zusammenhang wird häufig diskutiert, ob es sich bei der MT grundsätzlich um ein stabiles Persönlichkeitsmerkmal oder um einen situationsabhängigen Zustand handelt. Die erste Quelle, in der MT als stabile Persönlichkeitseigenschaft beschrieben wird, geht auf Cattell (1957) zurück, der die tough-mindedness einem von 16 primären Persönlichkeitszügen zuordnet (Crust,

2008). Jones et al. (2002) sehen die Eigenschaften der MT sowohl als angeboren, als auch im Laufe der Entwicklung aneigenbar. Clough et al. (2002) bezeichnen MT als Prädisposition von SportlerInnen, vom Wettkampfgeschehen unberührt zu bleiben und heben dadurch ebenfalls den Trait-Charakter hervor. Bis heute ist der Anteil der genetischen Komponente an der MT nur durch wenige Studien untersucht. Es gibt hierzu sowohl Studienergebnisse, die eine genetische Erbllichkeit postulieren (Horsburgh, Schermer, Veselka & Vernon, 2009), als auch Untersuchungen, die diese nicht nachweisen konnten (Golby & Sheard, 2006). Die Trait-Hypothese wird weiters dadurch unterstützt, dass signifikante Zusammenhänge zwischen Bewältigungsstrategien und MT gefunden werden konnten, diese allerdings nur gering ausfielen. Dies wird so erklärt, dass Coping als dynamischer und vom Situationskontext abhängiger Prozess verstanden wird, der von Persönlichkeitsmerkmalen beeinflusst, aber nicht vollständig dadurch erklärt wird (Crust & Azadi, 2009, 2010; Nicholls et al., 2009). Für die Sichtweise der MT als momentaner Zustand spricht die Fluktuation der MT-Werte über einen längeren Zeitraum bei SportlerInnen (Bull et al., 2005), beziehungsweise die Auffassung vieler erfolgreicher SportlerInnen, dass es eine natürliche mentale Stärke gäbe, die sich aber erst nach einiger Zeit in der sportlichen Laufbahn entwickle (Jones et al., 2007). Gucciardi et al. (2009) untersuchten in ihrer Studie auch den entwicklungspsychologischen Aspekt und konnten eine Steigerung der MT im höheren Alter feststellen. In einer weiteren Studie von Nicholls et al. (2009) wurden diese Ergebnisse ebenfalls durch signifikant höhere MT-Werte bei Männern und SportlerInnen mit höherer Erfahrung bestätigt.

Aus diesen Ergebnissen lässt sich der derzeit gültige Konsens ableiten, dass die MT als eine relativ stabile Charaktereigenschaft angesehen werden kann, die einen deutlichen Einfluss auf die Wahrnehmung, das Empfinden und das Verhalten der SportlerInnen ausübt (Clough et al., 2002; Horsburgh et al., 2009). Es werden allerdings auch aktuelle Zustandselemente integriert und Umweltfaktoren spielen (Golby & Sheard, 2006) eine wichtige Rolle (Gerber, 2010).

Entwicklungsmodelle

Ein etabliertes Entwicklungsmodell zur MT stammt von Bull et al. aus dem Jahr 2005. Dabei handelt es sich um eine vierstufige Toughness-Pyramide (siehe Abb. 4), durch die die Langzeitentwicklung der MT hervorgehoben wird. Laut Bull et al. (2005) wird die Basis bereits in der frühen Phase einer Juniorenkarriere aufgebaut. Die unterste Stufe der Pyramide wird durch die umweltbezogenen Einflüsse (environmental influence) gebildet, aus denen heraus ein mental starker Charakter entstehen kann (tough character). Die nächste Ebene stellen die Toughness-Einstellungen (tough attitudes) dar. Die Spitze der Pyramide sind die Toughness Denkmuster (tough thinking). In diesem Modell haben Umweltaspekte den größten Einfluss auf die Entwicklung der MT und werden am frühesten geprägt, weshalb bei der Talentförderung in diesem Bereich der Schwerpunkt liegt. Die zweite Ebene beinhaltet die oben beschriebenen Charaktereigenschaften der MT, welche mit MT Einstellungen laut den Autoren die wirkliche MT Stärke ausmacht. Die Toughness-Einstellungen sind weniger stabile Handlungsmuster, die von Sportlern leichter antrainierbar und situationsspezifisch sind. Unter den Toughness Denkmustern werden erstrebenswerte mentale Strategien verstanden, die direkt in der Wettkampfsituation angewandt werden sollten (match winning thinking). Diese Ebene beinhaltet die Fähigkeit des Athleten, seine Veranlagungen vollständig auszuschöpfen und die allgemeinen Toughness-Einstellungen anwenden zu können.

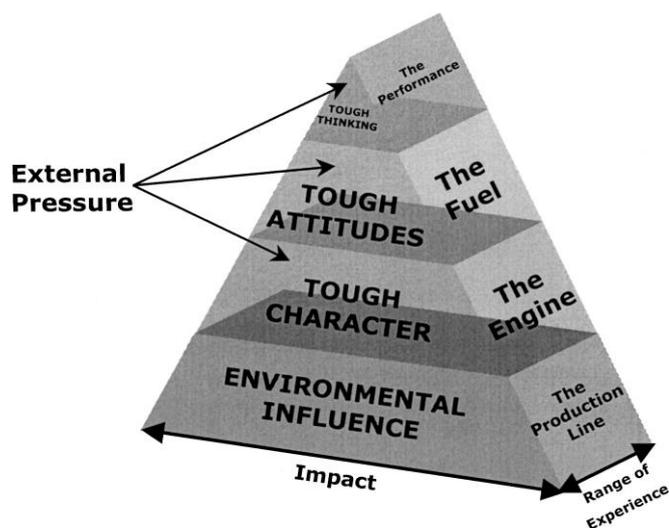


Abb. 4 Toughness-Pyramide (Bull et al., 2005).

Ein ähnliches Entwicklungsmodell wurde von Middleton et al. (2006) beschrieben und auch Jones et al. (2007) führten mit dem Toughness-Rahmenmodell (toughness framework) eine weitere Theorie zur Entwicklung der MT ein. Bei letzterem wurde versucht herauszuarbeiten, welche Eigenschaften und Handlungsstrategien in welcher Phase der sportlichen Laufbahn erworben werden und welche Einflüsse hierbei eine Rolle spielen.

Förderung der mental toughness

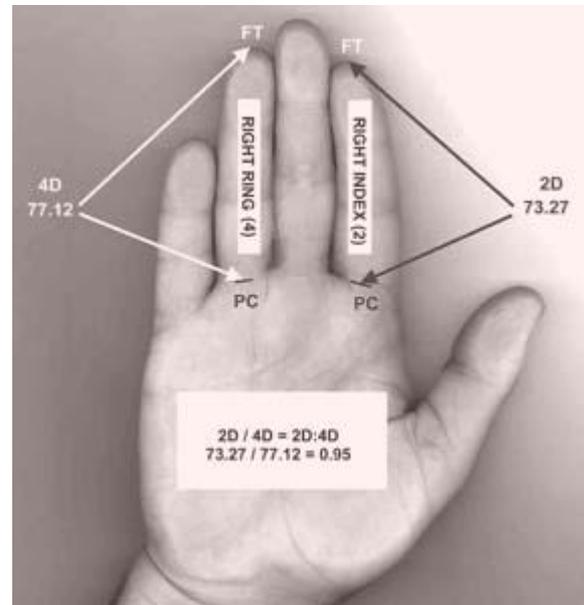
Die Trainierbarkeit der weniger stabilen Elemente der MT steht im Fokus des sportwissenschaftlichen Interesses. Als Schlüsselfaktor für den langfristigen Aufbau und die Aufrechterhaltung von mentaler toughness gilt das Mentaltraining (Connaughton, Wadey, Hanton & Jones, 2008; Jones et al., 2002). Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Zeitspanne im Leistungssport. So zeigte sich, dass im Profisportbereich das Maximum der MT erst nach drei Jahren Wettkampferfahrung erreicht wird (Connaughton et al., 2008). Skepsis herrscht allerdings über die grundsätzliche Bedeutung von psychologischem Training, da einerseits der direkte individuelle Erfolg fraglich ist (Bull et al., 2005) und andererseits hauptsächlich der hohe Trainingsumfang besonders im Talentforschungsbereich als besonders wichtig identifiziert wurde (Crust & Azadi, 2010). Ein starkes Argument für das Mentaltraining ist allerdings, dass auf Weltklasseniveau schon minimale Leistungssteigerungen über Erfolg und Misserfolg entscheiden und hier die psychologischen Fähigkeiten durchaus einen entscheidenden Faktor darstellen können (Sheard & Golby, 2006).

Bisher untersuchten nur wenige empirische Studien den Einfluss des Mentaltrainings auf die Leistung und die MT, aber Sheard und Golby (2006) konnten einen positiven Einfluss auf Leistung und psychologische Entwicklung feststellen. Das Mentaltraining bestand hierbei aus Komponenten zu den Themen Zielsetzung, Visualisierung, Entspannungstechniken und Gedankenkontrolle.

1.3. 2D:4D

1.3.1. Definition

Das 2D:4D-Verhältnis bezeichnet das Längenverhältnis zwischen Zeige- (2. Finger) und Ringfinger (4. Finger; siehe Abbildung 5). Die Abkürzung bedeutet „second digit to fourth digit“ und wurde erstmals von John T. Manning eingeführt und umfangreich erforscht. Die ersten Forschungen auf diesem Gebiet verglichen die 2D:4D-Verhältnisse zwischen Männern und Frauen, wobei



entdeckt wurde, dass es sich dabei um ein geschlechts-dimorphes Merkmal handelt (Manning, Scutt, Wilson & Lewis-Jones, 1998; Phelps, 1952), da

Abb. 5 2D:4D-Verhältnis

[http://www.handresearch.com/news/Menu_bestanden/digit-ratio-method.jpg, 16.06.2012]

Männer durchschnittlich ein geringeres Fingerlängenverhältnis ($2D:4D < 1$) als Frauen ($2D:4D > 1$) aufweisen. Das heißt, dass Männer im Durchschnitt einen kürzeren Zeige- (2. Finger) als Ringfinger (4. Finger) besitzen (Ecker, 1875; George, 1930). Dies konnte auch im Sport gezeigt werden, da hier das durchschnittliche 2D:4D-Verhältnis bei Sportlern niedriger ist als bei Sportlerinnen (Manning, 2002b; Tester & Campbell, 2007).

1.3.2. Physiologie des 2D:4D

Die Hormonkonzentrationen in der pränatalen Entwicklungsphase haben nachweislich einen Einfluss auf das Fingerlängenwachstum und determinieren das 2D:4D-Verhältnis (Manning et al., 1998). Kleinere 2D:4D-Werte weisen auf einen höheren fötalen Testosteronspiegel sowie auf einen geringeren fötalen Östrogenspiegel hin. Manning (2002a) konnte zeigen, dass der pränatale Testosteronspiegel das Wachstum des Ringfingers stimuliert, während das Wachstum des

Zeigefingers durch die intrauterine Östrogenkonzentration gefördert wird. Ein kleineres Fingerlängenverhältnis weist somit auf eine höhere Exposition pränatalen Testosterons hin (Manning et al., 1998).

Aus biologischer Sicht wird das Fingerlängenverhältnis von den Homeobox- oder Hox-Genen kontrolliert, die auch das Wachstum der Gonaden bestimmen (Herault, Fraudeau, Zákány & Duboule, 1997; Voracek & Manning, 2003). Ergebnisse zeigten, dass die Ausprägung des 2D:4D-Verhältnisses bereits vor der Geburt determiniert zu sein scheint und etwa ab der 13. oder 14. Schwangerschaftswoche der von Erwachsenen gleicht (Garn, Burdi, Babler & Stinson, 1975; Malas, Dogan, Evcil & Desdicioglu, 2006; Manning et al., 1998) und über die Adoleszenz hinaus konstant bleibt (Manning et al., 1998; McIntyre, Ellison, Lieberman, Demerath & Towne, 2005; Trivers, Manning & Jacobs, 2006). Die Stabilität des 2D:4D-Verhältnisses konnte auch dadurch bestätigt werden, dass keine Zusammenhänge zwischen 2D:4D und dem Alter gefunden werden konnten und damit eine Veränderung des Verhältnisses im Laufe des Lebens unwahrscheinlich ist. Das 2D:4D-Verhältnis wird somit heute in wissenschaftlichen Studien als Biomarker zur Objektivierung von Maskulinitätseffekten durch pränatale androgene Einflüsse verwendet (Manning et al., 1998).

In Österreich beträgt nach derzeitiger Datenlage das durchschnittliche 2D:4D-Verhältnis bei Männern circa 0.96 und bei Frauen ungefähr 0.98 (zusammengefasst von Reimer, 2009, S. 7).

1.3.3. Zusammenhang mit Sport

Zwischen dem 2D:4D-Verhältnis und Sport im Allgemeinen bestehen deutliche Wechselbeziehungen. So zeigen SportlerInnen im Durchschnitt prinzipiell ein niedrigeres 2D:4D-Verhältnis als ProbandInnen, die keinen Sport ausüben (Manning & Taylor, 2001; Manning, 2002b; Pokrywka, Rachoo, Suchecka-Rachoo & Bitel, 2005).

Der Grund für die Verbindungen zwischen dem Fingerlängenverhältnis und Sport ist, dass der pränatale Testosteronspiegel für viele verschiedene geschlechtsspezifische Wachstumsabläufe

entscheidend ist. Allerdings zeigt er auch extragenitale Effekte, die sich auf grundsätzliche körperliche Veranlagungen und in weiterer Folge auch auf sportliche Fähigkeiten auswirken (Manning & Taylor, 2001). Daher wurden bis heute bereits viele Studien durchgeführt, bei denen das 2D:4D-Verhältnis als Indikator für den pränatalen Testosteronspiegel verwendet wurde und nach Zusammenhängen zwischen diesem und dem individuellen Leistungsniveau von SportlerInnen, den physischen Variablen und auch den Persönlichkeitseigenschaften gesucht wurde (Hampson, Ellis & Tenk, 2008; Moore, Quinter & Freeman, 2005).

Zum Beispiel konnten Manning und Taylor (2001) zeigen, dass hohe pränatale Testosteronlevel, die wie besprochen mit einem niedrigen 2D:4D-Verhältnis korrelieren, mit einer leichteren Entwicklung und Aufrechterhaltung von Ausdauer, Schnelligkeit und körperlicher Stärke zusammenhängen. Weiters sind hohe Testosteronspiegel pränatal auch für die Bildung eines effizienten kardiovaskulären Systems mitverantwortlich und korrelieren mit guten visuell-räumlichen Antizipationsfähigkeiten und Geschwindigkeit (Manning & Bundred, 2000; Manning & Taylor, 2001). Folglich wurde auch gezeigt, dass durch ein niedriges 2D:4D-Verhältnis und andere Variablen auch eine gewisse Vorhersage des sportlichen Erfolges möglich ist (Manning & Taylor, 2001; Manning, 2002b; Manning, Bundred & Taylor, 2003; Manning, Morris & Caswell, 2007).

Diese Zusammenhänge von 2D:4D und sportlicher Leistung/ Erfolg wurden intensiv im Fußballsport untersucht (Manning & Taylor, 2001; Manning et al., 2003). Dabei zeigten sich Unterschiede bezüglich des 2D:4D im Vergleich zwischen internationalen Mannschaften, zwischen verschiedenen Ligen und auch zwischen SpielerInnen aus der Stammmannschaft und Reservisten oder SpielerInnen der Jugendmannschaften. Weiters konnte sowohl bei der selbst- als auch fremdbewerteten Leistung beim Fußballspielen ein negativer Zusammenhang gefunden werden. Ebenfalls interessant ist eine nachgewiesene negative Korrelation zwischen 2D:4D und einer Neigung zu härteren Spielweisen.

Manning et al. (2007) konnten auch im Trainingsbereich eine Korrelation von niedrigen 2D:4D-Werten mit einer höheren Anzahl an Trainingseinheiten aufzeigen.

Basierend auf diesen Ergebnissen wird das 2D:4D-Verhältnis auch als Variable in dieser Studie verwendet, da sich das Studienkollektiv auf zwei verschiedene Leistungsniveaus erstreckt und hier mögliche Unterschiede untersucht werden, beziehungsweise auch eine Korrelation mit der physischen Variable, der Sprungkraft, denkbar wäre.

1.4. Lateralität

Unter der Lateralität wird im Sinne der Semantik das „Vorherrschen, die Dominanz einer Körperseite (z.B. Rechts- oder Linkshändigkeit)“ verstanden (Duden, 2009). Folglich beschreibt die Lateralität eines Menschen die Gesamtheit der morphologischen, funktionellen und sensorischen Asymmetrien seines Körpers (Corballis, 1991; Reiss, 1992). Das auffälligste Asymmetriemerkmal des Menschen ist die Händigkeit, begründet durch die ständige Verwendung der Hand, dem motorisch am stärksten polyfunktionellen Organ des Körpers (Bourassa, McManus & Bryden, 1996; Porac & Coren, 1981; Salmaso & Longoni, 1985). Daneben gibt es auch sensorische/funktionelle Asymmetrien in Form von Beinigkeit, Äugigkeit oder Ohrigkeit, welche die zerebralen Leistungsdifferenzen reflektieren (Corballis, 1991; Hellige, 1993). Die morphologische Lateralität betont das strukturelle Überwiegen einer Extremität, wohingegen die funktionelle Lateralität das bewusste Bevorzugen einer Extremität oder Seite bei diversen Tätigkeiten beschreibt. Die Asymmetrie in Bezug auf Sehen (visuelle Lateralität), Hören (auditive Lateralität) und Drehbewegungen ist als sensorische Lateralität zu verstehen, welche auch die Hemisphärenlateralität repräsentiert (Oberbeck, 1989; Ullmann, 1974).

Im folgenden Abschnitt wird auf den Zusammenhang der Lateralität mit Sport im Allgemeinen eingegangen, sowie der in der Studie überprüfte und im Volleyballsport wichtigste Aspekt der Lateralität, die Händigkeit, genauer erklärt.

1.4.1. Lateralität im Sport

Die Bedeutung der Lateralität variiert abhängig von der Sportart. Die Seitigkeitsausprägung ist beispielsweise in Rückschlagsportarten wie Badminton und Tischtennis deutlich relevanter, da hier nur mit einer Hand gespielt wird und aus der Spezialisierung auf eine Hand ein deutlicher Vorteil resultiert. Im Gegensatz dazu ist eine spezifische Lateralitätsausprägung bei Sportarten, die ein komplexes Zusammenspiel beider Körperseiten erfordern, wie zum Beispiel Schwimmen oder Rudern, von Nachteil.

Bei Ballspielsportarten wie Volley-, Fuß-, Hand- und Basketball wiederum ist die Beidhändigkeit beziehungsweise -füßigkeit vorteilhaft, da bei der Beherrschung der Technik mit beiden Extremitäten die Zahl der Handlungsalternativen deutlich steigt und die Antizipation der Spielaktion für den/die GegnerIn erschwert wird. Zusätzlich kann der/die SpielerIn noch dahingehend variieren, dass er die schlechtere Seite des/der GegnerIn gezielt ausnutzen kann. Es wurde auch vermutet, dass mit einem beidseitigen Training „die vernachlässigte rechte Hirnhemisphäre besser trainiert und damit der Mensch insgesamt leistungsfähiger wird“ (Oberbeck 1989, S. 28).

1.4.2. Händigkeit

Eine der ersten Definitionen für die Händigkeit stammt von Stier aus dem Jahr 1911. Laut Stier ist die Händigkeit eine „angeborene Disposition, feine koordinative Bewegungen mit der bevorzugten Hand rascher, schneller und lieber auszuführen“ (1911, S. 4; zitiert nach Oberbeck, 1989). Nach Raymond und Pontier (2004) kann der Begriff Händigkeit („Handedness“) auch als eine Spezialisierung einer Hand oder eines Armes für eine bestimmte Funktion verstanden werden. Grundsätzlich kann hier die Links-/Rechtshändigkeit sowie die Ambidextrie (Beidhändigkeit) unterschieden werden. Ergebnissen zufolge bevorzugen Frauen ($n = 1932$) zu 90.9% die rechte Hand, 6.8% die linke Hand und 2.4% weisen eine Beidhändigkeit auf, während bei den Männern ($n = 1375$) 88.2% Rechtshänder sind, 8.1% die linke Hand bevorzugen und 3.7% eine Beidhändigkeit zeigen

(Coren, 1993). Im Vergleich dazu wird in der österreichischen Allgemeinbevölkerung (Werte basieren auf unveröffentlichten Daten) der Anteil an linkshändigen Männern auf 7.8% (95%-KI: 6.1-9.8%) geschätzt und auf 5.2% (95%-KI: 4.0-6.8%) bei Frauen (Voracek, Reimer, Ertl & Dressler, 2006, S. 441).

Die Händigkeit ist Gegenstand verschiedener Wissenschaften von der Philosophie über die Pädagogik, Psychologie, Medizin bis hin zur Bewegungs- und Trainingswissenschaft. Dementsprechend wurde in diesem Bereich bisher schon viel Forschungsarbeit betrieben. Vor allem im Sport spielt die Händigkeit aus mehreren Gründen, die später noch weiter erläutert werden, eine wichtige Rolle.

1.4.2.1. Händigkeitsforschung im Sport

Der Einfluss von Lateralität im Sport wurde bereits in verschiedenen Sportarten untersucht, wobei auch Zusammenhänge mit Erfolg gezeigt werden konnten (z.B. Fechten; Reimer, 2009). Linkshändigkeit stellt in vielen Sportarten einen Vorteil dar (Grouios, Tsorbatzoudis, Alexandris & Barkoukis, 2000; Raymond, Pontier, Dufour & Moller, 1996), wobei sich dieser Umstand auch dadurch ausdrückt, dass in interaktiven Sportarten, Linkshänder im Vergleich zur Normalbevölkerung überrepräsentiert sind (Annett, 1985; Raymond et al., 1996; Voracek et al., 2006). Nach der Entdeckung dieser Ergebnisse etablierten sich zwei Hypothesen, die diese Sachverhalte weiter erläutern.

Innate superiority hypothesis

Diese Hypothese geht davon aus, dass LinkshänderInnen a priori günstigere neurophysiologische und motorische Prädispositionen besitzen und daher im Sport gegenüber ihren rechtshändigen KontrahentInnen bevorteilt seien (innate superiority hypothesis; Geschwind & Galaburda, 1985). Nach dem sogenannten Geschwind-Galaburda-Modell (Geschwind & Galaburda, 1987; zitiert nach Manning, 2002a) sind hohe intrauterine Testosteronkonzentrationen dafür verantwortlich, dass das Wachstum wichtiger Bereiche der linken Hemisphäre des Gehirns gehemmt wird und gleichzeitig das Wachstum vergleichbarer Bereiche der rechten Hemisphäre angeregt wird.

Folglich tendiert die Händigkeit zur linken Seite (Fink, Manning, Neave & Tan, 2004) und es zeigen sich ebenfalls negative Auswirkungen auf die sprachlichen Fähigkeiten. Durch die stärkere Anregung der rechten Hemisphäre zeigen sich vergleichsweise bessere Fähigkeiten im visuell-räumlichen Wahrnehmungsvermögen und in der räumlichen Verarbeitung, durch die LinkshänderInnen auch befähigt sind, Abläufe besser einzuschätzen. Des Weiteren ergeben sich auch im mathematischen und musischen Bereich Vorteile (Geschwind & Galaburda, 1987; zitiert nach Manning, 2002a). Diese physiologischen Veränderungen, die mit der erhöhten Wahrscheinlichkeit einer Linkshändigkeit und einem geringen 2D:4D-Verhältnis einhergehen, stehen mit dieser innate superiority Hypothese im Einklang. Diese Hypothese wurde allerdings durch die Ergebnisse von Wood und Aggleton (1989) relativiert, die diesbezüglich keine eindeutigen Daten fanden.

Es scheint daher im Sport ein Vorteil für LinkshänderInnen zu bestehen, der allerdings sehr gering und bei Sportarten ohne Seitenpräferenz nicht nachweisbar ist (Wood & Aggleton, 1989). Nach Wood und Aggleton kann man somit davon ausgehen, dass ein neurologischer Vorteil, der lediglich für spezifische Sportarten vorhanden scheint, nur einen verschwindend geringen Aspekt bei der Erklärung des Einflusses von Lateralität auf sportlichen Erfolg darstellt.

Strategic advantage hypothesis

Im Gegensatz zur vorherigen Hypothese begründet diese Theorie den positiven Effekt der Linkshändigkeit durch einen strategischen Vorteil (Coren, 1993a; McManus, 2002). Die theoretische Grundlage für diese Hypothese ist, dass es verhältnismäßig deutlich weniger LinkshänderInnen gibt und daher die GegenspielerInnen generell weniger mit LinkshänderInnen konfrontiert sind und über weniger Erfahrungen im Spiel gegen eine/n LinkshänderIn verfügen. Somit stellen LinkshänderInnen ungewohnte GegnerInnen für RechtshänderInnen dar. Für linkshändige KontrahentInnen müssen die üblichen Strategien entsprechend umgestellt werden. Zusätzlich werden LinkshänderInnen hauptsächlich mit RechtshänderInnen konfrontiert und besitzen dadurch auch die Fähigkeit zur besseren motorischen Anpassung an den/die GegnerIn, die bei den RechtshänderInnen ebenfalls weniger trainiert ist. Es handelt sich also um einen Vorteil der einerseits durch einen

Überraschungseffekt (Corballis, 1983) der Linkshändigkeit entsteht, der auch als "a rarity wins principle" (Prinzip „der gewinnenden Minderheit“) oder Frequency-Dependency-Effekt (Effekt der „Häufigkeitsabhängigkeit“) bezeichnet wird. Andererseits profitieren LinkshänderInnen von dem Mangel an perceptiven Erfahrungen ihrer GegnerInnen.

Diese Effekte des strategischen Vorteils zeigten sich vor allem in Studien zu interaktiven Sportarten, in denen es darauf ankommt, den/die GegnerIn zu beobachten um eigene Reaktionen auf dessen Aktionen zu planen (Oberbeck, 1989; Porac & Coren, 1981). Im Gegensatz dazu konnten diese Vorteile in non-interaktiven Sportarten, beispielsweise dem Baumstammweitwurf, nicht gefunden werden (Grouios et al., 2000). Ebenso zeigt sich dieser Vorteil deutlicher bei Sportarten mit hohen Aktionsgeschwindigkeiten, durch die besondere Anforderungen an die visuelle Wahrnehmung, deren Antizipation und Reaktionsgeschwindigkeiten der SpielerInnen entstehen.

Interessant ist die Beobachtung der Häufigkeiten von LinkshänderInnen im Fechtsport. Azemar, Ripoll, Simonet und Stein (1983; zitiert nach Bisiacchi et al., 1985) konnten hier eine Linkshänder-Rate von 38.8% aufzeigen, beziehungsweise 35% bei der Fecht-Weltmeisterschaft 1981. Im Halbfinale gipfelte die Linkshänderrate sogar in 100%, da alle vier Sportler Linkshänder waren.

Im Bezug auf Volleyball konnte in videobasierten Antizipationstests (Neumaier, 1984) gezeigt werden, dass die Aktionsrichtungen (Schlagrichtungen) von LinkshänderInnen deutlich schlechter vorhergesagt werden konnten als die von rechtshändigen SpielerInnen. Diese hatten dementsprechend auch mehr Probleme bei der Verteidigung linkshändig geschlagener Bälle. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Vorteil der Linkshändigkeit sowohl auf angeborenen als auch auf erlernten Entwicklungsfaktoren beruht und dieser zu einem gehäuftem Auftreten von LinkshänderInnen in interaktiven Sportarten führt.

Pete Sampras (1998, S. 144), Rechtshänder und ehemalige Nummer Eins der Tennisweltrangliste, fasste das Phänomen der LinkshänderInnen in einem Interview sehr gut

zusammen: „Some people just hate playing lefties. There’s a certain mystique surrounding left-handed athletes, and the lefties wisely play it up.“

1.5. Handgriffstärke

Die Handgriffstärke (HGS) ist das Ergebnis einer energischen Flexion aller Fingergelenke mit dem Ziel, willentlich die unter normalen biokinetischen Bedingungen maximal mögliche Kraft zu entwickeln (Bohannon 1997; Richards, Olson & Palmiter-Thomas, 1996).

Hierbei werden verschiedene Muskeln sowohl der Hand als auch des Unterarmes kontrahiert (Basse & Harries, 1993) und dadurch stellt die HGS einen objektiven Indikator der Funktionalität der oberen Extremitäten dar (Balogun, Akomolafe & Amusa, 1991). Die Handgriffstärke wird bei Sportarten wie zum Beispiel Wrestling, Tennis, Handball, Volleyball und Basketball als wichtiger Erfolgsparameter gesehen (Koley & Kaur, 2011). Der HGS wird auch bei der Prävention von Verletzungen, Rehabilitation und der gesamten Kraftentwicklung eine bedeutsame Rolle zugesprochen (Budoff, 2004; Smith, Smith, Martin, Henry, Weeks, Bryant & Bryant, 2006). Studien ergaben, dass die HGS die Händigkeit determiniert und sie wird auch als Parameter für die allgemeine physische Kondition (Foo, 2007), Hand- und Unterarmmuskelkraft (Nwuga, 1975), als funktioneller Indikator für den Ernährungsstatus (Chilima, 2001; Kaur & Koley, 2010; Pieterse, Manandhar & Ismail, 2002), als Prädiktor physischer Gesundheit/ Fitness (Giampaoli, Ferucci, Cecchi, Lo Noce, Poce, Dima, Santaquilani, Vescio & Menotti, 1999) und als physischer Leistungsparameter (Onder, Penninx, Lapuerta, Fried, Ostir, Guralnik & Pahor, 2002; Samson, Meeuwse, Crowe, Dessens, Duursma & Verhaar, 2000) herangezogen. Eine höhere HGS mindert ebenfalls das Risiko zukünftiger Erkrankungen (Giampaoli et al. 1999).

Die HGS ist eine physiologische Variable, die unter anderem von dem Alter, dem Geschlecht, dem Gewicht und der Körpergröße abhängig ist (Koley & Kaur, 2011). Es konnte gezeigt werden, dass die HGS im Schulalter zunimmt (Newman, Yanet, Harris, Duxburry, Enright & Fried, 2001) und im

höheren Alter wieder abnimmt (Anderson & Cowan, 1966; Kellor, Frost, Silberberg, Iversen & Cummings, 1971; Kjerland, 1953). Bezüglich des Geschlechtsunterschiedes wurde entdeckt, dass Männer deutlich höhere HGS-Werte erreichen als Frauen (Anderson & Cowan, 1966; Kellor et al., 1971; Keogh, 1999; Kjerland, 1953; Newman et al., 2001). So zeigen zum Beispiel 18-jährige Männer im Vergleich zu Frauen eine 60% höhere HGS (Newman et al., 2001).

Die HGS nimmt im Pubertätsalter zu, wobei diese Veränderung mit einem Testosteronanstieg erklärt wird (Rowe, Maughan, Worthman, Costello & Angold, 2004). Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen, dass Männer mit niedrigeren Testosteronwerten auch geringere HGS-Werte erreichen (Soyupek, Soyupek, Perk & Ozorak, 2008). Zwischen HGS und Gewicht beziehungsweise Körpergröße konnte ein positiver Zusammenhang gefunden werden (Anderson & Cowan, 1966; Fink, Neave & Manning, 2003).

Es konnte auch gezeigt werden, dass Männer mit einer höheren Handgriffstärke ein kleineres 2D:4D-Verhältnis aufweisen (Fink, Thanzami, Seydel & Manning, 2006). Diese Ergebnisse stimmen auch mit der Theorie überein, dass höheres Testosteron mit höheren Werten der HGS zusammenhängt und außerdem hohes Testosteron auch mit einem niedrigeren 2D:4D-Verhältnis korreliert (Manning et al., 1998). Diese Zusammenhänge werden von Fink et al. (2006) damit erklärt, dass pränatales Testosteron einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung der Greif- und Klemmkraft von Männern hat.

1.6. Body Mass Index

Der Body Mass Index (BMI) wurde in diese Studie als Variable integriert, da er das Verhältnis von Körpergewicht zu Körpergröße als standardisierten Faktor ausdrückt. Der Body Mass Index (BMI) ist eine Messvariable, die im Gesundheitsbereich genutzt wird und die Grenze zwischen Normalgewicht und Übergewicht aufzeigt. Er wird berechnet, indem man das Gewicht in kg durch die Körpergröße in Metern zum Quadrat dividiert und gilt laut Statistik Austria als das beste indirekte

Maß für die Körperfettmasse. Um das Ausmaß des Übergewichts bzw. der Adipositas zu bestimmen, gibt es eine auf dem BMI beruhende Klassifizierungstabelle, die von der Weltgesundheitsorganisation erstellt wurde. Diese Normbereiche sind seit 1998 gültig, wobei ein BMI zwischen 18.5 und 24.9 für Normalgewicht steht, ein BMI zwischen 25.0 und 29.9 Übergewicht und von 30.0 und mehr Adipositas anzeigt (Statistik Austria, 2006/07).

In Österreich liegen 44.2% der Männer und 55% der Frauen mit ihrem BMI im Normalbereich. Von der männlichen Bevölkerung sind mehr als die Hälfte übergewichtig (42.5%) oder adipös (12%). Bei Frauen sind etwa 29% als übergewichtig zu klassifizieren und 12.7% leiden unter Adipositas, der Anteil ist somit etwas höher als bei Männern (Statistik Austria, Gesundheitsbefragung 2006/07).

Für den BMI wurde auch vermutet, dass er in einem Zusammenhang mit 2D:4D und damit auch mit dem pränatalen Testosteronspiegel steht. Es wurde hier zwar eine positive Korrelation entdeckt (Fink et al., 2003), diese konnte allerdings in den Studien von Voracek et al. (2006) und Reimer (2009) nicht nachgewiesen werden. Somit bleibt der Zusammenhang zwischen BMI und Testosteron noch unklar.

1.6.1. BMI im Volleyballsport

Der BMI zeigt im Volleyballsport interessante Zusammenhänge und Erklärungsmodelle. Grundsätzlich weisen Männer einen höheren Body Mass Index auf als Frauen. In der Studie von Avansar (2008), zeigte sich ein durchschnittlicher BMI von 23 der männlichen Volleyballer und von 21.6 der Volleyballerinnen. Erklärt wird der größere BMI der Männer durch ihren geschlechtsbedingt höheren Muskelanteil. Unterstützt wird diese Theorie dadurch, dass bei SpitzensportlerInnen ein hoher BMI nur selten ein Anzeichen für einen erhöhten Fettanteil darstellt, sondern eher auf eine größere Muskelmasse zurückzuführen ist. Der relativ gesehen höhere Anteil an Muskelmasse bei männlichen Volleyballern wurde in dieser Studie auch als Erklärung für die höhere Sprungkraft der Männer herangezogen.

Eine zentrale Frage in dieser Thematik ist die Suche nach dem optimalen Anteil an Muskelmasse bei speziellen Sportarten. Durch die Messung des BMI ist es möglich eine quantitative Variable zu erheben. Im Volleyballsport ist die relative Muskelmasse besonders entscheidend, da der optimale Bereich nur gering sein dürfte. Hier besteht nämlich der Vorteil der vermehrten Kraft, im besonderen Sprungkraft, bei erhöhter Muskelmasse, allerdings bedeutet diese auch wiederum mehr Gewicht, welches sich negativ auf die Sprunghöhe, Schnelligkeit, Aktions- und Reaktionszeit, Flexibilität und Verletzungsrisiko auswirken kann. Ziel ist daher die Erreichung einer optimalen Muskelmenge durch Fokussierung des Muskelaufbautrainings auf Schnellkraft und Anpassung an die Dynamik des Sports (Avansar, 2008).

Mit dem BMI als objektive Variable findet sich dieses optimale Verhältnis von Muskelmasse/Gewicht und Größe in einem BMI-Wert zwischen 20 und 25, um Leistung auf Spitzenniveau erbringen zu können. So zeigen Ergebnisse der Studie von Avansar (2008), dass nur fünf Prozent aller VolleyballerInnen einen BMI unter 20 aufwiesen und weniger als zwei Prozent einen Wert über 25 hatten. Damit zeigten über 90% der VolleyballerInnen Werte zwischen 20 und 25.

1.7. Sprunghöhe, Sprungkraft

Die absolute Sprunghöhe stellt die mit reiner Muskelkraft maximal erreichbare Höhe mit gestrecktem Arm dar. Die Sprungkraft resultiert aus der Differenz zwischen absoluter Sprunghöhe und Reichhöhe, die im Stehen mit maximal ausgestrecktem Arm gemessen wird. Die Sprungkraft wird durch diverse anthropometrische Dimensionen und anatomische Charakteristika, wie Wadenlänge, Beinumfang oder Muskelkraft beeinflusst und stellt eine Variable dar, die im Volleyballsport von großer Bedeutung ist. Die Sprunghöhe gilt auch als entscheidende physische Eigenschaft und wichtigster Leistungsfaktor für den Erfolg eines/r VolleyballspielerIn (Avansar, 2008; Newton, Rogers, Volek, Häkkinen & Kraemer, 2006).

Es konnte bereits gezeigt werden, dass im Volleyballsport die SpielerInnen aus leistungsstärkeren Spielklassen eine größere Sprunghöhe aufweisen (Lidor & Ziv, 2010). Aus diesen Gründen wurden beide Variablen in dieser Studie erhoben. Die Sprunghöhe kann entweder durch reine Körpergröße oder aber auch durch Sprungkraft erreicht werden. Grundsätzlich gilt, dass je höher ein/e SpielerIn springen kann, desto größer ist die Qualität des Angriffsschlags (Wiesemann, Schmidtbleicher & Frick, 1991) und die Wahrscheinlichkeit, dass ein Punkt erzielt wird. Folglich können auch kleinere SpielerInnen durch eine gut ausgebildete Sprungkraft ein hohes Leistungsniveau erreichen. Die zwei Spielelemente in welche die Sprunghöhe einfließt, sind der Angriff und der Block (Avansar, 2008).

Die Angriffshöhe beim Volleyballspielen wird durch die absolute Sprunghöhe determiniert, wobei hier noch andere Faktoren wie Timing und Technik eine wichtige Rolle spielen. Über den Angriff werden im Volleyball die meisten Punkte erzielt und somit stellt er eines der wichtigsten Elemente dar und wird im Training dementsprechend forciert. Viele Mannschaften konzentrieren sich deshalb neben der Technik und der Taktik auf die Angriffshöhen der eingesetzten SpielerInnen. Der Block dient dazu, dem/r GegnerIn den Angriffspunkt zu unterbinden und stellt einen wichtigen Teil der Verteidigungs-Taktik dar. Hier zeigt die Blockhöhe nun ihre essentielle Bedeutung, da die Chancen auf eine erfolgreiche Verteidigung direkt von dieser abhängen. Deshalb nimmt auch die Optimierung der Blockhöhe im Spitzenvolleyball eine zentrale Rolle ein.

In dieser Studie wurde die absolute Sprunghöhe als objektive leistungsbezogene Variable gewählt ohne Differenzierung zwischen Angriffs- und Blockhöhe, da beide Spielelemente von der absoluten Sprunghöhe abhängig sind und somit diese Variable insgesamt einen Aussagewert über die Spielerqualitäten besitzt.

1.8. Zielsetzung und Hypothesenformulierung

Eines der Hauptziele dieser Studie ist es, die Faktorenstruktur der MT-Fragebögen gründlich zu untersuchen und weitere Wechselwirkungen zwischen den erhobenen Variablen zu detektieren.

Um ausreichende Leistungsniveauunterschiede zu erreichen, wurde jeweils eine Hälfte der Studienteilnehmer aus der Bundesliga (BL) beziehungsweise der Landesliga (LL) akquiriert. Zwischen diesen Ligen werden Differenzen zwischen den Variablen MT, 2D:4D, HGS, Lateralität und Sprungkraft zugunsten der Bundesligaspieler erwartet. Durch die Studie sollen neue Erkenntnisse zu der derzeit in der Sportpsychologie intensiv erforschten Mental Toughness gewonnen werden. Die Quintessenz der Studie zielt in Richtung der möglichen Vorhersage von sportlichem Erfolg ab, durch den Nachweis des Zusammenhangs der verschiedenen Variablen mit der Spielstärke und Leistung.

1.8.1. Darstellung der Fragestellung und der Hypothesen

In diesem Abschnitt der Diplomarbeit werden die Hypothesen einzeln erläutert. Die theoretischen Hintergründe, auf denen die Annahmen über die folgenden Zusammenhänge basieren, wurden bereits in der Einleitung erwähnt und werden an dieser Stelle noch genauer spezifiziert. Die Hypothesen betreffen die Zusammenhänge zwischen der Mental Toughness, dem Fingerlängenverhältnis 2D:4D, der Handgriffstärke, verschiedenen Lateralitätsaspekten und dem sportlichen Erfolg im Volleyballsport.

1.8.1.1. Hypothesen im Zusammenhang mit Mental Toughness

Die MT wird anhand von zwei verschiedenen Fragebögen erhoben, dem MTQ48 (Clough et al., 2002) und dem SMTQ (Sports Mental Toughness Questionnaire; Sheard, Golby und van Wersch, 2009). Die Struktur dieser Fragebögen wird durch eine explorative und konfirmatorische Faktorenanalyse überprüft.

Weiters werden die Fragebögen miteinander verglichen. Da der MTQ48 und der SMTQ angeben das gleiche Konstrukt, also die MT, zu messen, werden positive Korrelationen zwischen diesen erwartet. Zwischen den MT-Fragebögen und dem TROSCI (Trait Robustness of Self-Confidence Inventory; Beattie, Hardy, Savage, Woodman & Callow, 2011), der angibt, das Ausmaß an Selbstvertrauen zu messen und laut Beattie et al. (2011) eng mit der Mental Toughness verknüpft ist, werden weiters positive Zusammenhänge angenommen.

Es wird zudem auch noch überprüft, ob es in der Ausprägung der MT Geschlechtsunterschiede gibt. Des Weiteren wird erhoben, ob Spieler der Bundesliga höhere MT-Werte aufweisen als Landesligaspieler. Diese Hypothese gründet darin, dass leistungsstärkere Athleten auch nachweislich höhere MT-Werte erreichen (Gucciardi et al., 2009). Auf dieser Annahme beruht auch die Hypothese, dass die MT positiv mit der Spielstärke korreliert und sie stellt eine wichtige zu überprüfende Vermutung dieser Diplomarbeit dar.

Zusätzlich wird die MT mit dem 2D:4D-Verhältnis, der Erfahrung im Volleyballsport und mit der Position in Verbindung gesetzt. Da bereits nachgewiesen werden konnte, dass sich sowohl eine hohe MT als auch niedrige 2D:4D-Werte positiv auf den sportlichen Erfolg auswirken, stellt sich die Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen MT und 2D:4D gibt.

1.8.1.2. Hypothesen im Zusammenhang mit 2D:4D

Da in vielen Studien gezeigt werden konnte, dass das 2D:4D-Verhältnis bei Männern kleiner ist (Manning, 2002b; Tester & Campbell, 2007) und ein niedriges 2D:4D mit Erfolg/Leistung in verschiedensten Sportarten korreliert (z.B. Manning & Taylor, 2001; Manning et al., 2003), liegt es nahe, zu überprüfen, ob es innerhalb der Stichprobe zu signifikanten Unterschieden hinsichtlich des 2D:4D-Verhältnisses bei Männern und Frauen kommt, beziehungsweise ob ein niedriges 2D:4D-Verhältnis mit einer hohen Spielstärke einhergeht. Da die Literatur den Hinweis gibt, dass Athleten mehr tough-minded sind als der Rest der Population (Eysenck, Nias & Cox, 1982), wird in dieser Studie ebenfalls untersucht, ob Sportler ein geringeres 2D:4D-Verhältnis aufweisen als die Normalpopulation.

Es wird somit der Zusammenhang des 2D:4D-Verhältnisses mit der Leistung im Volleyballsport dargestellt, da viele Studien zeigen konnten, dass ein niedrigeres 2D:4D-Verhältnis mit vielen Vorteilen bezüglich wichtiger sportlicher Fähigkeiten verbunden ist (Manning & Bundred, 2000; Manning & Taylor, 2001). In der vorliegenden Studie soll dieser Zusammenhang durch die Überprüfung zweier Hypothesen untersucht werden. Einerseits wird eine Korrelation zwischen

2D:4D mit der Spielstärke berechnet und andererseits werden die SportlerInnen aus der Bundesliga und Landesliga miteinander verglichen, um mögliche Unterschiede des 2D:4D-Verhältnisses zwischen den spielerischen Leistungsniveaus zu detektieren.

Ferner sollen die in der Literatur noch unklaren Zusammenhänge zwischen dem BMI, der möglicherweise negativ mit Testosteronwerten korreliert (Manning et al., 1998), dem Fingerlängenverhältnis und der HGS überprüft werden (vgl. Fink et al., 2003; Pierson & O'Connell, 1962). Wie im Theorieteil erwähnt, erreichen Männer mit niedrigeren Testosteronwerten auch nur geringere HGS-Werte (Soyupek, Soyupek, Perk & Ozorak, 2008) und Männer mit einer höheren Handgriffstärke weisen ein kleineres 2D:4D-Verhältnis auf (Fink et al., 2006). Um diese Annahmen zu prüfen, werden in dieser Studie auch Korrelationen zwischen der HGS, dem BMI und dem 2D:4D-Verhältnis berechnet.

1.8.1.3. Hypothesen im Zusammenhang mit der Lateralität

Aus der Literatur kann man entnehmen, dass sich in vielen Sportarten Linkshändigkeit als Vorteil erweist (Dufour & Moller, 1996; Grouios et al., 2000; Holtzen, 2000; Raymond et al. 1996) und Linkshänder in interaktiven Sportarten im Vergleich zur Normalbevölkerung überrepräsentiert sind (Annett, 1985; Azémar, Ripoll, Simonet & Stein, 1983; McLean & Ciurczak, 1982; Raymond et al., 1996; Voracek et al., 2006). Daraus entwickelten sich zwei Hypothesen und zwar zum einen, dass es innerhalb der Stichprobe einen größeren Anteil an Linkshändern gibt als in der Normalbevölkerung und zum anderen, dass es Unterschiede in der Spielstärke zwischen Spielern, die mit der rechten Hand angreifen und jenen, die mit der linken Hand angreifen, gibt.

1.8.1.4. Hypothesen im Zusammenhang mit der Handgriffstärke

Im Bezug auf die HGS wird in dieser Arbeit einerseits auf den in der Literatur bereits mehrmals beschriebenen Geschlechtsunterschied (Anderson & Cowan, 1966; Kellor et al., 1971; Kjerland, 1953; Mathiowetz, Kashman, Volland, Weber, Dowe & Rogers, 1985; Newman et al., 2001; Nwuga, 1975; Keogh J., 1999) eingegangen und erwartet, dass Männer deutlich höhere HGS-Werte erreichen als Frauen. Bezüglich der Liga werden sich vermutlich höhere HGS-Werte zugunsten der

Bundesliga herausstellen. Andererseits wird auch eine Korrelation mit der Spielstärke überprüft, wobei hier aufgrund der bisherigen Erfahrungen eine positive Korrelation erwartet wird.

1.8.1.5. Hypothesen im Zusammenhang mit der Spielstärke

Abschließend wird durch ein Regressionsmodell geprüft, inwiefern verschiedene Prädiktoren einen Beitrag zur Vorhersage der Ligenzugehörigkeit leisten. Dafür wird eine binäre logistische Regression gerechnet, da durch diese Berechnung die komplette Stichprobe ($N = 198$) verwendet werden kann. Logistische Regressionsmodelle überprüfen die Abhängigkeit dichotomer abhängiger Variablen, in dieser Studie die Zuordnung der Leistungsklasse, von anderen unabhängigen Variablen mit beliebigen Messniveau.

Die gewählte Methode ist die vorwärts schrittweise Methode nach Wald, bei der physiologische, psychologische und genetische Prädiktoren zur Modellprüfung aufgenommen wurden. Diese sind Alter, Größe, Gewicht, Body-Mass-Index, Jahre an ausgeübtem Volleyballsport, Jahre an Meisterschaftserfahrung, Trainingsintensität, HGS beider Hände, Sprungkraft, Sprunghöhe, 2D:4D beider Hände, MTQ48 mit seinen einzelnen Subskalen, SMTQ mit seinen einzelnen Subskalen, TROSCI, Teamzugehörigkeit, Aspekte der Lateralität des Coren Lateral Preference Inventory und die Schlaghand.

Methoden

2.1. Studiendesign

Bei dieser Studie handelt es sich um eine Querschnittstudie bei der insgesamt 198 VolleyballspielerInnen aus 22 Vereinen der Wiener, Niederösterreichischen und Steirischen Landesliga und zweiten Bundesliga eingeschlossen wurden.

2.2. Durchführung der Studie

Die StudienteilnehmerInnen wurden gewonnen, indem mehrere Mannschaften, beziehungsweise deren Trainer, per E-Mail oder telefonisch gefragt wurden, ob sie an der Studie teilnehmen wollen. Dabei wurden insgesamt 30 Mannschaften kontaktiert, die entweder aus der näheren Umgebung stammten oder zu denen persönliche Kontakte vorhanden waren. Davon willigten 21 zur Testung ein, wobei vier Mannschaften aus der Niederösterreichischen Landesliga mit insgesamt 37 SpielerInnen, drei aus der NÖ-Bundesliga mit 26 SpielerInnen, sieben aus der Wiener Landesliga mit 63 SpielerInnen, drei aus der Wiener Bundesliga mit 27 SpielerInnen und vier aus der Steirischen Bundesliga mit insgesamt 45 SpielerInnen in dieser Studie untersucht wurden. Hierzu ist noch zu erwähnen, dass es in Österreich für Männer und Frauen insgesamt 40 zweite Bundesliga-Mannschaften gibt, wobei hier sechs von insgesamt zwölf Mannschaften aus der östlichen zweiten Bundesliga sowie vier von insgesamt 16 Mannschaften der südlichen zweiten Bundesliga rekrutiert wurden. Bezüglich der Landesligen gibt es in Wien insgesamt elf und in Niederösterreich zwölf Mannschaften, wovon gemeinsam elf getestet wurden.

Die Messungen wurden nach Vereinbarung entweder während eines Trainings oder nach einem Ligaspiel durchgeführt, wobei innerhalb des Trainings vor der Messung ebenfalls eine Aufwärm- und entsprechende Anstrengungsphase eingehalten wurde, um verfälschende Leistungsunterschiede zu den Messdaten nach einem Ligamatch zu verhindern. Die Daten wurden im Zeitraum von Dezember 2011 bis März 2012 erhoben. Es wurden Gruppentestungen mit den jeweiligen Mannschaften organisiert, in denen der Fragebogen vorgegeben, die Hände eingescannt und die Sprunghöhe und die Handgriffstärke gemessen wurden. Die teilnehmenden

VolleyballerInnen erhielten vor Beginn der Untersuchung Informationen über den Ablauf der Testung und widmeten sich anschließend freiwillig dem etwa 25 Minuten in Anspruch nehmenden Fragebogen. Im Anschluss absolvierten sie die etwa 15-minütige Testung. Durch Optimierung des Testablaufs und parallelem Erheben der Handscans, der Handkraft oder der Sprungkraft, konnten Mannschaften mit etwa zehn Spielern innerhalb von 75 Minuten getestet werden.

Die ProbandInnen erhielten einen demographischen Fragebogen, bei dem Geschlecht, Alter, Körpergröße, Gewicht, Nationalität, Teamzugehörigkeit, Spielposition und Schlaghand erfragt wurden. Des Weiteren wurde die Liga (Bundesliga vs. Landesliga), der Zeitpunkt des Beginns mit dem Volleyballsport, die erste Teilnahme an Meisterschaftsspielen und die Trainingsintensität (wie häufig und wie viele Stunden pro Woche) ermittelt. Nach dem demographischen Fragebogen wurde den Teilnehmern in dieser Reihenfolge der Sport Performance Questionnaire (zehnstufige Sportaktivitätsskala), der Mental Toughness Questionnaire (Clough et al., 2002), der Sports Mental Toughness Questionnaire (Sheard et al., 2009), das Trait Robustness of Self-Confidence Inventory (Beattie et al., 2011) und das Coren Lateral Preference Inventory (Coren, 1993) vorgegeben, wobei die Testleiterin bei Unklarheiten stets zur Verfügung stand. Zur Berechnung der Spielstärke bekamen die Spieler anschließend einen Beurteilungsbogen zum Ausfüllen, bei dem sie die allgemeine Spielstärke und die körperliche Fitness ihrer Mitspieler einschätzen mussten. Diesen Fragebogen musste auch der Trainer des Teams ausfüllen, um eine weitere objektive Einschätzung der Spielstärke zu erhalten. Die Fragebögen wurden entweder zu Beginn oder am Ende der Testung von allen Spielern ausgefüllt. Die weiteren Testungen wurden, um Zeit zu sparen, durch die Testleiterin selbst und einen eingeschulten Assistenten parallel erhoben. Dadurch konnten immer zwei Spieler herausgenommen und gleichzeitig getestet werden und der Trainingsablauf konnte trotzdem normal durchgeführt werden. Die Handscans wurden mit einem Flachbettscanner (Hewlett Packard Photosmart B110) erhoben und die Handgriffstärke jedes Spielers mit einem Handgrip Dynamometer (Bremshy EH101) gemessen. Die Sprungkraftmessung benötigte etwas mehr Zeit pro Spieler und wurde mit dem Jump-and-Reach-Test ermittelt. Auf die einzelnen Testmethoden wird

folgend im Kapitel Methodik noch weiter eingegangen. Abschließend wurde der Testperson für ihre Teilnahme gedankt und sie wurde mit einem Merci verabschiedet.

2.3. Beschreibung der Stichprobe

2.3.1. Demographische Variablen: Geschlecht, Alter, Nationalität, Spielerposition

Die Stichprobe besteht aus insgesamt 198 VolleyballspielerInnen, wovon 99 männlich (50%) und 99 weiblich (50%) sind. Bezüglich der Ligenzugehörigkeit waren auch hier beide Gruppen gleich stark repräsentiert (99 BundesligaspielerInnen aus zehn Vereinen und 99 LandesligaspielerInnen aus elf Vereinen). Das Alter der StudienteilnehmerInnen liegt zwischen 15 und 55 Jahren ($M = 23.7$, $SD = 6.56$). Die Spieler kommen aus Teams der Bundesländer Niederösterreich, Wien und der Steiermark. Neben der größtenteils österreichischen Stichprobe ($N = 184$) gibt es 14 StudienteilnehmerInnen mit Migrationshintergrund. Es stammen drei aus Serbien, sechs aus Deutschland, einer aus Italien, einer aus Bosnien und Herzegowina und bei drei Probanden stammt ein Elternteil jeweils von den Philippinen, aus den USA oder aus Frankreich. Hinsichtlich der Position gibt es in der Stichprobe 60 AußenangreiferInnen (30.3%), 28 DiagonalspielerInnen (14.1%), 48 MittelblockerInnen (24.2%), 38 AufspielerInnen (19.2%), 16 Libero/ as (8.1%) und acht UniversalspielerInnen (4%).

Die Stichprobe setzt sich aus 182 Rechtshänder und 16 Linkshänder, dies entspricht 8.08%, zusammen. Auf den Volleyballsport bezogen, bevorzugen 184 (92.9%) Spieler mit der rechten Hand anzugreifen, 13 (6.6%) benutzen die linke Hand als Schlaghand und eine Person (0.5%), greift sowohl mit der rechten, als auch mit der linken Hand an.

2.4. Erhebungsinstrumente

2.4.1. Mental Toughness

Die Messung der MT ist derzeit durch mehrere Verfahren möglich, wobei der MTQ48 und der SMTQ in vielen Studien zur standardisierten Erhebung verwendet werden und deshalb auch in dieser Arbeit gemeinsam mit dem TROSCI Anwendung finden und einander gegenübergestellt werden.

2.4.1.1. Mental Toughness Questionnaire

Der Mental Toughness Questionnaire (MTQ48, Clough et al., 2002) besteht aus 48 Items, die vier Dimensionen zugeordnet werden, nämlich Herausforderung (challenge), Kommitment (commitment), Kontrolle (control) und Vertrauen (confidence). Die Items sollen auf einer fünfstufigen Likert-Skala von „stimme überhaupt nicht zu“ bis „stimme vollkommen zu“ beurteilt werden. Sie werden jeweils mit 1, 2, 3, 4 und 5 kodiert, wobei hohe Werte für eine hohe Zustimmung und niedrige Werte für eine niedrige Zustimmung stehen. Es wird ein Gesamtindex der Mental Toughness berechnet, wobei sechs Subskalen erhoben werden. Zu den vier oben genannten kommen noch die Kontrolle-Emotionen (emotional control) und Kontrolle-Leben (life control) hinzu, die die Untergruppen der Subskala Kontrolle sind. Weiters wird die Subskala Vertrauen in Vertrauensfertigkeiten (confidence in abilities) und Vertrauen-interpersonale Beziehungen (interpersonal confidence) unterteilt. Die Entwicklungsgrundlage des MTQ48 waren Interviews mit Athleten, Trainern und Sportpsychologen. Er basiert auf der Hardiness-Theorie von Kobasa, Maddi und Kahn (1982) und wird im Allgemeinen zur psychologischen Diagnostik in verschiedenen Sportarten eingesetzt (Gerber, 2011).

Der MTQ48 weist für den Gesamtindex hohe Reliabilitätskoeffizienten mit Cronbach α -Werten von .87-.90 auf (Clough et al., 2002; Nicholls, Polman, Levy & Backhouse, 2009). Die α -Koeffizienten der Subdimensionen befinden sich jedoch auf einem niedrigeren Niveau ($\alpha = .58-.71$; Nicholls et al., 2009), wobei die emotionale Kontrolldimension eine unzufriedenstellende interne

Konsistenz haben dürfte (Kaiseler et al., 2009). Der Fragebogen zeichnet sich durch konvergente Validität aus, die durch signifikante Korrelationen mit anderen psychologischen Variablen, wie Optimismus, Selbstbild, Lebenszufriedenheit und Selbstwirksamkeit belegt wurden. Fraglich ist noch die diskriminante Validität und auch die faktorielle Validität ist konfirmatorisch noch nicht ausgiebig überprüft (Gerber, 2011).

2.4.1.2. Sports Mental Toughness Questionnaire

Der Sports Mental Toughness Questionnaire (SMTQ, Sheard et al., 2009) besteht aus 14 Items, die von den ProbandInnen auf einer vierstufigen Likert-Skala von „trifft zu“ bis „trifft überhaupt nicht zu“ zu beurteilen sind. Die Items werden jeweils mit 1, 2, 3 oder 4 kodiert, wobei 4 für eine hohe Zustimmung steht. Die Items werden in einem Dreifaktorenmodell und einem Faktor höherer Ordnung abgebildet. Die drei Subskalen, die erhoben werden, sind: Selbstvertrauen (confidence), Konstanz (constancy) und Kontrolle (control). Diese Skalen ähneln denen des MTQ48, weshalb auch viele inhaltliche Ähnlichkeiten zwischen den beiden Fragebögen bestehen.

Der SMTQ weist zufriedenstellende psychometrische Eigenschaften auf. Die interne Konsistenz der drei Subskalen ist mit über .70 für alle α -Koeffizienten ausreichend bestätigt. Die Cronbach α -Werte dieser Subskalen werden für Confidence mit .80, für Constancy mit .74 und für Control mit .71 angegeben (Sheard et al., 2009, S. 188). Der Fragebogen zeichnet sich ebenso durch adäquate Reliabilität und diskriminante Aussagekraft aus. Die divergente Validität wurde überprüft indem der SMTQ mit dem Personality Views Survey (PVS III-R, Maddi & Khoshaba, 2003), dem Revised Life Orientation Test (LOT-R, Scheier, Carver & Bridges, 1994) und dem Positive Affect and Negative Affect Schedule (PANAS, Watson, Clark & Tellegen, 1988) verglichen wurde, wobei diese anhand der schwachen bis moderaten Korrelationen bestätigt wurde (Sheard et al., 2009, S. 190-191).

2.4.1.3. MTQ48 und SMTQ

Der MTQ48 und der SMTQ wurden miteinander verglichen und es stellte sich grundsätzlich eine signifikant positive Korrelation heraus ($r = .75$; Crust & Swann, 2010). Allerdings konnten 44% der Varianz zwischen den beiden Fragebögen nicht erklärt werden. Dadurch ergab sich die Frage, ob diese vielleicht unterschiedliche Komponenten der MT erheben. Die Korrelationen der einzelnen Subskalen fielen moderat bis hoch aus (Crust & Swann, 2010, S. 10), wobei Subskalen, die dieselbe Dimension messen, die gleiche Korrelation hatten wie Subskalen, die unterschiedliche Dimensionen erheben.

2.4.2. Trait Robustness of Self-Confidence Inventory (TROSCI)

Das Trait Robustness of Self-Confidence Inventory (TROSCI, Beattie et al., 2011) basiert auf Banduras Konzept der Widerstandsfähigkeit und qualitativen Untersuchungen (vgl. Bull et al., 2005; Jones et al., 2002). Aus den Ergebnissen der durchgeführten Studien konnten sich die Autoren auf zwölf Items einigen. Diese bestehen aus zwölf Aussagen, die auf einer neun stufigen Likert-Skala („stimme überhaupt nicht zu“ – „weder noch“ – „stimme vollkommen zu“) beurteilt werden. Die Items werden jeweils mit 1 bis 9 kodiert, wobei 9 der höchsten Zustimmung entspricht. Die Aussagen beschreiben, wie selbstbewusst man sich im Allgemeinen fühlt und welchen Einfluss die persönliche Leistung auf das Selbstbewusstsein hat. Aus den Items des TROSCI wird ein Gesamtscore errechnet, mit dem auch die weitere statistische Auswertung durchgeführt wird.

2.4.3. 2D:4D-Verhältnis

Die Messung des Fingerlängenverhältnisses des 2. und 4. Fingers kann entweder direkt (vgl. Manning, 2002a) oder indirekt mittels Scans, Kopien oder Ähnlichem erfolgen. Die Fingerlänge wird jeweils von der Mitte der Fingerkuppe, wobei hier gegebenenfalls längere Fingernägel nicht mit einberechnet werden, bis zur Mitte der Hautquerfalte, welche dem Handteller am nächsten gelegen ist, gemessen. Das 2D:4D-Verhältnis ergibt sich dann durch den Quotienten der Länge des Zeigefingers und der Länge des Ringfingers.

Das Fingerlängenverhältnis des 2. und 4. Fingers wurde in dieser Studie mittels Handskans ermittelt, die mit einem Flachbettscanner (HP, Modell: HP Photosmart B110 series) von der Testleiterin selbst oder einem eingeschulten Assistenten durchgeführt wurden. Die Teilnehmer sollten den Daumen abspreizen, die übrigen vier Finger geschlossen halten und mit mäßigem Druck die Hände auf die Scanfläche legen. Um ein Abknicken des Handgelenks zu verhindern, wurde der Scanner auf eine erhöhte Unterlage (Kasten, Langbänke) gestellt, wodurch ein gerades Einlegen der Hand gesichert wurde. Eine geknitterte Alufolie wurde auf den Handrücken gelegt und sorgte für die nötige Abschirmung des Lichteinfalls, um die Bildqualität zu erhöhen. Anschließend wurde im Graustufenmodus zuerst die rechte, dann die linke Hand der Testpersonen eingescannt, wobei jegliches störende Material wie Uhren, Tape oder Ringe abgelegt werden musste. Nach der Beendigung dieses Vorgangs wurde jedes Scanfile auf seine Qualität (komplette Handfläche gescannt, kein zu starker Druck, keine „Hohlhand“ vorhanden, richtige Fingerstellung, Druckvorgang zu früh beendet usw.) geprüft und bei Bedarf noch einmal wiederholt. Anschließend wurde das Scanfile unter der Nummer des jeweilig ausgefüllten Fragebogens abgespeichert.

Die Messergebnisse wurden weiters dem Computerprogramm AutoMetric Version 2.2 (DeBruine, 2004) übergeben, woraufhin dieses die Berechnung des 2D:4D selbständig übernahm.

2.4.4. Handgriffstärke

Die Handgriffstärke wurde mit einem standardisierten digitalen Handgriffstärke-Dynamometer (handgrip dynamometer Bremshey EH101) gemessen. Die teilnehmenden Volleyballer wurden gebeten, sich aufrecht hinzustellen und bei entspannter Schulter die Arme seitlich neben dem Körper mit gestrecktem Ellbogen anzulegen. Anschließend sollten sie mit jeder Hand abwechselnd zwei Mal so fest wie möglich das Gerät drücken, ohne dabei die Arme abzuwinkeln oder sie an den Oberschenkeln anzulegen. Nach jedem Durchgang wurde die Handgriffstärke in Kilogramm notiert. Dadurch resultierten vier Werte für jede Person.

2.4.5. Lateralität

Zur Messung der Lateralität können einerseits Verfahren, die auf Selbstberichten beruhen, verwendet werden, wie das Coren Lateral Preference Inventory (CLPI; Coren, 1993b), auf welches auch in dieser Studie zurückgegriffen wurde. Andererseits kann die Erfassung der Lateralität auf Beobachtungen (Bryden, Pryde & Roy, 2000) beruhen oder nur die Schreibhand identifiziert werden (Gabbard, 1998; Reiss, 1997; Warren & McKinlay, 1993). Coren und Porac (1978) geben ausreichende Validität und Zuverlässigkeit selbstberichteter Ergebnisse an. Die Einschätzung der Präferenzen (Coren et al., 1978, zit. nach Mazur & Booth, 1998, S. 370) stimmt zu 96% mit der tatsächlich aktiven Durchführung der Handlungen überein.

Mit Hilfe des Coren Lateral Preference Inventory (Coren, 1993) können mehrere Aspekte der Lateralität erfasst werden. Es besteht aus zwölf Fragen zur Händigkeit und jeweils vier Fragen zu Füßigkeit, Äugigkeit und Ohrigkeit. Die Items müssen mit links (-1), beide (0) oder rechts (+1) beantwortet werden und so können sich Werte von -12 bis +12 bzw. von -4 bis +4 ergeben, aus denen die jeweilige Richtung und Stärke der Seitigkeitspräferenz resultiert.

2.4.6. Sprungkraft

Um die Sprungkraft zu ermitteln wurde der Jump-and-Reach-Test eingesetzt. Dafür wurde eine mobile Messlatte angefertigt und bei jeder Testung verwendet, um eine Standardisierung zu gewährleisten.

In der Literatur gibt es verschiedene Methoden der Sprungkraftmessung, wobei zwei Methoden die häufigste Anwendung finden. Hierbei handelt es sich einerseits um das Prinzip des Jump-and-Reach-Test (Brack, 1983) und andererseits um den Standardsprungkrafttest (SSKT), bei dem unter Verwendung von Kontaktmatten oder einer Kraftmessplatte, die Sprungkraft sehr genau erhoben werden kann (Schmidtbleicher, 1985). In dieser Studie wurde auf den Jump-and-Reach Test

zurückgegriffen, da dieser bei der hohen Zahl an Studienteilnehmern sowohl praktikabler als auch deutlich leichter zugänglich war.

Die Durchführung der Sprungkraftmessung begann mit einer kurzen allgemeinen Instruktion über den folgenden Ablauf. Zu Beginn wurde die Reichhöhe ermittelt, indem sich die Testperson mit beiden Füßen zur Wand stellte und ihre Schlaghand soweit wie möglich ausstreckte, wobei die Zehenspitzen die Wand berühren und die Füße flach am Boden bleiben mussten. Danach wurden die Athleten dahingehend instruiert, dass sie parallel zur Wand einen normalen Anlaufschritt durchführen sollten, der wie ein Angriffsschlag im Spiel abzulaufen hatte und ohne Berührung oder Abstützen an der Wand erfolgen musste. Um die Sprunghöhe ablesen zu können, wurde die Sprungmesslatte mit einem weißen Papierstreifen bezogen und der Mittelfinger der Testperson zu Beginn der Messung mit Wasserfarbe eingefärbt. Spieler, die mit der rechten Hand angreifen, führten den Anlaufschritt von der rechten Seite aus, Spieler mit einer linken Schlaghand von links. Die Studienteilnehmer führten von der jeweiligen Seite einen Anlaufschritt durch und berührten bei maximaler Sprungleistung und mit dem höchsten Punkt des Körpers beim Angriffsschlag, dem Mittelfinger, das Papier an der Messlatte, wodurch eine farbige Markierung hinterlassen wurde. Jede Testperson hatte zwei Übungsversuche und anschließend drei Testdurchgänge, wobei die maximal erreichte Sprunghöhe in Zentimetern gewertet wurde. Es wurden alle drei Sprungversuche dokumentiert. Ein Sprung wurde als ungültig befunden, falls nach dem Sprung kein Farbpunkt auf dem Papier zu sehen war. So ergaben sich bei jeder Testperson insgesamt drei Sprunghöhen. Anschließend wurde die aus der Messung resultierende maximale Sprunghöhe zur Berechnung der Sprungkraft verwendet, indem die Differenz zur Reichhöhe gebildet wurde.

2.4.7. Berechnung der Spielstärke

Um eine objektive Einschätzung der Spielstärke der einzelnen Volleyballspieler zu ermitteln, wurden diese gebeten, die allgemeine Spielstärke und die körperliche Fitness ihrer Mitspieler der eigenen Mannschaft zu bewerten. Dafür wurde ein Beurteilungsbogen erstellt, bei dem in der linken

Spalte die Dressnummer des zu bewertenden Spielers und rechts die Spielstärke und Fitness auf einer zehnstufigen Skala (10 = außerordentlich starker Spieler, 5 = durchschnittlicher Spieler) eingetragen werden sollte. Die Bewertung der Spielstärke sollte sich an der eigenen Performance des Spielers auf der jeweiligen Position im Vergleich mit den anderen Athleten derselben Position innerhalb der Liga orientieren.

Mit Hilfe dieses sogenannten Round-Robin-Designs konnte aus den Ratings der anderen Spieler ein Mittelwert für die allgemeine Spielstärke und für die körperliche Fitness jedes einzelnen Spielers errechnet werden. Ferner wurden die Spielstärke und die Fitness jedes Spielers ebenfalls durch den Trainer des Teams eingeschätzt. Diese vier Werte wurden als einzelne Items betrachtet und zu einem Spielstärke-Wert zusammengefasst.

2.5. Teststärkenanalyse

In der Planungsphase dieser Diplomarbeit wurden a priori Teststärkeanalysen (Cohen, 1988) durchgeführt, um den optimalen Stichprobenumfang zu berechnen. Dafür wurde das Programm G*Power, Version 3.1 (Erdfelder, Faul & Buchner, 1996) verwendet.

Für den *t*-Test wurde bei einem Signifikanzniveau von 5% und einer Teststärke von 80% für eine kleine Effektstärke ($d = 0.20$) eine Gesamtstichprobe von 788 Personen, bei einer mittleren Effektstärke ($d = 0.50$) eine Gesamtstichprobe von 128 und bei einer großen Effektstärke ($d = 0.80$) eine Gesamtstichprobe von 52 berechnet. Aufgrund der Erwartung größerer Effekte, wurde eine mittlere Effektstärke gewählt und jeder der zwei Gruppen somit 64 Personen zugeordnet. Für die einfaktorielle ANOVA wurde a priori für eine Effektstärke von $f = .25$ ein Gesamtstichprobenumfang von 128 und für die Mixed ANOVA ein Gesamtstichprobenumfang von 36 berechnet. Bei der logistischen Regression ergab sich a priori eine Gesamtstichprobe von 208.

2.6. Auswertung

Alle Berechnungen zur Datenauswertung dieser Studie wurden mittels des Statistikprogramms SPSS 20.0 für Windows durchgeführt. Anfangs wurden die demographischen Daten bezüglich der Mittelwerte, der Standardabweichung, der Spannweite und der Verteilung ausgewertet. Die interne Konsistenz der Fragebögen (MTQ48, SMTQ und TROSCI), der Skala Hand des CLPI und der Bewertung der Spielstärke wurde mittels Cronbach's Alpha berechnet. Zur Überprüfung der Übereinstimmung der Messungen des 2D:4D-Verhältnisses und der Handgriffstärke wurden Intraklassenkorrelationen durchgeführt.

Um die Struktur der MT-Fragebögen näher zu untersuchen wurde in dieser Untersuchung eine explorative und konfirmatorische Faktorenanalyse durchgeführt. Weiters wurden Unterschiede zwischen den Geschlechtern beziehungsweise den Ligen mit Hilfe von *t*-Tests für unabhängige Stichproben auf Signifikanz geprüft. Um Unterschiede in den einzelnen Variablen zu entdecken, wurden einfaktorielle Varianzanalysen und auch eine Mixed ANOVA berechnet. Abschließend wurde noch eine logistische Regression durchgeführt.

Vor der Berechnung der jeweiligen Analysen wurden die notwendigen Voraussetzungen geprüft. Darunter fielen die Prüfung der Normalverteilung der abhängigen Variablen mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Test, die Prüfung der Homogenität der Varianzen mittels Levene's Test, die Prüfung auf Homoskedastizität durch die Betrachtung der Residuen und die Prüfung auf keine Multikollinearität durch die Berechnung des Varianzinflationsfaktors, der Toleranz und der Korrelationen.

Weiters wurden die Effektgrößen nach Cohen (1988) angegeben, die eine bessere Einschätzung der praktischen Bedeutsamkeit eines ermittelten Effekts gestatten. Für die Berechnungen wurde das Programm G*Power, Version 3.1 (Erdfelder, Faul & Buchner, 1996) verwendet.

Das Signifikanzniveau wurde mit $p < .05$ (2-seitig) festgelegt und angegeben. Abweichende Signifikanzniveaus wurden in den Tabellen sichtbar markiert.

Ergebnisse

3.1. Körperliche Variablen: Gewicht, Größe, Body-Mass-Index, Sprunghöhe, Sprungkraft, Handgriffstärke, Fingerlängenverhältnis und Lateralität

Da in dieser Arbeit viele Konstrukte mit Testosteron, einem Hormon mit geschlechtsspezifischen Ausprägungen, in Zusammenhang gebracht werden, ist es wichtig, einige Ergebnisse hinsichtlich des Geschlechts der Spieler getrennt zu betrachten und diese bei der weiteren Auswertung zu beachten. Das durchschnittliche Körpergewicht der männlichen Volleyballspieler beträgt 78.93 kg ($SD = 9.38$) und die durchschnittliche Körpergröße 1.85 m ($SD = 0.07$). Damit erreichen sie einen durchschnittlichen BMI von 23.03 ($SD = 2.25$). Die absolute Sprunghöhe beträgt im Durchschnitt 308.1 cm ($SD = 13.05$) und die Sprungkraft 66.65 cm ($SD = 8.42$). Die Volleyballspieler weisen eine durchschnittliche Handgriffstärke von 48.96 kg ($SD = 8.29$) für die linke und 51.22 kg ($SD = 7.53$) für die rechte Hand auf. Im Durchschnitt erreichen sie ein Fingerlängenverhältnis von 0.951 ($SD = 0.04$) der linken und 0.959 ($SD = 0.03$) der rechten Hand auf.

Die Volleyballspielerinnen weisen im Durchschnitt ein Körpergewicht von 64.59 kg ($SD = 7.31$) und eine Durchschnittsgröße von 1.72 m ($SD = 0.06$) auf und hatten somit einen durchschnittlichen BMI von 21.80 ($SD = 2.12$). Sie erreichen eine absolute Sprunghöhe von 270.09 cm ($SD = 10.67$) und eine Sprungkraft von 47.01 cm ($SD = 7.54$). Die Handgriffstärke der weiblichen Volleyballspieler beträgt durchschnittlich 31.43 kg ($SD = 3.92$) für die linke und 32.29 kg ($SD = 4.18$) für die rechte Hand. Sie weisen im Durchschnitt ein Fingerlängenverhältnis von 0.962 ($SD = 0.03$) der linken und 0.966 ($SD = 0.03$) der rechten Hand auf.

Die Zweistichproben- t -Tests prüfen die Unterschiede der Mittelwerte beider Gruppen auf Signifikanz ($p < .05$). Männliche und weibliche Teilnehmer an dieser Studie unterscheiden sich hinsichtlich der HGS sowohl der rechten Hand ($T(196) = 21.86, p < .05, d = 3.12$) als auch der linken Hand ($T(196) = 19.03, p < .05, d = 2.72$), wobei Männer eine höhere HGS aufweisen. Sie zeigen zudem auch einen höheren BMI ($T(195) = 3.93, p < .05, d = .57$). Da der t -Test die Normalverteilung

in der Stichprobe annimmt, wurde der *U*-Test für nicht-normalverteilte Ausprägungen einiger Variablen eingesetzt. Dieser zeigt keine anderen signifikanten Ergebnisse.

Des Weiteren sind die männlichen Volleyballspieler signifikant größer als die Volleyballspielerinnen ($T(196) = 13.94, p < .05, d = 2$), verfügen über eine signifikant höhere Sprungkraft ($T(196) = 17.33, p < .05, d = 2.48$) und somit über eine signifikant größere absolute Sprunghöhe ($T(196) = 22.61, p < .05, d = 3.23$).

In der Bundesliga beträgt das durchschnittliche Körpergewicht 73.08 kg ($SD = 10.56$), die durchschnittliche Körpergröße 1.80 m ($SD = 0.09$) und der BMI 22.48 ($SD = 0.01$). Sie erreichen im Durchschnitt eine absolute Sprunghöhe von 293.55 cm ($SD = 22.52$) und eine Sprungkraft von 59.47 cm ($SD = 2.91$). Die Handgriffstärke der BundesligaspielerInnen beträgt durchschnittlich 41.11 kg ($SD = 11.15$) für die linke und 42.44 kg ($SD = 11.16$) für die rechte Hand. Sie weisen im Durchschnitt ein Fingerlängenverhältnis von 0.955 ($SD = 0.03$) der linken und 0.959 ($SD = 0.03$) der rechten Hand auf.

In der Landesliga liegt das Körpergewicht im Durchschnitt bei 70.50 kg ($SD = 11.43$), die Körpergröße bei 1.77 m ($SD = 0.09$) und der BMI bei 22.36 ($SD = 2.50$). LandesligaspielerInnen erreichen eine absolute Sprunghöhe von 284.64 cm ($SD = 21.6$) und eine Sprungkraft von 54.19 cm ($SD = 11.91$). Die Handgriffstärke der LandesligaspielerInnen beträgt durchschnittlich 39.29 kg ($SD = 10.65$) für die linke und 41.07 kg ($SD = 11.38$) für die rechte Hand. Sie weisen im Durchschnitt ein Fingerlängenverhältnis von 0.958 ($SD = 0.04$) der linken und 0.966 ($SD = 0.03$) der rechten Hand auf.

Weiterhin bietet es sich auch an, anhand der Ligen Vergleiche anzustellen. Die Spielerinnen aus der Bundesliga zeigen im Vergleich zu den Spielerinnen der Landesliga signifikant höhere Handgriffstärken (re: $T(97) = 2.25, p < .05, d = 0.46$; li: $T(97) = 2.04, p < .05, d = 0.21$). Signifikante Ergebnisse zugunsten der BundesligaspielerInnen zeigen sich auch bei der Körpergröße

($T(196) = 2.08, p < .05, d = 0.34$), der Sprungkraft ($T(196) = 2.88, p < .05, d = 0.41$) und der absoluten Sprunghöhe ($T(196) = 2.68, p < .05, d = 0.38$).

In der Gruppe der LandesligaspielerInnen zeigen sich keine signifikanten Korrelationen zwischen der Spielstärke und der Handgriffstärke. Bei den BundesligaspielerInnen hingegen zeigen sich sowohl für die rechte als auch für die linke Hand signifikante Korrelationen mit der Spielstärke (li: $r = .37, p < .01$; re: $r = .38, p < .01$). Bei den Bundesligaspielern zeigen sich keine signifikanten Ergebnisse (li: $r = .27, p = .06$; re: $r = .28, p = .05$).

3.2. Sportbezogene Variablen: Trainingszeit, Volleyballerfahrung und Grad der sportlichen Aktivität

Im demographischen Teil des Fragebogens wurde unter anderem die Trainingszeit, die Erfahrung im Volleyballsport und der Grad der sportlichen Aktivität mit erhoben. Die wöchentliche Trainingszeit beträgt im Durchschnitt 4.56 Stunden ($SD = 1.82$), wobei die Männer durchschnittlich 4.77 Stunden ($SD = 1.58$) pro Woche trainieren und die Frauen 4.41 Stunden ($SD = 2.02$). Die BundesligaspielerInnen trainieren mit einem Durchschnitt von 5.16 Stunden ($SD = 1.32$) pro Woche mehr als die LandesligaspielerInnen ($M = 3.95, SD = 2.05$). Die VolleyballspielerInnen zeigen Erfahrung zwischen zwei und 45 Jahren, wobei die männlichen Spieler im Durchschnitt seit 9.81 ($SD = 6.42$) und die weiblichen Spieler seit 12.08 Jahren ($SD = 5.84$) Volleyball spielen. Beide Geschlechter nehmen durchschnittlich seit 8.89 Jahren (Männer: $M = 8.15, SD = 6.07$; Frauen: $M = 9.63, SD = 5.51$) an Meisterschaftsspielen teil. Die BundesligaspielerInnen üben im Durchschnitt seit 10.86 Jahren ($SD = 5.95$) den Volleyballsport aus und nehmen seit durchschnittlich 9.58 Jahren ($SD = 5.28$) an Meisterschaftsspielen teil. Die LandesligaspielerInnen trainieren hingegen seit durchschnittlich 11.03 Jahren ($SD = 6.52$) und nehmen im Durchschnitt seit 8.19 Jahren ($SD = 6.29$) an Meisterschaften teil.

Der Grad der sportlichen Aktivität wurde mit einer 10-stufigen Leistungsskala (1 = „Ich betreibe keinen Sport“, 10 = „Ich habe mein Land vertreten“) gemessen. Am öftesten wurden die

Werte 6 („Ich habe in meinem Bundesland mitkonkurriert“, 24.7%), 8 („Ich habe auf nationaler Ebene mitkonkurriert“, 27.8%), und 10 („Ich habe mein Land vertreten“) angekreuzt. In der Stichprobe befinden sich 29 SpielerInnen (14.6%), die schon einmal ihr Land vertreten haben.

3.3. Reliabilitätsprüfung

Die Reliabilitäten wurden für den MTQ48, den SMTQ mit den dazugehörigen Subskalen und den TROSCI berechnet, die zur Messung der MT herangezogen wurden. In Tabelle 1 sind sowohl die Reliabilitäten als auch die niedrigste und die höchste Itemtrennschärfe der jeweiligen Skala dargestellt. Die Gesamtskala des MTQ48 erreicht einen guten Wert von .84. Die Reliabilitäten der Subskalen des MTQ48 liegen im Bereich von .56 bis .73. Hier erreicht die Subskala Control den niedrigsten Wert. Innerhalb dieser Skala wird zwischen control-emotional und control-life unterschieden, diese Subskalen erreichen niedrigere Reliabilitäten von .45, mit fraglicher Trennschärfe des Items 34. Für die Subskala confidence liegen die Werte bei .68, wobei diese auch wieder in confidence-interpersonal ($\alpha = .68$) und confidence-abilities ($\alpha = .63$) aufgeteilt wird.

Für den SMTQ ergeben sich ähnliche α -Koeffizienten, wie bei dem MTQ48. Die Reliabilität der Gesamtskala des SMTQ erreicht einen akzeptablen Wert von .75. Die Reliabilitäten der Subskalen liegen dabei zwischen .51 und .69.

Der TROSCI erreicht den höchsten Cronbach α -Wert der MT-Tests mit .89.

Da bei diesen Fragebögen die Eliminierung der trennschwachen Items keine deutliche Steigerung der Reliabilität bewirkte, wurden keine Items von der Auswertung ausgeschlossen.

Tabelle 1 Cronbach α und Itemtrennschärfe

Verfahren	Cronbach α	Niedrigste Itemtrennschärfe	Höchste Itemtrennschärfe
MTQ48-gesamt	.84	-.20 (34)	.50 (39)
MTQ48-control	.56	-.08 (34)	.36 (27)
MTQ48-control-life	.45	.17 (15)	.29 (41)
MTQ48-control-emotion	.45	-.01 (34)	.34 (26)
MTQ48-confidence	.68	.08 (24)	.41 (28)
MTQ48-confidence-abilities	.63	.20 (32)	.43 (16)
MTQ48-confidence-interpersonal	.68	.25 (28)	.52 (43)
MTQ48-commitment	.73	.22 (19)	.53 (39)
MTQ48-challenge	.58	.13 (14)	.49 (48)
SMTQ-gesamt	.75	.13 (3)	.51 (14)
SMTQ-control	.58	.30 (9)	.47 (4)
SMTQ-confidence	.69	.32 (1)	.56 (6)
SMTQ-constancy	.51	.28 (3)	.33 (8)
TROSCI	.89	.48 (11)	.76 (8)

Die Fingerlängen wurden von Maria Bachl und Sebastian Bachl gemessen. Zur Überprüfung der Übereinstimmung beider Messungen wurden Intraklassenkorrelationen (*ICC*) berechnet. Diese geben Auskunft über die Übereinstimmung beider Beurteiler. Die *ICCs* weisen Werte zwischen .97 und .98 auf und sprechen somit für eine gute Übereinstimmung der Messungen. Die dazugehörigen *F*-Werte sind signifikant ($p < .001$, $df = 198$).

Die Skala Hand des Coren Laterality Preference Inventory besitzt einen sehr guten Cronbach α -Wert von .96.

Bei der Handgriffstärke lassen sich über die Messvorgänge hinweg gute Intraklassenkorrelationen finden. Die *ICC*-Werte liegen bei .97 für die linke und .98 für die rechte Hand.

Die Reliabilitätsanalyse der Sprungkraft ergab einen Cronbach α -Wert von .99. Zum Vergleich gibt es eine Studie von Sattler, Sekulic, Hadzic, Uljevic und Dervisevic (2012), die ebenfalls Jump-and-Reach-Testungen durchgeführt haben, wobei sich Reliabilitäten zwischen .97 und .99 ergaben.

Die absolute Spielstärke ergibt sich aus der Summe der einzelnen vier Werte (Spielstärke und Fitness durch die Mitspieler und den Trainer). Ihre interne Konsistenz beträgt .87 und ist damit gut. Die Cronbach-Werte betragen .81/ .82 für die Einschätzung der Spielstärke/ Fitness durch die MitspielerInnen und .82/ .85 für die Einschätzung der Spielstärke/ Fitness durch den Trainer und können somit zur Berechnung der Spielstärke herangezogen werden.

3.4. Ergebnisse im Zusammenhang mit Mental Toughness

3.4.1. Explorative Faktorenanalyse

Die explorative Faktorenanalyse stellt ein Verfahren zur Dimensionsreduktion dar, wobei Variablen, die hoch miteinander korrelieren, zu einem Faktor zusammengefasst werden.

Beim Eigenwertkriterium oder Kaiser-Kriterium werden nur Faktoren mit einem Eigenwert größer als 1 extrahiert. Die Summe aller quadrierten Faktorladungen eines Faktors über alle Variablen bezeichnet man als Eigenwert. An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass es hierbei zu einer Überschätzung der Anzahl relevanter Faktoren kommt. Zudem wird auch noch der Screeplot, eine grafische Darstellung des Eigenwertverlaufs als weiteres Kriterium verwendet. Hier werden die Eigenwerte der Faktoren grafisch in absteigender Reihenfolge abgebildet. Die Faktoren links vor dem Knick, ab dem sich die Eigenwerte langsam fallend der Abszisse nähern, bestimmen die Anzahl der zu extrahierenden Faktoren.

Beim MTQ48 wurden mit dem Kaiser-Kriterium insgesamt 15 Faktoren, was einer eher uneindeutigen Faktorenstruktur entspricht, und mit dem Screeplot nur vier Faktoren extrahiert. Diese vier Faktoren erklären aber nur 30.36% der Varianz, im Gegensatz zu den 62.91% des Kaiser-Kriteriums (siehe Abb.6). Beim SMTQ werden fünf Faktoren, die 60% der Gesamtvarianz erklären,

vorgeschlagen. Die zwei vom Screeplot vorgeschlagenen Faktoren erklären 35.88% (siehe Abb. 7). Beim TROSCI besitzen zwei Faktoren Eigenwerte größer als 1, die 54.95% der Gesamtvarianz erklären. Demgegenüber steht ein Faktor, der dem Screeplot zu entnehmen ist und 46,5% der Varianz erklärt.

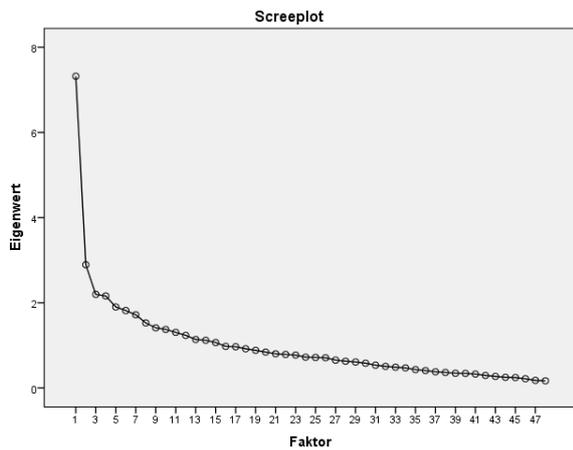


Abb. 6 Screeplot MTQ48

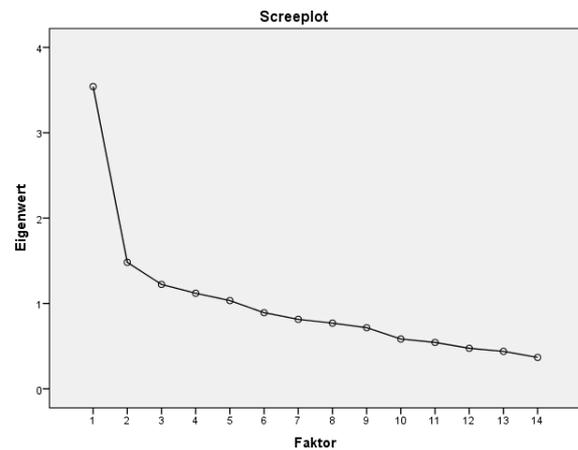


Abb. 7 Screeplot SMTQ

3.4.2. Konfirmatorische Faktorenanalyse

Die konfirmatorische Faktorenanalyse ist ein hypothesenprüfendes Verfahren, da ein bestimmtes Modell und die Abhängigkeit der manifesten Variablen zu den Faktoren schon a priori festgelegt werden. Prinzipiell geht es hier um die Untersuchung eines theoretisch fundierten Modells auf Übereinstimmung mit den empirischen Daten.

Die Berechnungen zur Modellprüfung wurden mit dem SPSS-Zusatzprogramm AMOS 20 durchgeführt. Abbildung 8 zeigt die theoretische Faktorenstruktur des MTQ48, in Abbildung 9 ist die theoretische Faktorenstruktur des SMTQ zu sehen.

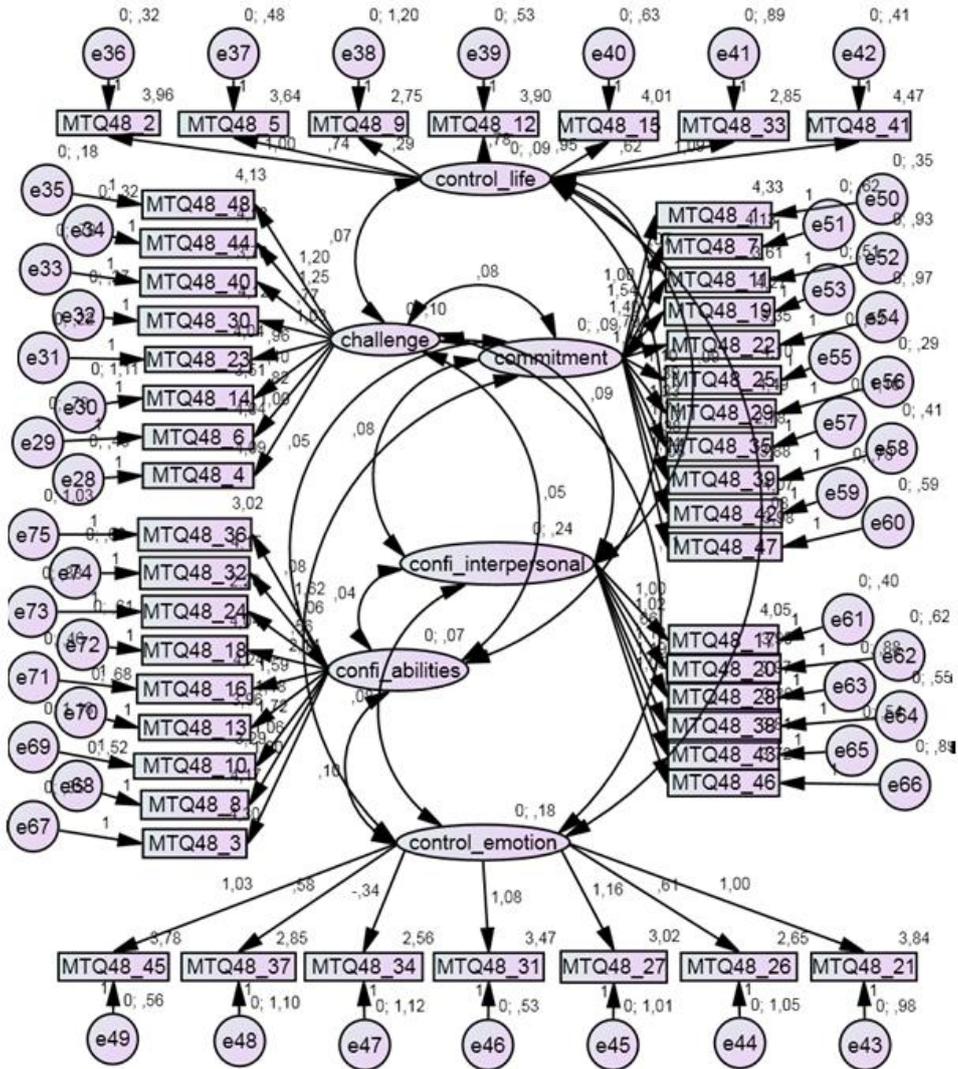


Abb. 8 Theoretische Faktorenstruktur des MTQ48

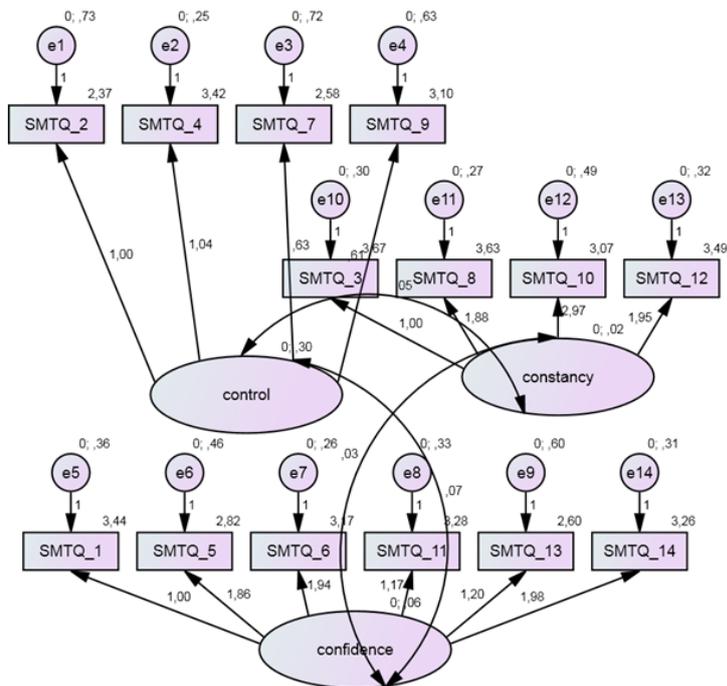


Abb. 9 Theoretische Faktorenstruktur des SMTQ

In Tabelle 2 sind ausgewählte Fit-Maße für die Modellprüfungen des MTQ-48, des SMTQ und des TROSCI abgebildet. Der MTQ48 wurde mit der sechs, vier und ein Faktoren-Lösung analysiert.

Die Fit-Indizes dienen zur Bewertung von Modellen und geben an, wie gut das Modell die beobachteten Daten erklären kann. Der Comparative Fit-Index (CFI) und der Normed Fit-Index (NFI) vergleichen das aufgestellte Modell mit einem Unabhängigkeitsmodell und sollten beide größer als .95 sein. Der Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) gibt die durchschnittliche Abweichung der Daten vom Modell pro Freiheitsgrad an und sollte kleiner als .06 sein (Bühner, 2011). Ein signifikanter χ^2 -Wert ($p < .05$) bedeutet, dass das Modell signifikant von den beobachteten Daten abweicht. Wird er durch die Freiheitsgrade dividiert, sollte er den Wert von 2.00 nicht überschreiten (Moosbrugger & Kelava, 2007).

Bei der Betrachtung der CFI- und NFI-Werte fällt auf, dass sie deutlich unter .95 liegen. Die RMSEA-Werte liegen größtenteils im guten bis akzeptablen Bereich. Beim MTQ48 und SMTQ ist der χ^2 -Test zwar signifikant, die χ^2/df -Werte liegen jedoch zwischen 1.84 und 1.99, was einen guten Fit entspricht. Der χ^2/df -Wert des TROSCI gilt mit 2.55 als akzeptabel.

Beim MTQ-48 stellt sich die 6-Faktoren-Lösung als bestes Modell heraus. Die CFI- und NFI-Werte unterschreiten zwar eindeutig die Grenze des akzeptablen Bereichs, der RMSEA-Wert von .065 und ein χ^2/df -Wert von 1.84 stehen jedoch für einen akzeptablen Modell-Fit.

Tabelle 2 Fit-Maße

Modellprüfung	CFI	NFI	RMSEA	χ^2	p	χ^2/df
MTQ48-6	.55	.37	.065	1959.48	<.001	1.84
MTQ48-4	.49	.33	.070	2098.31	<.001	1.95
MTQ48-1	.47	.32	.071	2142.68	<.001	1.98
SMTQ	.83	.72	.071	146.97	<.001	1.99
TROSCI	.91	.86	.089	137.70	<.001	2.55

Anmerkungen: CFI= Comparative-Fit-Index; NFI= Normed Fit Index; RMSEA= Root Mean Square Error of Approximation; p = Signifikanzniveau; df = Freiheitsgrade

3.4.3. Vergleich der Fragebögen

Die MT wurde in dieser Studie mit dem MTQ48, dem SMTQ und dem TROSCI gemessen. Der MTQ48 und der SMTQ verfügen über verschiedene Subskalen, deren Zusammenhang über die folgenden Produkt-Moment-Korrelationen herausgestellt wird. Zwischen den Gesamtfaktoren beider Skalen besteht ein Pearson r von .76. Den Zusammenhang der Subskalen veranschaulichen die Korrelationskoeffizienten in Tabelle 2. Die höchsten Zusammenhänge der jeweiligen Subskalen des MTQ48 und des SMTQ werden im Folgenden dargestellt.

Die Subskala MTQ48-control korreliert am stärksten mit der Subskala SMTQ-control ($r = .52$). Der höchste Zusammenhang der Subskala MTQ48-confidence besteht zur SMTQ-control ($r = .54$). Die Subskala MTQ48-commitment weist die höchste Korrelation mit der SMTQ-constancy auf ($r = .66$). All diese Korrelationen sind zwar signifikant, jedoch fallen sie eher gering aus, da die Skalen von der Definition her sehr ähnlich sind.

Der TROSCI weist mit dem SMTQ einen Zusammenhang von .57 und mit dem MTQ48 von .51 auf. Diese Korrelationen sind auf dem 0.01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Tabelle 3 Korrelationskoeffizienten MTQ48 & SMTQ

	MTQ48 gesamt	MTQ48 control	MTQ48 confidence	MTQ48 commitment	MTQ48 challenge
SMTQ-gesamt	.76**	.61**	.60**	.59**	.49**
SMTQ-control	.57**	.52**	.54**	.33**	.39**
SMTQ-confidence	.55**	.44**	.42**	.43**	.35**
SMTQ-constancy	.62**	.42**	.40**	.66**	.39**

3.4.4. Geschlechtsunterschiede und Ligenunterschiede

Aus der geschlechtsspezifischen Betrachtung der MT zeigten sich durch den *t*-Test für unabhängige Stichproben (ggf. *U*-Test) signifikante Ergebnisse. Mit Hilfe des Levene-Tests wurde die Homogenität der Varianzen überprüft, wobei sich für alle Skalen bis auf die Skala SMTQ-constancy nicht signifikante Ergebnisse zeigten. Daher kann man von der Gleichheit der Varianzen ausgehen. Für die Skala MTQ48-control-emotion ($T(194) = 2.37, p < .05, d = 0.34.$) und die Subskala *SMTQ-confidence* ($T(196) = 3.32, p < .05, d = 0.47$) weisen männliche Volleyballspieler höhere Werte der MT auf. Lediglich in der Subskala *SMTQ-constancy* ($T(196) = -2.25, p < .05, d = 0.32$) zeigen sich signifikante Mittelwertsunterschiede zugunsten der Frauen.

Es wurden weiters mit dem *t*-Test für unabhängige Stichproben die Mittelwerte der MT-Skalen zwischen Bundesliga- und LandesligaspielerInnen gegenübergestellt. Hier weisen die BundesligaspielerInnen sowohl in der Skala MTQ48-gesamt ($T(187) = 2.25, p < .05, d = 0.33$), MTQ48-control ($T(193) = 2.50, p < .05, d = 0.31$), MTQ48-control-emotion ($T(197) = 1.78, p < .05, d = 0.25$), MTQ48-confidence ($T(193) = 2.24, p < .05, d = 0.35$), als auch in der Subskala challenge des MTQ48 ($T(194) = 2.72, p < .01, d = 0.39$) signifikant höhere Werte auf als die LandesligaspielerInnen.

Die Hypothese, dass MT positiv mit der Spielstärke korreliert, muss verworfen werden, da die Korrelationen nicht signifikant ausfielen.

Bei der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen der MT und dem 2D:4D-Verhältnis ergeben sich für den MTQ48 (re: $r = -.17, p < .05$; li: $r = -.15, p < .05$), den SMTQ (re: $r = -.19, p < .01$) und den TROSCI (re: $r = -.15, p < .05$; li: $r = -.18, p < .05$) signifikant negative Korrelationen.

Zur Überprüfung des Zusammenhangs der MT mit der Erfahrung im Volleyballsport (operationalisiert durch den SPQ) wurde eine einfaktorielle ANOVA durchgeführt. Dabei ergaben sich folgende Werte. Es zeigen sich sowohl in dem Gesamtscore des MTQ48 ($F(9) = 2.01, MSE = 9, 179, p < .05, \eta_p^2 = .09$) als auch im SMTQ ($F(9) = 2.02, MSE = 9, 188, p < .05, \eta_p^2 = .09$) signifikante

Mittelwertsunterschiede. Um die Richtung des Zusammenhangs näher zu spezifizieren, wurde eine Spearman Rangkorrelation berechnet und es ergaben sich für alle MT Skalen signifikante positive Korrelationen mit dem SPQ. Aus dieser Tatsache lässt sich ableiten, dass die MT mit der Erfahrung im Volleyballsport steigt.

Zum Zusammenhang zwischen MT und der Position von VolleyballspielerInnen finden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in der einfaktoriellen ANOVA (MTQ48: ($F(5) = .84$, $MSE = 5, 183$, $p = .52$, $\eta_p^2 = .02$), SMTQ: ($F(5) = .41$, $MSE = 5, 192$, $p = .85$, $\eta_p^2 = .01$), TROSCI: ($F(5) = .80$, $MSE = 5, 191$, $p = .55$, $\eta_p^2 = .02$). Daher können keine Unterschiede der MT hinsichtlich der Position von Volleyballspielern herausgestellt werden.

3.5. Ergebnisse im Zusammenhang mit 2D:4D

Innerhalb der Stichprobe kommt es zu signifikanten Unterschieden hinsichtlich des 2D:4D-Verhältnisses der linken Hand bei Männern und Frauen ($T(196) = -2.13$, $p < .05$, $d = 0.30$). Die Ergebnisse bestätigen die Annahmen aus der Literatur, dass Männer ein kleineres 2D:4D-Verhältnis aufweisen als Frauen.

Um die Hypothese zu überprüfen, dass SportlerInnen ein geringeres 2D:4D-Verhältnis aufweisen als die Normalpopulation, wurden die 2D:4D-Mittelwerte dieser Studie mit den Mittelwerten der Normbevölkerung verglichen. In Österreich liegen die 2D:4D-Durchschnittswerte bei Männern bei 0.96 und bei Frauen bei 0.98 (Reimer, 2009, S. 7). Die Ergebnisse sind folgende: VolleyballspielerInnen weisen auf beiden Händen kleinere 2D:4D-Werte als die Normpopulation (li: 0.962/ re: 0.966) auf. Bei männlichen Spielern gibt es nur für L2D:4D Unterschiede zur Normpopulation (li: 0.951/ re: 0.959).

Beim Vergleich der Sportler aus der Bundesliga und Landesliga hinsichtlich des 2D:4D-Verhältnisses zeigen sich bei den männlichen Athleten signifikante Mittelwertsunterschiede für die rechte Hand (re: $T(97) = -2.02$, $p < .05$, $d = 0.41$; li: $T(97) = -.25$, $p = .80$, $d = 0.05$). Die Unterschiede

gehen in die Richtung, dass Bundesligaspieler signifikant kleinere 2D:4D-Verhältnisse aufweisen. Bei den Volleyballspielerinnen zeigen sich jedoch keine signifikanten Ergebnisse (re: $T(97) = -.27, p = .79, d = 0.06$; li: $T(97) = -.82, p = .42, d = 0.17$).

Beim Betrachten des Zusammenhangs zwischen dem 2D:4D-Verhältnis und der Spielstärke ergab sich eine signifikante Korrelation zwischen dem FLV der linken Hand und der Spielstärke der männlichen Volleyballspieler aus der Landesliga ($r = .39, p < .01$).

Die Zusammenhänge zwischen den Variablen HGS, 2D:4D und BMI wurden bezüglich des Geschlechts getrennt untersucht, um geschlechtsspezifische Einflüsse auszuschließen. Hier konnte bei den Volleyballspielerinnen ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen der HGS der linken Hand und dem 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand festgestellt werden ($r = -.21, p < .05$) und zwischen der HGS der rechten Hand und dem 2D:4D-Verhältnis der linken Hand ($r = -.20, p < .05$). Bei ihnen zeigte sich auch eine positive Korrelation zwischen der HGS der rechten Hand und dem BMI ($r = .26, p < .01$).

Bei den männlichen Volleyballspielern korreliert das Fingerlängenverhältnis der linken Hand negativ mit dem BMI ($r = -.29, p < .01$). Des Weiteren zeigt sich bei ihnen ein positiver Zusammenhang zwischen der HGS beider Hände und dem BMI (li: $r = .41, p < .01$; re: $r = .39, p < .01$).

3.6. Ergebnisse im Zusammenhang mit der Lateralität

Die Stichprobe setzt sich aus 182 RechtshänderInnen und 16 LinkshänderInnen, dies entspricht 8.08%, zusammen. Bei Männern liegt der Prozentsatz bei 4.55 und bei Frauen bei 3.55. In Österreich ist der Anteil der LinkshänderInnen in der Normalbevölkerung etwa 13%, wobei dieser bei Männern 7.8% (95%-KI: 6.1- 9.8%) und Frauen 5.2% (95%-KI: 4.0- 6.8%) beträgt (nach Voracek et al., 2006, S. 441; Werte basieren auf unveröffentlichten Daten). Daher muss die Hypothese, dass es innerhalb der Stichprobe einen größeren Anteil an Linkshändern als in der Normalbevölkerung gibt, verworfen werden.

Es gibt sowohl in der BL ($T(97) = .40, p = .69, d = 0.16$) als auch in der LL ($T(96) = .09, p = .93, d = 0.04$) keine signifikanten Unterschiede in der Spielstärke zwischen Spielern, die mit der rechten Hand angreifen und denen, die mit der linken Hand angreifen. Auch bezüglich der Häufigkeitsverteilung gibt es keine Unterschiede. In der BL gibt es sieben und in der LL sechs SpielerInnen, die mit der linken Hand angreifen.

3.7. Ergebnisse im Zusammenhang mit der Handgriffstärke

Bei der Auswertung bezüglich der HGS wurde eine mixed ANOVA durchgeführt. Die Handgriffstärke unterscheidet sich zu den verschiedenen Messzeitpunkten signifikant und zwar dahingehend, dass die zweite Messung höher als die erste ausfiel und somit ein Übungseffekt aufgetreten sein dürfte ($F(1, 194) = 40.39, p < .01, \eta_p^2 = .17$). Die Interaktion zwischen den Messzeitpunkten und dem Geschlecht ist statistisch signifikant ($F(1, 194) = 9.44, p < .01, \eta_p^2 = .05$; siehe Abb. 10). Das bedeutet, dass sich die Handgriffstärken zwischen den Messzeitpunkten und zwischen den Geschlechtern statistisch signifikant unterscheiden. Unter Berücksichtigung der Grafik lässt sich erkennen, dass sowohl Männer als auch Frauen zum zweiten Messzeitpunkt eine höhere Handkraft aufweisen, allerdings fällt die Differenz bei den Männern höher aus.

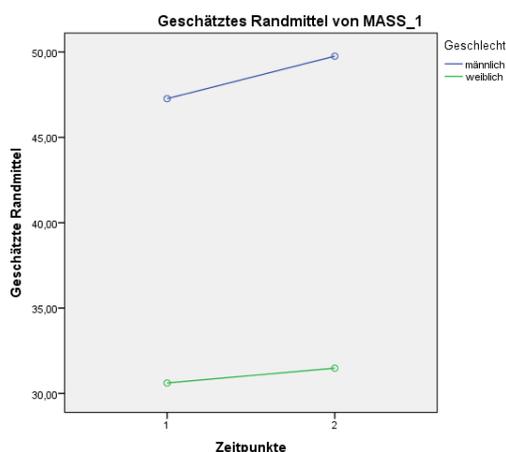


Abb. 10 mixed ANOVA- Interaktion Messzeitpunkt & Geschlecht

Es findet sich auch eine signifikante Interaktion zwischen der Händigkeit und der Liga, wobei die BundesligaspielerInnen höhere HGS-Werte der linken Hand im Gegensatz zu den LandesligaspielerInnen ($F(1, 194) = 7.02, p < .01, \eta_p^2 = .04$) zeigten.

Weiters zeigt sich auch, dass sich die HGS in Abhängigkeit von der Händigkeit signifikant in der Höhe unterscheidet. Wie oben beschrieben, nehmen die HGS-Werte sowohl der rechten als auch der linken Hand zum zweiten Messzeitpunkt deutlich zu, allerdings ist dieser Effekt bei der rechten Hand deutlich größer als bei der linken Hand ($F(1, 194) = 4.40, p < .05, \eta_p^2 = .02$).

3.8. Ergebnisse im Zusammenhang mit der Spielstärke

Mittels vorwärts schrittweiser Aufnahmemethode nach Wald wurden im sechsten Schritt die Variablen Trainingsintensität, Jahre an Meisterschaftserfahrung, die maximale Sprunghöhe, die MTQ48-Subskala challenge, die HGS der rechten Hand und die Teamzugehörigkeit als signifikante Prädiktoren mit Erklärungswert identifiziert (siehe Tabelle 4). Die übrigen Variablen hatten keinen signifikanten Vorhersagewert und wurden im Zuge der Modellprüfung ausgeschlossen.

Tabelle 4 Logistische Regression

Schritt 6	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Mannschaften	-.06	.03	3.89	1	.05	.95
Trainingsintensität	-.44	.11	15.75	1	.00	.65
Meisterschaft-seit	-.10	.03	8.15	1	.00	.91
HGS-re-best	.07	.03	5.81	1	.02	1.08
Sprunghöhe-max	-.05	.02	10.02	1	.00	.95
MTQ48-challenge	-1.21	.46	6.82	1	.01	.30
Konstante	20.04	4.69	18.23	1	.00	503267243.88

Die obige Tabelle zeigt die Aufnahmereihenfolge derjenigen Prädiktoren, die in das Modell aufgenommen wurden und gibt zu jedem Schritt die statistischen Gütemaße an. Die Trainingsintensität trennt am besten zwischen den Gruppen und wird deshalb als erste Variable in das Modell aufgenommen. Nagelkerke's R^2 kann wie das Bestimmtheitsmaß in der linearen Regression interpretiert werden, nämlich als Anteil der Varianz der abhängigen Variable, der durch alle unabhängigen Variablen zusammen erklärt wird. Hier wird eine Varianzaufklärung von 33.4% erreicht. Die Log-Likelihood-Funktion sinkt von 234.74 auf 205.32 mit der Aufnahme der unabhängigen Variablen, somit ist das Modell gut geeignet und die Variablen haben Bedeutung für die Trennung der interessierenden Gruppen.

Mit Hilfe der genannten Prädiktoren konnten 73 von 94 BundesligaspielerInnen (77.7%) und 66 von 93 LandesligaspielerInnen (71%) richtig vorhergesagt werden, was einer Vorhersagequote von insgesamt 74.3% entspricht. Die sechs identifizierten Prädiktoren weisen mit einer Sensitivität von 73% und einer Spezifität von 68% eine moderate prognostische Validität auf.

Die Fläche unter der ROC-Kurve wird als AUC-Wert (engl.: *area under curve*), der einen Wertebereich von [0,1] hat, bezeichnet. Eine Fläche von 0.5 würde einem einfachen Raten gleichkommen, somit sollte der AUC-Wert eines Klassifikators einen größeren Wert besitzen. Das heißt, der AUC-Wert gibt Auskunft über die durchschnittliche Performanz eines Klassifikators. Die Trainingsintensität besitzt mit .73 den höchsten und die HGS der rechten Hand mit .53 den niedrigsten AUC-Wert.

Der Omnibus-Test der Modellkoeffizienten, der einen Gesamteindruck über die Güte des Modells angibt, fiel signifikant aus. Das bedeutet, dass alle ausgewählten Prädiktoren Einfluss auf die abhängige Variable haben. Er zeigt die Zahl der Schritte der Modellbildung (=Anzahl der aufgenommenen Variablen) und die Verbesserung der Modellgüte (gemessen als Veränderung von Chi-Quadrat) von Schritt zu Schritt der Variablenaufnahme, sowie die Signifikanz dieser Veränderungen.

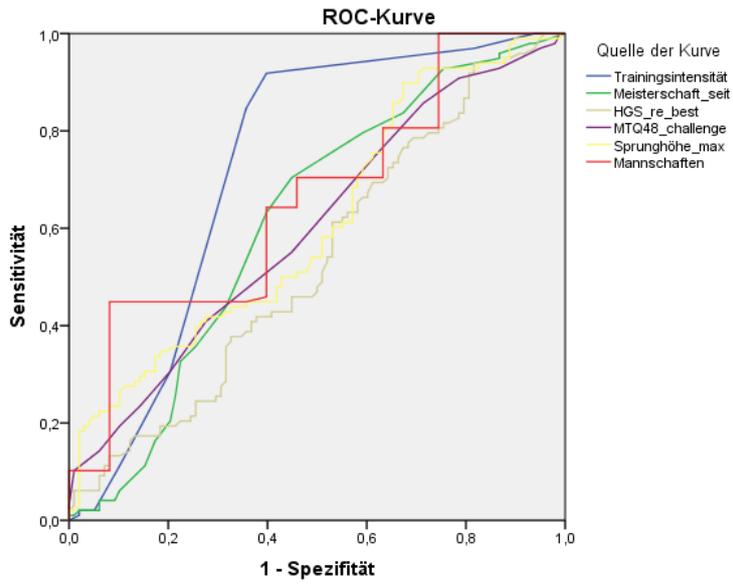


Abb. 11 ROC-Kurve

Diskussion

4.1. Körperliche Variablen

So wie in der Literatur ebenfalls beschrieben, fand sich durch die höhere Muskelmasse der Männer ein signifikant höherer BMI bei den männlichen Volleyballspielern. Dieses Ergebnis zeigte sich auch in den Studien von Avansar (2008) und entspricht somit der bisherigen wissenschaftlichen Datenlage. Ein weiterer erwarteter geschlechtsspezifischer Unterschied ist, dass männliche Volleyballspieler eine signifikant höhere Körpergröße aufweisen als Volleyballerinnen. Dadurch lässt sich unter anderem auch das Ergebnis erklären, dass Volleyballer eine signifikant größere absolute Sprunghöhe erreichen. Allerdings zeigt sich auch eine signifikant höhere Sprungkraft der Männer, die wiederum durch die größere Muskelmasse und andere physiologische Aspekte erklärbar wäre.

Die Hypothesen zu den Vergleichen zwischen den Ligen brachten in Bezug auf die Körpergröße, Sprungkraft und absolute Sprunghöhe eindeutige Ergebnisse zugunsten der Bundesliga. Das heißt, dass diese Aspekte der spielerischen Leistung klare Niveauunterschiede der verschiedenen Spielklassen hervorheben. Damit wurde bestätigt, dass die Körpergröße als nicht veränderbare Eigenschaft eines/r SpielerIn im Volleyballsport als Selektionskriterium für verschiedene Leistungsniveaus herangezogen wird. Bereits bei der Jugendarbeit wird öfters im professionellen Volleyballsport eine radiologische Beurteilung der Wachstumsfugen und daraus eine annähernde Prognose der Endgröße zur Bestimmung des Potenzials der JugendspielerInnen herangezogen (H. Muska, ehemaliger österr. Nationalteamspieler und Jugendvolleyballtrainer, persönliche Mitteilung, April 2012) Die Sprungkraft und damit auch die absolute Sprunghöhe sind trainierbare Eigenschaften eines/r SpielerIn, die laut Ergebnissen dieser Studie einen gewissen Level erreichen müssen, um auf dem Niveau der Bundesliga mithalten zu können.

4.2. Mental Toughness

Die Reliabilitäten der MT-Fragebögen fielen grundsätzlich gut aus, wobei hier manche Subskalen nur niedrige Cronbach α -Werte erzielten. Die Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse waren suboptimal, da die Faktorenstruktur der Fragebögen eher uneindeutig ausfiel. Zu viele Items luden auf mehreren Faktoren und die Zuordnung zu den latenten Variablen

stimmte mit der von den Autoren angegebenen Struktur nicht überein. Für alle drei Fragebogen konnten mit den extrahierten Faktoren nur etwa 60% der Gesamtvarianz erklärt werden. In der CFA zeigt sich für den SMTQ das Modell mit drei Faktoren als akzeptabel angepasst. Bei Sheard et al. (2009, S. 190) ergaben sich auch ähnliche Fit-Indizes ($\chi^2 = 182.56$, $CFI = .92$, $RMSEA$ -Wert = .05). Beim MTQ48 ist das Modell mit der 6 Faktoren Lösung, das am besten passende. Es zeigten sich auch widersprüchliche Ergebnisse bei der CFA. Während der CFI und der NFI die Grenze des akzeptablen Bereichs unterschreiten, liegen der RMSEA-Wert und der χ^2 / df -Wert noch im guten bis akzeptablen Bereich. Zusammengefasst bleibt die Faktorenstruktur der Fragebögen weiterhin umstritten. Die Fit-Indizes der Modelle liegen zwar im akzeptablen Bereich, sie erfüllen jedoch nicht die Kriterien eines gut angepassten Modells nach Thompson (2004).

Es konnten viele Zusammenhänge zwischen den Messungen der Fragebögen gefunden werden, was zu der Annahme führt, dass sie dasselbe Konstrukt messen. Es kam jedoch auch zu Überlappungen in Subbereichen, die unterschiedliche Aspekte der MT erfassen. Somit erfordern diese Verfahren noch weiterer Entwicklung und psychometrischer Überprüfung.

Bezüglich der MT ist die Betrachtung geschlechtsspezifischer Unterschiede interessant. Hier zeigten sich in den Skalen MTQ48-control-emotion und SMTQ-confidence höhere Werte zugunsten der Männer. Dies bedeutet, dass sich männliche Athleten aus dieser Stichprobe spezifisch in den Subskalen Control-emotion und Confidence signifikant von den Frauen unterscheiden und daher in diesem Bereich der MT ein höheres Selbstbewusstsein und ein stärkeres Gefühl der Kontrolle über ihre Emotionen während entsprechenden Drucksituationen aufzeigen. Allerdings zeigen Frauen statistisch signifikant höhere Werte in der Subskala SMTQ-Constancy. Dies legt nahe, dass weibliche Volleyballerinnen diesen Aspekt der MT, die Konstanz und Zielstrebigkeit bei der Bewältigung von Herausforderungen, ausgeprägter als Männer aufweisen.

Diese Differenzen dürften allerdings lediglich die grundsätzlichen Unterschiede zwischen Männern und Frauen in der MT repräsentieren, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass für

Frauen der MT-Aspekt der Constancy sowie für Männer die Aspekte der Confidence und Control-emotion zur Ausübung des Volleyballsports besonders entscheidend wären.

Äußerst interessant stellen sich aber die Ergebnisse des Vergleichs der MT zwischen den zwei Leistungsniveaus dar. Hier wird durch die signifikant höheren Werte der MT in den Skalen MTQ48-gesamt, MTQ48-control, MTQ48-control-emotion, MTQ48-challenge und MTQ48-confidence für die SpielerInnen der Bundesliga ein wichtiger leistungsspezifischer Aspekt der MT proklamiert. Aus diesen Daten, sowie durch die bisherigen Ergebnisse der Literatur bereits vermutet, lässt sich durchaus der Schluss ziehen, dass BundesligaspielerInnen grundsätzlich eine höhere MT besitzen als LandesligaspielerInnen. Die nun direkt damit verbundene Annahme, dass MT einen Zusammenhang mit der individuellen Spielstärke der einzelnen AthletInnen haben könnte, konnte allerdings nicht bestätigt werden, da hier keine statistisch signifikanten Ergebnisse vorliegen. Eine hohe MT ist daher zwar bei BundesligaspielerInnen häufiger anzutreffen als bei LandesligaspielerInnen, kann aber nicht zur direkten Leistungsprognose eines/ r BundesligaspielerIn herangezogen werden. Zusammengefasst legen diese Ergebnisse nahe, dass BundesligaspielerInnen grundsätzlich eine höhere MT benötigen als LandesligaspielerInnen, allerdings innerhalb der Liga die Spielstärke weniger von den individuellen Unterschieden der MT abhängt als von anderen Faktoren, auf die später noch weiter eingegangen wird.

Ein weiteres Ergebnis ist der detektierte Zusammenhang zwischen der MT und der individuellen Erfahrung im Volleyballsport. Hier zeigen sich höhere MT-Werte mit steigendem Level an Erfahrung, quantifiziert durch den SPQ, sowohl bei den durch den MTQ48 erhobenen Daten als auch bei denen des SMTQ. Das bestätigt die in der Einleitung erwähnte Theorie, dass die Wettkampferfahrung und die erworbene Routine einen wichtigen Anteil an der Höhe der MT haben.

4.3. 2D:4D

Ergebnisse aus der Betrachtung des 2D:4D-Verhältnisses zeigen, dass die geschlechtsspezifische Hypothese eines kleineren 2D:4D-Verhältnisses bei männlichen

Volleyballspielern bestätigt werden konnte. Entsprechend der bisherigen Datenlage der Studien zeigt sich auch bei dieser Stichprobe ein signifikant geringeres 2D:4D-Verhältnis bei Männern. Damit ist auch das in der Literatur vertretene Erklärungsmodell des höheren pränatalen Testosteronspiegels naheliegend. Eine weitere Hypothese, die durch diese Studienergebnisse bestätigt werden konnte, ist die Annahme, dass SportlerInnen ein niedrigeres 2D:4D-Verhältnis aufweisen als die Normalbevölkerung. Diese Theorie konnte für Frauen bei beiden Händen bestätigt werden, für Männer nur für die linke Hand. Ein Erklärungsansatz dafür ist die Vermutung, dass Menschen mit einem niedrigen 2D:4D-Verhältnis durch die höheren vorgeburtlichen Testosteronspiegel einen physiologischen Vorteil im Sport besitzen und dadurch auch eher zur dauerhaften Ausübung einer Sportart neigen.

Bei der Analyse des 2D:4D-Verhältnisses im Vergleich zwischen den Ligen zeigen sich eher inkonsistente Ergebnisse. Einerseits findet sich bei den männlichen Bundesligaspielern im Durchschnitt ein deutlich niedrigeres 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand als bei den Landesligaspielern. Dies entspricht auch der bisherigen wissenschaftlichen Datenlage, da normalerweise ein geringes Fingerlängenverhältnis mit sportlichem Erfolg einhergeht. Allerdings konnte sonst keine weitere Untersuchung ein ähnlich interpretierbares Ergebnis liefern. Es zeigte sich sogar ein signifikantes Ergebnis, das dieser Annahme widerspricht. Hierzu ergab sich eine signifikant positive Korrelation zwischen der Spielstärke und dem L2D:4D-Verhältnis bei den Landesligaspielern, was bedeuten würde, dass besser bewertete Volleyballspieler ein höheres L2D:4D-Verhältnis besitzen. Somit stellt dieses Ergebnis die Hypothese, ein hoher pränataler Testosteronspiegel stehe im direkten Zusammenhang mit der späteren sportlichen Leistungsfähigkeit, in Frage. Allerdings sollte dieser Widerspruch als relativ gesehen werden, da das FLV der Landesligaspieler immer noch geringer ist, als das der Normalbevölkerung und daher immer noch als gering anzusehen ist.

Zusammenfassend kann aus diesen Ergebnissen abgeleitet werden, dass bei VolleyballerInnen prinzipiell ein niedrigeres Fingerlängenverhältnis als in der Normalbevölkerung zu

finden ist, innerhalb des Volleyballsports ein niedriges 2D:4D-Verhältnis allerdings keinen Indikator für höhere Spielstärke darstellt. Dennoch bestätigt der deutliche Unterschied im 2D:4D-Verhältnis zwischen den Leistungsniveaus den nach wissenschaftlichen Daten erwarteten Zusammenhang zwischen niedrigem 2D:4D-Verhältnis und sportlichem Erfolg.

Ebenfalls passend zu diesem Theoriekomplex ist der gefundene negative Zusammenhang zwischen der HGS und dem 2D:4D-Verhältnis der Volleyballspielerinnen. Auch dafür wird ebenfalls die mit dem niedrigen 2D:4D-Verhältnis einhergehende Neigung zur testosteronabhängigen höheren Muskelmasse verantwortlich gemacht. Darüber hinaus erklärt diese Hypothese auch die gefundene signifikant positive Korrelation zwischen der HGS und dem BMI. Ein weiteres interessantes Ergebnis ist der negative Zusammenhang zwischen dem BMI und dem L2D:4D-Verhältnis bei Volleyballspielern. Dieser Zusammenhang ist aus den bisherigen Ergebnissen der Literatur allerdings noch umstritten. Laut diesen Ergebnissen geht ein hoher BMI mit einem niedrigen L2D:4D-Verhältnis einher und könnte ebenso durch das pränatal höhere Testosteron und der daraus resultierenden Prädisposition zu vermehrter Muskelmasse erklärbar sein.

4.4. Lateralität

Bei der Untersuchung der Lateralität in der Stichprobe zeigte sich, dass linkshändige VolleyballspielerInnen im Vergleich zur Normalbevölkerung unterrepräsentiert sind, wobei durch die Daten der Literaturrecherche eigentlich eine Überrepräsentation der LinkshänderInnen im Sport angenommen wurde. Da es spezifisch für den Volleyballsport diesbezüglich wenige Ergebnisse gab, könnte die Ursache für diese Unterrepräsentation in der Art des Volleyballsports liegen und darin, dass die Linkshändigkeit hier nicht so ein großer Vorteil ist wie zum Beispiel beim Fechten. Zusätzlich zeigte sich auch, dass die Lateralität auf die Spielstärke keinen Einfluss hatte, somit muss die Hypothese, dass SpielerInnen, die mit der linken Hand angreifen, eine höhere Spielstärke aufweisen, verworfen werden. Allerdings muss angemerkt werden, dass die Anzahl der LinkshänderInnen innerhalb beider Ligen grundsätzlich zu niedrig war, um eine allgemein gültige Aussage hierzu ableiten zu können.

4.5. Handgriffstärke

Bei der Betrachtung der Geschlechtsunterschiede bezüglich der HGS ergaben sich, wie in der Hypothese angenommen, signifikant höhere HGS-Werte zugunsten der Männer. Dieses Ergebnis ist durch die höhere Muskelmasse und Muskelkraft der Männer erklärbar und wurde bereits durch die vorgegebenen geschlechtsspezifischen Normbereiche des Handkraftdynamometers vorweggenommen. Als weiteres Ergebnis zeigte sich, dass bei der Messung der HGS ein Übungseffekt detektierbar war, da die Werte der zweiten Messung der HGS für beide Hände signifikant höher ausfielen als die der ersten Messung. Dieser Effekt war jedoch bei der rechten Hand deutlicher ausgeprägt als bei der linken Hand, was möglicherweise auf dem höheren Anteil an RechtshänderInnen in dieser Studienpopulation beruht, die sich eventuell nach ihrem ersten Versuch besser auf das Gerät einstellen konnten und mit ihrer stärkeren Hand bei dem zweiten Versuch noch einen Leistungszuwachs erreichen konnten. Dieser subjektive Eindruck wurde auch von mehreren Testpersonen während des Testvorganges geäußert. Um hier aber Sicherheit zu bekommen, hätte bei den Testpersonen die beginnende Hand nach dem Zufallsprinzip alternieren müssen oder jeder Testperson mit beiden Händen ein Probedurchgang gewährt werden müssen.

Bei dem Ligenvergleich konnte auch gezeigt werden, dass BundesligaspielerInnen höhere HGS-Werte erzielen als LandesligaspielerInnen, wobei diese Differenz bei den Werten der linken Hand der BL-SpielerInnen deutlicher ausfiel als bei den LL-SpielerInnen. Dieser Umstand könnte dahingehend interpretiert werden, dass BL-SpielerInnen im Training auf eine gleichmäßigere Kraftverteilung achten.

Ein weiterer interessanter Aspekt eines physischen Leistungsparameters ist die signifikante Korrelation der HGS und der Spielstärke bei den BundesligaspielerInnen. Bei den Bundesligaspielern konnte hierzu zwar kein signifikantes Ergebnis errechnet werden, allerdings zeigt sich auch hier der Trend eines positiven Zusammenhangs. Damit wäre es möglich, dass die HGS als physiologische Variable als Äquivalent des allgemeinen muskulären Trainingszustandes dient.

Der Erklärungsansatz für Zusammenhänge einzelner Leistungsfaktoren mit der individuellen Spielstärke dürfte innerhalb der Landeliga auf mehrere Spielerqualitäten anwendbar sein, da hier in allen erhobenen Variablen zwischen den SpielerInnen deutlichere Unterschiede zu finden sind und damit eine hohe positive Ausprägung einer leistungsbezogenen Variable mit einer höheren Spielstärke korrelieren könnte. In der Bundesliga, in der grundsätzlich eine geringere Varianz der einzelnen leistungsbezogenen Variablen vorliegt, sind hohe positive Ausprägungen einer Variable vermutlich weniger starke Indikatoren einer hohen Spielstärke, da diese auf diesem Leistungsniveau weniger Aussagekraft besitzen, da die SpielerkollegInnen ähnlich hohe Werte erreichen. Die Untersuchung der signifikanten Variablen, die als Indikatoren einer hohen Spielstärke verwendet werden könnten, wird in weiterer Folge genauer betrachtet.

4.6. Spielstärke

Die bereits erwähnte Analyse der Prädiktoren zur Vorhersage der Leistungsklassen ergab ein signifikantes Ergebnis für sechs Variablen mit hohem Erklärungswert. Diese sind die Trainingsintensität, die Teilnahme an Meisterschaftsspielen in Jahren, die absolute Sprunghöhe, die HGS der rechten Hand, die Subskala Challenge des MTQ48 und die Teamzugehörigkeit.

Die Prädiktoren maximale Sprunghöhe und Trainingsintensität wurden bereits in der Literatur als wichtige Leistungsvariablen erwähnt. Diese beiden Variablen sind Ausdruck des leistungsorientierten Trainingskonzeptes der BundesligaspielerInnen, da auf diesem Niveau öfter trainiert werden muss, um den Leistungslevel zu halten. Die Angriffshöhe ist, wie in der Literatur beschrieben, ein entscheidender Erfolgsparameter und muss daher intensiv trainiert werden. Dass die Größe per se nicht als Prädiktor zur Vorhersage der Leistungsklasse geeignet ist, kann dadurch erklärt werden, dass diese in die maximale Sprunghöhe mit einfließt und diese der eigentliche Leistungsparameter ist. Dies gilt in gleicher Weise für die Sprungkraft.

Interessant zur gesamten Dauer der Teilnahme an Meisterschaftsspielen in Jahren ist, dass dieser Prädiktor einen entscheidenderen Einfluss auf das Leistungsniveau hat als das gesamte Zeitintervall der Ausübung des Volleyballsports. Dies spiegelt sich auch dadurch wider, dass

VolleyballerInnen in der LL insgesamt zwar länger Volleyball spielen, allerdings kürzer an Meisterschaftsspielen teilnehmen und dadurch der Hobby-Charakter des Volleyballspiels für diese SportlerInnen hervorgehoben wird. Das heißt, dass BL-SpielerInnen länger an Meisterschaftsspielen teilnehmen, da diese oft auch von Jugendjahren an eine professionellere Ausübung des Sportes anstrebten.

Bezüglich der MT ist hervorzuheben, dass nur die Subskala challenge des MTQ48 einen hohen Vorhersagewert bezüglich der Leistungsklasse aufweist. Dies ist insofern interessant, als die daraus abgeleitete Aussage bedeutet, dass BL-SpielerInnen besser mit Herausforderungen umgehen können, sie als Möglichkeiten zur Weiterentwicklung wahrnehmen und über die Einstellung verfügen, dass Veränderungen dem Leben inhärent sind und nicht als Bedrohungen interpretiert werden. Sie sind also in der Lage unter Herausforderungen das Beste ihrer Leistungsfähigkeit abzurufen, wodurch ebenfalls wieder der Unterschied in der Professionalität der Ausübung des Sportes herangezogen werden kann. Das heißt, dass für BundesligaspielerInnen diese Eigenschaft essentiell zur Ausübung des Sportes auf diesem Niveau ist und vermutlich der Umgang mit diesen Drucksituationen auch mit der ebenfalls als Prädiktor geeigneten Dauer an Meisterschaftserfahrung zusammenhängt. Die anderen Aspekte der MT dürften zwischen den beiden Leistungsniveaus weniger differieren und haben daher weniger Vorhersagewert.

Die HGS der rechten Hand gilt ebenso als Prädiktor mit hohem Vorhersagewert, was mit dem Ergebnis, dass BundesligaspielerInnen höhere HGS-Werte aufweisen, zusammenpasst. Innerhalb des Modells dient die HGS der rechten Hand somit als Indikator der Leistungsklasse, was wiederum die Möglichkeit der HGS als physiologische Variable zur Quantifizierung des allgemeinen Fitnessstatus hervorhebt.

Zur Teamzugehörigkeit als Variable ist zu sagen, dass die StudienteilnehmerInnen durch die Mannschaft in der sie spielen auch eindeutig einer Leistungsklasse zugeordnet werden können, da nicht einzelne Spieler einer Liga angehören, sondern immer die gesamte getestete Mannschaft.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Modell gut geeignet ist und dass die Variablen eine Bedeutung für die Trennung der interessierenden Gruppen haben. Die sechs identifizierten Prädiktoren liefern eine Vorhersagequote von insgesamt 74.3%, wobei die Trainingsintensität mit einem AUC-Wert von .73 den größten Einfluss auf die abhängige Variable hat.

4.7. Stärken und Schwächen der Studie/ Ausblick

Die ausreichend große Zahl an StudienteilnehmerInnen ist sicherlich eine Stärke der Studie, wodurch auch die Aussagekraft der Ergebnisse angehoben wird und einerseits die Bestätigung der in der Literatur vorhanden Theorien und andererseits auch die Ableitung neuer Zusammenhänge gerechtfertigt ist. Zusätzlich erschienen die TeilnehmerInnen sehr motiviert während der Testungen, was vermutlich an dem Wettkampfcharakter der Messung der physischen Variablen gelegen hat und bei den SpielerInnen zum Abruf ihrer maximalen Leistung geführt hat. Auch die relativ kurze Zeit der Datenerhebung ist sicherlich positiv zu erwähnen, da dadurch ein besserer Vergleich zwischen den Teams möglich ist und der Einfluss der individuellen Leistungsschwankungen der SpielerInnen im Laufe einer Saison dadurch verringert wird.

Eine mögliche Einschränkung dieser Studie könnte das unterschiedliche Testsetting sein, da einige Mannschaften während eines Trainings und andere nach einem Meisterschaftsspiel getestet wurden. Hier ist die Frage, ob sich daraus unterschiedliche körperliche Erschöpfungszustände zum Zeitpunkt der Testung ergaben. Es wurde allerdings darauf geachtet, dass die Testung während eines Trainings immer nach einer initialen Aufwärm- und Belastungsphase durchgeführt wurde um möglichst ähnliche Ausgangsbedingungen zu schaffen. Weiters könnte auch eine emotionale Komponente Einfluss auf die Ergebnisse der Fragebögen gehabt haben, da das Spielergebnis nach einem Match eventuell den emotionalen Zustand oder den Selbstwert der SpielerInnen verändert hat. Die verschiedenen Testbedingungen wurden zwar in der Planungsphase bedacht, allerdings waren idente Voraussetzungen während der Durchführung der Testung aufgrund der Terminkoordination und Zeitknappheit der Teams nicht möglich.

Ein weiterer spannender Aspekt wäre auch die eindeutige Differenzierung von Stamm- und Ersatzspieler im Rahmen der Auswertung gewesen, auf die in dieser Studie nur indirekt über die Round-Robin-Bewertung Rücksicht genommen wurde.

Interessant wäre noch die Untersuchung von weiter differierenden Leistungsniveaus, wie etwa der Vergleich der ersten Bundesliga mit der ersten Klasse. In dieser Studie wurde jedoch auf die Rekrutierung von ersten Bundesligamannschaften aufgrund der schwierigeren Erreichbarkeit verzichtet. Dies könnte eine Schwäche der Studie sein, da hier durch noch höhere Professionalität eventuell deutlichere Ergebnisse erzielt werden hätten können.

Die Studienergebnisse bestätigen größtenteils die Daten bisheriger wissenschaftlicher Arbeiten, wobei Feinheiten im Bereich der MT aufgedeckt werden konnten. Es wäre interessant, die geschlechtsspezifischen Unterschiede der MT weiter zu überprüfen. Auch die Wichtigkeit der Subskala challenge des MTQ48 als Prädiktor für die Leistungsklasse wäre spannend weiter zu untersuchen. Möglicherweise stellt im Leistungssport der Aspekt der Herausforderung im Konstrukt der MT den wichtigsten Prädiktor für Erfolg dar und würde somit mehr Aufmerksamkeit für die Trainingsplanung verdienen.

Die Ergebnisse dieser Studie geben interessante Richtungen vor und könnten auch noch durch größere oder anders gewählte Studienkollektive überprüft werden.

Zusammenfassung

In dieser Studie wurden VolleyballerInnen sowohl aus der Bundesliga als auch aus den regionalen Landesligen rekrutiert, um zwischen diesen beiden Leistungsniveaus Differenzen in der Ausprägung verschiedener Variablen zu detektieren. Da in der Literatur nach bisherigem Stand in den in der Studie untersuchten Variablen bereits geschlechtsspezifischen Unterschiede aufgezeigt werden konnten, wurden in das Studienkollektiv beide Geschlechter eingeschlossen. Es konnte gezeigt werden, dass BundesligaspielerInnen in mehreren Variablen den LandesligaspielerInnen überlegen waren. So weisen BundesligaspielerInnen durchschnittlich eine höhere Körpergröße, Sprungkraft, absolute Sprunghöhe und HGS auf. Diese dominierten ebenfalls in mehreren Aspekten der mentalen Toughness, wobei hier mit steigendem Erfahrungsniveau die MT zunimmt. Entsprechend der bisherigen Datenlage der Studien zeigte sich auch bei dieser Stichprobe ein signifikant geringeres 2D:4D-Verhältnis bei Männern im Gegensatz zu Frauen. Weitere Ergebnisse dieser Variable deuteten auch in die Richtung des in der Literatur vertretenen Erklärungsmodells des Zusammenhangs von sportlichem Erfolg und höherem pränatalen Testosteronspiegel.

Ein anderer deutlicher Geschlechtsunterschied ergab sich bei der Betrachtung der HGS, da hier Männer signifikant höhere HGS-Werte aufweisen. Ferner ergaben sich sechs Prädiktoren, die zur Vorhersage der Leistungsklassen geeignet sind. Zu diese gehören die Trainingsintensität, die Teilnahme an Meisterschaftsspielen in Jahren, die absolute Sprunghöhe, die HGS der rechten Hand, die Subskala Challenge des MTQ48 und die Teamzugehörigkeit.

Weiters wurde mittels explorativer und konfirmatorischer Faktorenanalyse die Faktorenstruktur der Fragebögen untersucht, wobei sie eher uneindeutig ausfiel und die in der Literatur bestehenden Modelle konnten nur teilweise bestätigt werden.

In dieser Studie konnten bestehende Theorien zur Gewichtung der MT im Leistungssport bestätigt werden, allerdings zeigte sich auch die Notwendigkeit des Trainings von physischen Variablen für sportlichen Erfolg.

Literaturverzeichnis

- Anderson, W., & Cowan, N. (1966). Hand grip pressure in older people. *British Journal of Preventive & Social Medicine, 20*, 141-147.
- Annett, M. (1985). *Left, right, hand and brain: The right shift theory*. London: Erlbaum.
- Avansar, A. S. (2008). Längsschnittliche und Multivariate Analyse im Spitzenvolleyball. Unveröff. Diss., Universität, Augsburg.
- Bassey, E. J., & Harries, U. J. (1993). Normal values for hand grip strength in 920 men and women aged over 65 years and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors. *Clinical Science, 84*, 331-337.
- Balogun, J. A., Akomolafe, C. T., & Amusa, L. O. (1991). Grip strength: Effects of testing posture and elbow position. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 72*, 280-283.
- Beattie, S., Hardy, L., Savage, J., Woodman, T., & Callow, N. (2011). Development and validation of a trait measure of robustness of self-confidence. *Psychology of sport and exercise, 12*, 184-191.
- Bisiacchi, P. S., Ripoll, H., Stein, J. F., Simonet, P., & Azemar, G. (1985). Left-handedness in fencers: An attentional advantage? *Perceptual and Motor Skills, 61*, 507-513.
- Bohannon, R. W. (1997). Reference values for extremity muscle strength obtained by handheld dynamometer from adults aged 20 to 79 years. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 78*, 26-32.
- Bourassa, D. C., McManus, I. C., & Bryden, M. P. (1996). Handedness and eye-dominance: A meta-analysis of their relationship. *Laterality, 1*, 5-34.

- Brack, R. (1983). Trainingswissenschaftliche Leistungsdiagnostik im Volleyball. Konditionelle, technomotorische und anthropometrische Einflussgrößen. Ahrensburg: Czwalina.
- Budoff, J. E. (2004). The prevalence of rotator cuff weakness in patients with injured hands. *Journal of Hand Surgery, 29*, 1154-1159.
- Bühner, M. (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (3. aktualisierte und erweiterte Aufl.). München: Pearson Studium.
- 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.
- Bundesschiedsrichterausschuss des Deutschen Volleyball-Verbandes (2009). *Internationale Spielregeln Volleyball* (44. neu bearbeitete Aufl.). Schorndorf: hofmann.
- Burke, S., & Orlick, T. (2003). Mental strategies of elite Mount Everest climbers. *Journal of Excellence, 8*, 42-58.
- Cattell, R. B. (1957). *Personality and motivation structure and measurement*. New York: Harcourt, Brace and World.
- Cherry, H. L. (2005). *Psychometric analysis of an inventory assessing mental toughness*. Master's thesis: University of Tennessee.
- Chilima, D. M., & Ismail, S. J. (2001). Nutrition and hand grip strength of older adults in rural Malawi. *Public Health Nutrition, 9*, 11-17.
- Clough, P., Earle, K., & Sewell, D. (2002). Mental toughness: The concept and its measurement. In I. Cockerill (Eds.), *Solutions in sport psychology* (pp. 32-46). London: Thomson Learning.
- 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.

- Corballis, M. C. (1991). *The lop-sided ape: Evolution of the generative mind*. New York: Oxford University Press.
- Coren, S. (1993). *The left-hander syndrome: The causes and consequences of left handedness*. New York: Vintage.
- Coren, S., & Porac, C. (1978). The validity and reliability of self report items for the measurement of lateral preference. *British Journal of Psychology*, *69*, 207-211.
- 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., & Clough, P. (2005). Relationship between mental toughness and physical endurance. *Perceptual and Motor Skills*, *100*, 192-194.
- Crust, L., & Azadi, K. (2009). Leadership preferences of mentally tough athletes. *Personality and Individual Differences*, *47*, 326-330.
- Crust, L., & Azadi, K. (2010). Mental toughness and athletes' use of psychological strategies. *European Journal of Sport Science*, *10*, 43-51.
- Crust, L., & Keegan, R. (2010). Mental toughness and attitudes to risk-taking. *Personality and Individual Differences*, *49*, 164-168.
- Crust, L., & Swann, C. (2010). Comparing two measures of mental toughness. *Personality and Individual Differences*, *50*, 217-221.
- Duden (2009). *Die deutsche Rechtschreibung* (26. neu bearbeitete, erweiterte Aufl.). Dudenverlag: Mannheim.
- Ecker, A. (1875). Einige Bemerkungen über einen schwankenden Charakter in der Hand des Menschen. *Archiv für Anthropologie (Braunschweig)*, *8*, 67-74.

- Erdfelder, E., Faul, F., Buchner, A., & Cüpper, L. (2010). Effektgröße und Teststärke. In H. Holling & B. Schmitz (Hrsg.), *Handbuch Statistik, Methoden und Evaluation* (S. 358-369). Göttingen: Hogrefe.
- Eysenck, H. J., Nias, D., & Cox, D. (1982). Sport and personality. *Advances in Behaviour Research & Therapy*, 4, 1-56.
- Fédération Internationale de Volleyball (2005). Pressemitteilung des FIVB vom 24.06.2005 [online]. URL: <http://www.fivb.org/EN/Infomedia/PressRelease.asp?No=5543>.
- 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., Manning, J. T., Neave, N., & Tan, U. (2004). Second to fourth digit ratio and hand skill in Austrian children. *Biological Psychology*, 67, 375-384.
- 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.
- Foo, L. H. (2007). Influence of body composition, muscle strength, diet and physical activity on total body and forearm bone mass in chinese adolescent girls. *British Journal of Nutrition*, 98, 1281-1287.
- Fourie, S., & Potgieter, J. R. (2001). The nature of mental toughness in Sport. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 23, 63-72.
- Garn, S. M., Burdi, A. R., Babler, W. J., & Stinson, S. (1975). Early prenatal attainment of adult metacarpal-phalangeal rankings and proportions. *American Journal of Physical Anthropology*, 43, 327-332.

- George, R. (1930). Human finger types. *Anatomical Record*, *46*, 199-204.
- Gerber, M. (2011). Mentale Toughness im Sport: Ein Review. *Sportwissenschaft*, *41*, 283-299.
- Geschwind, N., & Galaburda, A. M. (1985). Cerebral lateralization. Biological mechanisms, associations and pathology: I. A hypothesis and a program for research. *Archives of Neurology*, *42*, 428-459.
- Giampaoli, S., Ferrucci, L., Cecchi, F., Lo Noce, C., Poce, A., Dima, F., Santaquilani, A., Vescio, M. F., & Menotti, A. (1999). Hand-grip strength predicts incident disability in non-disabled older men. *Age and Ageing*, *28*, 283-288.
- 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., & van Wersch, A. (2007). Evaluating the factor structure of the Psychological Performance Inventory. *Perceptual and Motor Skills*, *105*, 309-325.
- 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.
- Gould, D., Dieffenbach, K., & Moffett, A. (2002). Psychological characteristics and their development in olympic champions. *Journal of Applied Sport Psychology*, *14*, 172-204.
- Grouios, G., Tsorbatzoudis, H., Alexandris, K., & Barkoukis, V. (2000). Do left-handed competitors have an innate superiority in sports? *Perceptual and Motor Skills*, *90*, 1273-1282.
- 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.

- Hampson, E., Ellis, C. L., & Tenk, C. M. (2008). On the relation between 2D:4D and sex-dimorphic personality traits. *Archives of Sexual Behavior, 37*, 133-144.
- Hellige, J. B. (1993). *Hemispheric asymmetry: what's right and what's left*. Cambridge-London: Harvard University Press.
- Holtzen, D. W. (2000). Handedness and professional tennis. *International Journal of Neuroscience, 105*, 101-119.
- Horsburgh, V., Schermer, J., Veselka, L., & Vernon, P. (2009). A behavioural genetic study of mental toughness and personality. *Personality and Individual Differences, 46*, 100-105.
- Jansson, R. (1984). Zur Erfassung der Belastungsstruktur im Volleyballspiel – Grundlage der Trainingsperiodisierung. In E. Christmann (Hrsg.), *Volleyball trainieren, 9. Symposium des Deutschen Volleyballverbandes* (S. 87-94). Ahrensburg: Czwalina.
- Jones, G., 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*, 243-164.
- Kaiseler, M., Polman, R. C., & Nicholls, A. R. (2009). Mental toughness, stress, stress appraisal, coping and coping effectiveness in sport. *Personality and Individual Differences, 47*, 728-733.
- Kaur, N., & Koley, S. (2010). An association of nutritional status and hand grip strength in female laborers and sedentary women of Jalandhar, Punjab, India. *Anthropologist, 12*, 237-243.
- Kellor, M., Frost, J., Silberberg, N., Iversen, I., & Cummings, R. (1971). Hand strength and dexterity. *American Journal of Occupational Therapy, 25*, 77-83.

- Kjerland, R. (1953). Age and sex differences in performance in motility and strength tests. *Proceedings of the Iowa Academy of Science, 60*, 519-523.
- Koley, S., & Kaur, S. P. (2011). Correlations of handgrip strength with selected hand-arm-anthropometric variables in indian inter-university female volleyball players. *Asian Journal of Sports Medicine, Vol. 2, No. 4*, 220-226.
- Keogh, J. (1999). The use of physical fitness scores and anthropometric data to predict selection in an elite under-18 australian rules football team. *Journal of Sports Science and Medicine, 2*, 125-133.
- Kobasa, S. C. (1979). Stressful life events, personality, and health: An inquiry into hardiness. *Journal of Personality and Social Psychology, 37*, 1-11.
- Kobasa, S. C., Maddi, S. R., & Kahn, S. (1982). Hardiness and health: A prospective study. *Journal of Personality and Social Psychology, 42*, 168-177.
- Krüger, W., Gasse, M., & Fischer, U. (2006). *Sportiv Volleyball Theorie zur Praxis*. Leipzig: Wemding.
- Künkler, A. (2009). *Erfassung leistungsbestimmender Merkmale des Sportspiels Beachvolleyball. Analysen, Erkenntnisse und Strategieentwicklungen gegen die weltbesten Teams*. Unveröff. Diss., Universität, Duisburg - Essen.
- Levy, A., Polman, R. C., 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.
- Lidor, R., & Ziv, G. (2010). Physical and physiological attributes of female volleyball players- a review. *Journal of Strength and Conditioning Research, 24*, 1963-1973.
- Loehr, J. E. (1986). *Athletic excellence: Mental toughness training for sports*. New York: Plume.

- Loehr, J. E. (1994). *The new toughness training for sports: Mental, emotional, and physical conditioning from one of the world's premier sports psychologists*. New York: Penguin Putnam.
- Mack, M. G., & Ragan, B. G. (2008). Development of the mental, emotional, and bodily toughness inventory in collegiate athletes and nonathletes. *Journal of Athletic Training, 43*, 125-132.
- Maddi, S. R., & Khoshaba, D. M. (2003). *Personal views survey* (3rd rev. ed.). Newport Beach, CA: The Hardiness Institute.
- Malas, M. A., Dogan, S., Evcil, E. H., & Desdicioglu, K. (2006). Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D:4D). *Early Human Development, 82*, 469-475.
- Manning, J. T. (2002a). *Digit ratio: A pointer to fertility, behavior, and health*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Manning, J. T. (2002b). The ratio of 2nd to 4th digit length and performance in skiing. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 42*, 446-450.
- Manning, J. T., & 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., & Taylor, R. P. (2001). 2nd to 4th digit ratio and male ability in sport: Implications for sexual selection in humans. *Evolution and Human Behavior, 22*, 61- 69.
- Manning, J. T., Bundred, P. E., & Taylor, R. (2003). The ratio of 2nd to 4th digit length: a prenatal correlate of ability in sport. In T. Reilly and M. Marfell-Jones (Eds.), *Kinanthropometry VIII: Proceedings of the 8th international conference of the international society for the advancement of kinanthropometry (ISAK)* (pp. 165-174). London: Routledge.
- Manning, J. T., Morris, L., & Caswell, N. (2007). Endurance running and digit ratio (2D:4D): Implications for fetal testosterone effects on running speed and vascular health. *American Journal of Human Biology, 19*, 416-421.

- Manning, J. T., Scutt, D., Wilson, J., & Lewis-Jones, D. I. (1998). The ratio of 2nd to 4th digit length: A predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction*, *13*, 3000-3004.
- Mazur, A., & Booth, A. (1998). Testosterone and dominance in men. *Behavioral and Brain Sciences*, *21*, 353-397.
- McIntyre, M. H., Ellison, P. T., Lieberman, D. E., Demerath, E., & Towne, B. (2005). The development of sex differences in digital formula from infancy in the fels longitudinal study. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, *272*, 1473-1479.
- Middleton, S. C., Marsh, H. W., Martin, A. J., Richards, G. E., & Perry, C. (2005). Discovering mental toughness: A qualitative study of mental toughness in elite athletes. *Psychology Today*, *22*, 60-72.
- Middleton, S. C., Marsh, H. W., Martin, A., Riches, J., & Perry, C. (2006). Developing a test for mental toughness: The Mental Toughness Inventory (MTI). In P. L. Jeffery (Eds.), *Proceedings of the Australian Association for Research in Education Conference* (pp. 1-11). Parramatta.
- Moesch, K. (2008). Mentale Stärke – dank Sportpsychologie. *Swiss Volley*, *4*, 30-31.
- Moore, T., Quinter, C., & Freeman, L. M. (2005). Lack of correlation between 2D:4D ratio and assertiveness in college age women. *Personality and Individual Differences*, *39*, 115-121.
- Moosbrugger, H., & Kelava, A. (2007). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Heidelberg: Springer.
- Newman, A. B., Yanez, D., Harris, T., Duxbury, A., Enright, P. L., & Fried, L. P. (2001). Weight change in old age and its association with mortality. *Journal of the American Geriatrics Society*, *49*, 1309-1318.

- Newton, R. U., Rogers, R. A., Volek, J. S., Häkkinen, K., & Kraemer, W. J. (2006). Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *20*, 955–961.
- Nicholls, A. R., Polman, R. C., Levy, A. R., & Backhouse, S. H. (2008). Mental toughness, optimism, pessimism, and coping among athletes. *Personality and Individual Differences*, *44*, 1182-1192.
- Nicholls, A. R., Polman, R. C., Levy, A. R., & Backhouse, S. H. (2009). Mental toughness in sport: Achievement level, gender, age, experience, and sport type differences. *Personality and Individual Differences*, *47*, 73-75.
- Nwuga, V. (1975). Grip strength and grip endurance in physical therapy students. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *56*, 296-299.
- Oberbeck, H. (1989). *Seitigkeitsphänomene und Seitigkeitstypologie im Sport*. Schorndorf: Hofmann.
- Onder, G., Penninx, B. W., Lapuerta, P., Fried, L. P., Ostir, G. V., Guralnik, J. M., & Pahor, M. (2002). Change in physical performance over time in older women: the women's health and aging study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *57*, 289-293.
- Phelps, V. R. (1952). Relative index finger length as a sex-influenced trait in man. *American Journal Human Genetics*, *4*, 72-89.
- Pierson, W. R., & O'Connell, E. R. (1962). Age, height, weight and grip strength. *Research Quarterly*, *33*, 439-443.
- Pieterse, S., Manandhar, M., & Ismail, S. (2002). The association between nutritional status and hand grip strength in older rwandan refugees. *European Journal of Clinical Nutrition*, *56*, 933-939.

- Pokrywka, L., Rachoo, D., Suchecka-Rachoo, 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.
- Porac, C., & Coren, S. (1981). *Lateral preferences and human behavior*. New York-Heidelberg-Berlin: Springer Verlag.
- Raymond, M., & Pontier, D. (2004). Is there geographical variation in human handedness? *Laterality*, *9*, 35-52.
- Raymond, M., Pontier, D., Dufour, A. B., & Moller, A. P. (1996). Frequency-dependent maintenance of left handedness in humans. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, *263*, 1627-1633.
- 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*. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität, Wien.
- Reiss, M. (1992). Die Untersuchung der Hemisphärenspezialisierung beim Menschen. *Zeitschrift für Ärztliche Fortbildung*, *86*, 157-162.
- Reiss, M. (1997). Laterality of writing hand in east German samples. *Perceptual and Motor Skills*, *84*, 474.
- Richards, L., Olson, B., & Palmiter-Thomas, P. (1996). How forearm position affects grip strength. *American Journal of Occupational Therapy*, *50*, 133-139.
- Rowe, R., Maughan, B., Worthman, C. M., Costello, E. J., & Angold, A. (2004). Testosterone, antisocial behavior, and social dominance in boys: Pubertal development and biosocial interaction. *Biological Psychiatry*, *55*, 546-552.
- Salmaso, D., & Longoni, A. M. (1985). Problems in the assessment of hand preference. *Cortex*, *21*, 533-549.

- Sampras, P. (1998). Don't let southpaws scare you: After losing some tough matches to left-handers, we learned how to handle them. *Tennis*, 34, 142-145.
- Samson, M. M., Meeuwsen, I. B., Crowe, A., Dessens, J. A., Duursma, S. A., & Verhaar, H. J. (2000). Relationships between physical performance measures, age, height and body weight in healthy adults. *Age and Ageing*, 29, 235-242.
- Sattler, T., Sekulic, D., Hadzic, V., Uljevic, O., & Dervisevic, E. (2012). Vertical jumping tests in volleyball: reliability, validity, and playing-position specifics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 1532-1538.
- Scheier, M. F., Carver, C. S., & Bridges, M. W. (1994). Distinguishing optimism from neuroticism (and trait anxiety, self-mastery, and self-esteem): A reevaluation of the life orientation test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, 1063-1078.
- Schmid, J., Birrer, D., Kaiser, U., & Seiler, R. (2010). Psychometrische Eigenschaften einer deutschsprachigen Adaptation des Test of Performance Strategies (TOPS). *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 17, 50-62.
- Schmidtbleicher, D. (1985). Diagnose des Kraftverhaltens und Trainingssteuerung im Krafttraining. *Lehre der Leichtathletik*, 24, 107-110.
- Seligman, M. E. (2003). *Authentic happiness*. London: Nicholas Brealey Publishing.
- Seligman, M. (2006). *Learned optimism: How to change your mind and your life*. New York: Vintage Books.
- Sheard, M. (2010). *Mental toughness: The mindset behind sporting achievement*. London: Routledge.
- Sheard, M., & Golby, J. (2006). Effect of a psychological skills training program on swimming performance and positive psychological development. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 4, 149-169.

- 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.
- Smith, T., Smith, S., Martin, M., Henry, R., Weeks, S., Bryant, D., & Bryant, A. (2006). Grip strength in relation to overall strength and functional capacity in very old and oldest old females. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics, 24*, 63-78.
- Spiesberger, G. (2011). Nicht nur Abenteuer beginnen im Kopf: "Mentale Stärke muss man trainieren" [online]. URL: <http://www.news.at/articles/1117/20/295125/nicht-abenteuer-kopf-mentale-staerke> [16.07.2012].
- Statistik Austria (2012). Österreichische Gesundheitsbefragung 2006/07 [online]. URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/gesundheit/gesundheitsdeterminanten/bmi_body_mass_index/index.html [15.04.2012].
- Stiehler, G., Konzag, I., & Döbler, H. (1988). *Sportspiele: Theorie und Methodik der Sportspiele Basketball, Fußball, Handball, Volleyball*. Berlin: Sportverlag.
- Tester, N., & Campbell, A. (2007). Sporting achievement: What is the contribution of digit ratio? *Journal of Personality, 75*, 663-678.
- Thelwell, R., Weston, N., & Greenless, 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.
- Trivers, R., Manning, J., & Jacobson, A. (2006). A longitudinal study of digit ratio (2D:4D) and other finger ratios in jamaican children. *Hormones and Behavior, 49*, 150-156.
- Ullmann, J. F. (1974). *Psychologie der Lateralität*. Bern: Hans Huber.

- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*, 1063-1070.
- Wiesemann, C., Schmidtbleicher, D., & Frick, U. (1991). Diagnoseverfahren zur Trainingssteuerung der Sprunghöhe beim Angriffsschlag im Volleyball. In F. Dannemann (Hrsg.), *Volleyball gesamtdeutsch, 16. Symposium des deutschen Volleyballverbandes* (S. 104-120). Ahrensburg: Czwalina.
- Volleyball World Wide (2012). History of Volleyball [online]. URL: <http://www.volleyball.org/history.html> [14.04.2012].
- Voracek, M., & Manning, J. T. (2003). Length of fingers and penis are related through fetal Hox gene expression [letter]. *Urology*, *62*, 201.
- Voracek, M., Reimer, B., Ertl, C., & Dressler, S. G. (2006). Digit ratio (2D:4D), lateral preferences, and performance in fencing. *Perceptual and Motor Skills*, *103*, 427-446.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Cronbach α und Itemtrennschärfe	77
Tabelle 2 Fit-Maße	81
Tabelle 3 Korrelationskoeffizienten MTQ48 & SMTQ.....	82
Tabelle 4 Logistische Regression	87

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Nummerierung der Spielerpositionen.	25
Abb. 2 Kerneigenschaften von mentaler Toughness im Sport (Gerber, 2011).	27
Abb. 3 Hierarchisches Modell der mentalen Toughness nach Middleton et al. (2005).....	29
Abb. 4 Toughness-Pyramide (Bull et al., 2005).	34
Abb. 5 2D:4D-Verhältnis [http://www.handresearch.com/news/Menu_bestanden/digit-ratio-method.jpg , 16.06.2012].....	36
Abb. 6 Screeplot MTQ48	79
Abb. 7 Screeplot SMTQ	79
Abb. 8 Theoretische Faktorenstruktur des MTQ48	80
Abb. 9 Theoretische Faktorenstruktur des SMTQ.....	80
Abb. 10 mixed ANOVA- Interaktion Messzeitpunkt & Geschlecht	86
Abb. 11 ROC-Kurve	89

Eidesstattliche Erklärung

Ich bestätige, die vorliegende Diplomarbeit selbst und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen verfasst zu haben. Weiters ist dies die erste dieser Art und liegt nicht in ähnlicher oder gleicher Form bei anderen Prüfungsstellen auf. Alle Inhalte, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind mit der jeweiligen Quelle gekennzeichnet.

Maria Bachl

Wien, September 2012

Curriculum vitae

Name: Maria Elisabeth Bachl

Geburtsdatum: 10.05.1989

Geburtsort: Wien

Staatsbürgerschaft: AT

Familienstand: Verheiratet

Schulischer Werdegang

1995-1999 Volksschule 2120 Wolkersdorf

1999-2006 Bundesgymnasium BG21 Wien

Seit 2007 Psychologiestudium an der Universität Wien

Berufserfahrung

2011 6-wöchiges Praktikum für Psychologie an der Universitätsklinik für Psychiatrie des Kindes- und Jugendalters, Wien.

2007-2012 Volleyball-Lehrwartin