

**Auswirkung einer verbesserten konditionellen Leistungsfähigkeit auf
das Auftreten von fußballspezifischen Verletzungen**

- Längsschnittanalyse einer professionellen Fußballmannschaft -

Dissertation

Zur Erlangung des akademischen Grades

eines Doktors der Philosophie (Dr. phil.)

der Universität Hamburg

im Fachbereich Bewegungswissenschaften

Fakultät für Psychologie und Bewegungswissenschaften

vorgelegt von

Daniela Stein (MA. Sportwiss.),

geboren in Schwerin am 08.09.1980

Hamburg 2015

Vorsitzender: Prof. Dr. Klaus Mattes

Erstgutachter: Prof. Dr. med. Klaus-Michael Braumann

Zweitgutachter: Prof. Dr. med. Rüdiger Reer

*Basierend auf der Promotionsordnung zum Dr. phil. oder Dr. sportwiss. des Instituts
für Bewegungswissenschaft der Universität Hamburg vom 18.08.2010*

Danksagung

In erster Linie bedanke ich mich bei meinem Kollegen Herrn Dr. Jan Schröder für die freundliche, engagierte und intensive Unterstützung während der Erstellung dieser Arbeit.

Weiterhin möchte ich mich bei allen Personen bedanken, allem voran meinem Erstprüfer Herrn Prof. Dr. K.-M. Braumann und meinem Zweitprüfer Herrn Prof. Dr. R. Reer, die mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite standen und mir mit ihrer Bereitschaft zu anregenden Diskussionen eine Vielzahl von Ideen lieferten.

Außerordentlicher Dank gilt meiner Frau für den grenzenlosen und moralischen Beistand in dieser Zeit.

Vor allem aber möchte ich diese Arbeit meinen Eltern [Manfred und Petra Stein (†)] widmen, welche mich auf allen Weg stets begleitet und unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	9
Abbildungsverzeichnis	11
Vorwort	13
1. Einleitung	15
1.1 Konzeptionierung der Arbeit.....	17
1.2 Zielsetzung der Arbeit	18
2. Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung	19
2.1 Verletzungen im Fußball	19
2.1.1 Klassifikation nach Art der Verletzung	21
2.1.2 Klassifikation nach Schweregrad der Verletzungen.....	22
2.1.3 Klassifikation nach Lokalisation der Verletzungen.....	23
2.1.4 Mögliche Ursachen von Verletzungen	25
2.1.5 Wirtschaftliche Folgen von Verletzungen	29
2.2 Fußballspezifisches Anforderungsprofil - problemorientierte Hinführung	30
2.2.1 physische Belastungsanforderungen im konditionellen Bereich.....	33
2.2.2 Sportmotorische Ausdauer im Fußball	33
2.2.2.1 Herzfrequenzen und Sauerstoffaufnahme (VO ₂ max).....	35
2.2.3 Sportmotorische Schnelligkeit im Fußball	36
2.2.4 Sportmotorische Kraft im Fußball	39
2.3 Arbeitshypothese	43
3. Material und Methode	45
3.1 Untersuchungsdesign.....	45
3.2 Stichprobenbeschreibung	45
3.2.1 Einschlusskriterien	45
3.2.2 Ausschlusskriterien	46
3.3 Definition des Kriteriums „Verletzungen“	47
3.3.1 Einschlusskriterien	47
3.3.2 Ausschlusskriterien	47
3.3.3 Überblick der Verletzungen der Stammspieler.....	48
3.3.4 Bestimmung der Verletzungsinzidenz.....	48
3.4 Definition des Kriteriums „sportmotorische Tests“	49
3.4.1 Sprinttest.....	49
3.4.1.1 Testgeräte - Sprint	50
3.4.2 Sprungkrafttest	51
3.4.2.1 Testgeräte - Sprungkraft.....	52
3.4.3 Feldstufentest	53

3.4.3.1	Testgeräte - Feldstufentest.....	54
3.4.3.2	Bestimmung von Blutlaktat	55
3.4.3.3	Blutlaktatanalysator.....	56
3.4.3.4	Ermittlung der individuellen aeroben-anaeroben Schwellengeschwindigkeit (IAAS) als Trainingsmittel	56
3.4.4	Krafttest.....	61
3.5	Testablauf.....	62
3.6	Athletische Trainingsinhalte.....	63
3.7	Statistische Methoden	64
3.8	Methodenkritik.....	65
3.8.1	Untersuchungsdesign.....	65
3.8.2	Stichprobengröße.....	65
3.8.3	Verletzungsdokumentation.....	66
3.8.4	Durchführung der sportmotorischen Tests	66
3.8.5	Bestimmung der relativen Kraftleistung	66
3.8.6	Bestimmung der Schwellengeschwindigkeit und Trainingsintensitäten	67
3.8.7	Dokumentation und Durchführung des Athletiktrainings	67
3.8.8	Statistische Auswertung.....	68
4.	Ergebnisse	71
4.1	Analyse der Verletzungshäufigkeiten.....	71
4.1.1	Berechnung der Verletzungsinzidenz.....	72
4.2	Entwicklungen der sportmotorischen Tests der konditionellen Fähigkeiten	73
4.2.1	Sprinttests	73
4.2.2	Sprungkrafttests.....	77
4.2.3	Feldstufentest	79
4.2.4	Krafttests	81
4.3	Zusammenhangsanalyse zwischen den Verletzungsdaten und den getesteten konditionellen Fähigkeiten	86
4.4	Beantwortungen der Arbeitshypothese	91
5.	Diskussion	93
5.1	Prävention von Verletzungen.....	93
5.2	Entwicklung der aufgetretener Verletzungen im Beobachtungszeitraum von vier Jahren	98
5.2.1	Beobachtung der Verletzungsinzidenz.....	99
5.3	Entwicklungen der sportmotorischen Fähigkeiten im Beobachtungszeitraum von vier Jahren	100
5.3.1	Entwicklung der Schnelligkeit im Beobachtungszeitraum von vier Jahren	100
5.3.2	Entwicklung der Ausdauer im Beobachtungszeitraum von vier Jahren	102
5.3.3	Entwicklung der relativen Kraftleistung im Beobachtungszeitraum von vier Jahren.....	105

5.3.4	Entwicklung der Sprungkraft im Beobachtungszeitraum von vier Jahren	106
5.4	Zusammenhang zwischen der sportmotorischen Leistungsentwicklung und der Verletzungsprävention.....	108
5.5	Limitationen der Arbeit	111
6.	Fazit	115
7.	Schlussbetrachtung	117
8.	Zusammenfassung	119
8.1	Kurzfassung	119
8.2	Abstract	120
9.	Literaturverzeichnis	123
	Ehrenwörtliche Erklärung	145
	Anhänge	147

Abkürzungsverzeichnis

1 RM	One Repetition Maximum
Abb.	Abbildung
BPM	Beats per minute
cm	Zentimeter
CMJ	Counter-Movement-Jump
DFB	Deutscher Fußballbund
DVZ	Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus
EM	Europameisterschaft
FIFA	Fédération Internationale de Football
F-MARC	FIFA Medical Assessment and Research Centre
h	Stunde
HFmax	maximale Herzfrequenz
Hz.	Herz
IAAS	Individuelle aerobe-anaerobe Schwelle
Kap.	Kapitel
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
kg/kg	Kilogramm pro Kilogramm Körpermasse
km/h	Kilometer pro Stunde
LLK	Laktat-Leistungs-Kurve
m	Meter
m/s	Meter pro Sekunde
min	Minute
Mio.	Millionen
ml	Milliliter
ml/min/kg	Milliliter pro Minute pro Kilogramm
mmol/l	Millimol je Liter
modif.	modifiziert
ms	Millisekunde
MW	Mittelwert
OP	Operation
Schl./min	Schläge pro Minute
SD	Standardabweichung
s	Sekunde
Tab.	Tabelle
TDS	Talent Diagnose System
UEFA	Union of European Football Association
VBG	Verwaltungsberufsgenossenschaft

Abkürzungsverzeichnis

VKB	Vordere-Kreuzband-Ruptur
VO ₂ max	Maximale Sauerstoffaufnahme
Wdh.	Wiederholung
WM	Weltmeisterschaft

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Klassifikation nach Art der Verletzungen.....	21
Tab. 2:	Klassifikation nach Schweregrad der Verletzungen.....	22
Tab. 3:	Intrinsische und Extrinsische Einflussfaktoren für Verletzungen im Fußball.....	26
Tab. 4:	Durchschnittliche Gesamtwegstrecke (m) in einem Fußballspiel	34
Tab. 5:	Entwicklung der maximale Sauerstoffaufnahme (ml/kg/min)	36
Tab. 6:	Überblick der Entwicklung der Sprintleistung im Fußball von 1993- 2004	38
Tab. 7:	Überblick der Entwicklung der Sprungleistung im Fußball von 2000-2013	42
Tab. 8:	Anthropometrische Daten der Stammspieler	46
Tab. 9:	Darstellung der Trainingsintensitäten	60
Tab. 10:	Kreuztabelle der Mittelwertdifferenzen 'Anzahl der Verletzungen [Hfk.]`	72
Tab. 11:	Bestimmung der Verletzungsinzidenz pro 1000 h	73
Tab. 12:	Kreuztabelle der Mittelwertdifferenzen 'Sprintzeit über 5 m [s] `	75
Tab. 13:	Kreuztabelle der Mittelwertdifferenzen 'Sprintzeit über 30m [s] `	76
Tab. 14:	Deskriptive Statistik der Sprunghöhe[cm] im CMJ ohne Armeinsatz (MW ± SD).....	78
Tab. 15:	Deskriptive Statistik der Sprunghöhe[cm] im CMJ mit Armeinsatz (MW ± SD)	79
Tab. 16:	Deskriptive Statistik der Schwellengeschwindigkeit [m/s] (MW ± SD)	81
Tab. 17:	Deskriptive Statistik der relativierten Maximallast [kg/kg Körpermasse] im Bankdrücken (MW ± SD).....	82
Tab. 18:	Deskriptive Statistik der relativierten Maximallast [kg/kg Körpermasse] in der Kniebeuge	84
Tab. 19:	Kreuztabelle der Mittelwertdifferenzen 'relative Kraftleistung beim 'Stoßen` [kg/kg Körpermasse]	85
Tab. 20:	Deskriptive Statistik der Delta Veränderungen	86
Tab. 21:	Übersicht von Präventionsprogrammen für die untere Extremität	96
Tab. 22:	Überblick der Laufintensitäten und der prozentualen Verteilung	101

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Schematische Darstellung der Lokalisation von Verletzungen im Fußball	24
Abb. 2:	Lokalisation von Verletzungen an den unteren Extremitäten	25
Abb. 3:	Valgus- und Innenrotationsbewegung des Kniegelenkes bei Richtungswechsel	28
Abb. 4:	Valgusbewegung des Kniegelenkes nach Landung	28
Abb. 5:	Vorschub des Unterschenkels bei Abbremsbewegungen	29
Abb. 6:	Veranschaulichung der Einflussfaktoren auf die sportmotorische Leistungsfähigkeit.....	31
Abb. 7:	Schematische Darstellung der Leistungskomponenten im Fußball	32
Abb. 8:	Prozentuelle Darstellung aller Verletzungen (MW)	48
Abb. 9:	Schematische Darstellung des Sprinttests über 30 m	50
Abb. 10:	Doppellichtschranke (A) mit Reflektor (B)	51
Abb. 11:	Schematische Darstellung des CMJ mit Armschwung	51
Abb. 12:	Schematische Darstellung des CMJ ohne Armschwung.....	52
Abb. 13:	Zweigeteilte Bodenkontaktmatte.....	52
Abb. 14:	Exemplarische Darstellung des Feldstufentests.....	54
Abb. 15:	Herzfrequenz -Empfänger, Polar FS1.....	54
Abb. 16:	Herzfrequenz-Sender, Polar T31	54
Abb. 17:	Kapillare Blutentnahme aus dem Ohrfläppchen.....	55
Abb. 18:	Safe-Lock-Gefäß mit Pufferlösung zur Bestimmung des Blutlaktats	55
Abb. 19:	Laktatanalysator der Firma Biosen C-line, Clinic	56
Abb. 20:	Schematisches Model einer Laktatleistungskurve (LLK)	57
Abb. 21:	Schematische Darstellung eines Laktatsenkentests nach Tegtbur et al. (1991).....	58
Abb. 22:	Schematische Darstellung der IAAS	58
Abb. 23:	Schematische Darstellung der IAAS auf Grundlage des ersten Belastungstestes.....	59
Abb. 24:	Schematische Darstellung der individuellen Trainingsintensitäten	60
Abb. 25:	Darstellung der Kraftübungen: Bankdrücken	61
Abb. 26:	Darstellung der Kraftübungen: Kniebeuge (90°).....	61
Abb. 27:	Darstellung der Kraftübungen: Stoßen „clean and jerk“	62
Abb. 28:	Anzahl der Verletzungen (MW \pm SD) aller Spieler (n = 8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10`	71
Abb. 29:	Sprintzeit [s] über 5 m (MW \pm SD) aller Spieler (n = 8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10`	74
Abb. 30:	Sprintzeit [s] über 30 m (MW \pm SD) aller Spieler (n = 8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10`	76
Abb. 31:	Erreichte Sprunghöhe [cm] beim CMJ ohne Armeinsatz (MW \pm SD) aller Spieler (n=8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10`	77
Abb. 32:	Erreichte Sprunghöhe [cm] beim CMJ mit Armeinsatz (MW \pm SD) aller Spieler (n=8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10`	78
Abb. 33:	Geschwindigkeit [m/s] an der IAAS (MW \pm SD) aller Spieler (n=8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10`	80
Abb. 34:	relative Maximallast [kg/kg Körpermasse] im Bankdrücken (MW \pm SD) aller Spieler (n=8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10`	82
Abb. 35:	relative Maximallast [kg/kg Körpermasse] in der Kniebeuge (MW \pm SD) aller Spieler (n=8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10`	83

Abb. 36:	relative Maximallast [kg/kg Körpermasse] beim 'clean and jerk' (MW \pm SD) aller Spieler (n=8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'	85
Abb. 37:	Entwicklungsverlauf der Anzahl der Verletzungen [Hfk] von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10' (n=8)	87
Abb. 38:	Darstellung des Parallelverlaufes der Entwicklungen der Sprintzeiten [s] über 5m und der Anzahl der Verletzungen [Hfk] von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10' (n=8).....	88
Abb. 39:	Darstellung des Parallelverlaufes der Entwicklungen der Sprintzeiten [s] über 30m und der Anzahl der Verletzungen [Hfk] von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10' (n=8).....	89
Abb. 40:	Darstellung des Parallelverlaufes der Entwicklungen der Kniebeugeleistung [kg/kg Körpermasse] und der Anzahl der Verletzungen [Hfk] von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10' (n=8)	90
Abb. 41:	Darstellung des Parallelverlaufes der Entwicklungen der Leistung im Stoßen [kg/kg Körpermasse] und der Anzahl der Verletzungen [Hfk] von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10' (n=8)	90

Vorwort

„Football is not a science-but science may improve the level of football.“

(Jens Bangsbo, 1992a)

Nicht erst nach dem erneuten Gewinn der Weltmeister 2014 stehen die deutschen Fußballspieler und -trainer im Fokus des gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Lebens und sind damit Vorbilder und Botschafter dieses Sports. Dokumentationsfilme wie *„Deutschland ein Sommermärchen“* und, *„Die Mannschaft“* sowie Spielehersteller wie *EA Sports* (FIFA 15) machen zudem deutlich, wie medienwirksam die Sportart Fußball vermarktet wird.

Zuschauer und Fans wollen Erfolge sehen und das so spektakulär wie möglich. Ein hoher Sieg wie der über Brasilien (WM 2014 im Halbfinale 1:7) wird frenetisch und lang bejubelt. Bei Niederlagen fordern Medien, Sponsoren und Fans hingegen eine rasche Stellungnahme, in der die Schuldigen schnellstmöglich ausgemacht werden sollen.

Mit diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass der Druck auf Funktionäre, Trainer und Spieler zunehmend wächst. In allen Bereichen wird von den Akteuren Höchstleistung verlangt, um dem Spiel mit seiner steigenden Intensität, wachsendem Tempo und Präzision sowie den Forderungen der Gesellschaft gerecht zu werden.

Wenn man davon ausgeht, dass die Nationalmannschaft eines Landes die jeweils besten Fußballspieler umfasst, auch wenn die Auswahlkriterien für eine Mannschaft meist vielfältig sind, wird ein überdurchschnittliches konditionelles Niveau erwartet. Nicht nur der Bundestrainer, auch die Vereinstrainer wählen ihren Kader nach definierten Leistungskriterien aus (Spielintelligenz, technisches Vermögen, Reaktionsfähigkeit etc.). Auch wenn die Kondition nur einen Teilaspekt der fußballspezifischen Leistung darstellt, so spielt die körperliche Fitness eines Spielers dennoch eine wesentliche Rolle für den Erfolg einer Mannschaft.

Aber wie lange kann ein Spieler diesen vielfältigen Anforderungen standhalten? Die Schlagzeilen über Verletzungsmisereen in der Bundesliga häufen sich.

Nationalspieler wie Toni Kroos äußerten sich wie folgt:

"Ich bin der Meinung, dass die Belastung deutlich zu hoch ist. Gerade für Nationalspieler, die auch mit ihren Vereinen international spielen" (Die WELT, 2014a).

Manager wie Horst Heldt (Schalke 04) sind der Meinung, dass die Häufung der Wettbewerbe in den letzten Jahren verbunden mit zu geringen Pausen zu einer Erhöhung der Verletzungsrate geführt hat (Die WELT, 2014b).

Viele Vereine versuchen die Belastung auf Ihre Spieler durch eine Vergrößerung ihres Kaders zu senken. Dennoch ist dies nur ein kleiner Schritt um verletzungsbedingte Ausfälle zu bekämpfen.

Verbände wie die FIFA oder der DFB suchen gemeinsam mit Wissenschaftlern aus Medizin, Sport und Technik seit Jahren nach Lösungen in der Trainingsgestaltung, die eine optimale Ausprägung der Fitness, einhergehend mit einer Verletzungsreduktion verbinden.

Im Folgenden soll nicht nach einer Lösung für die Transferprobleme zwischen der Wissenschaft und der Praxis nachgegangen werden, sondern vielmehr die Frage diskutiert werden:

„Kann eine Verbesserung der konditionellen Leistungsfähigkeit langfristig zu einer Minimierung fußballspezifischer Verletzungen beitragen?“

1. Einleitung

Die Geschichte des Profifußballs in Deutschland beginnt im Jahr 1900 mit der Gründung des Deutschen Fußball-Bundes (DFB) als übergeordneter Verband. Noch im selben Jahr wurde bei den Olympischen Spielen in Paris Fußball als Demonstrationswettbewerb gezeigt.

Vier Jahre später entstand der Weltverband FIFA (*Fédération Internationale de Football Association*), welcher die internationalen Fußballregeln aufstellte. Bis heute werden Verbesserungsvorschläge zu Spielregeln, Sicherheitsbestimmungen oder Hilfsmitteln an den Weltverband herangetragen.

Mit der Ausrichtung der ersten Weltmeisterschaft im Jahr 1930 in Uruguay wurde der Fußball in den kommenden Jahrzehnten immer populärer. Im Weltfußballverband FIFA sind mit 209 nationalen Verbänden inzwischen mehr Länder vertreten als in den Vereinten Nationen (193) (Quelle: FIFA, UNric). Mit Gründung der Fußball-Bundesliga 1963 und der zunehmenden Verbreitung des Spieles über die Massenmedien schritt auch die Kommerzialisierung des Fußballs voran. Durch den Verkauf von Fanartikeln, Namensrechten von Stadien und Vereinen oder Übertragungsrechten an Funk und Fernsehen – erwirtschafteten die 36 Lizenz-Mannschaften der 1. und 2. Fußballbundesliga im Jahr 2011 einen Umsatz von ca. 2,3 Milliarden Euro (Bundesliga-Report 2012). 2008 mündete die Professionalisierung des deutschen Fußballs in der Neugründung einer 3. Profiligen. Die hohe volkswirtschaftliche und soziale Bedeutung der Sportart Fußball ist demnach nicht von der Hand zu weisen.

Nicht nur in Deutschland, sondern auch weltweit ist eine Zunahme der Leistungsdichte im Fußball zu verzeichnen. Hinzu kommen erhöhte und intensivere Trainings- und Wettkampfeinheiten innerhalb einer Saison (Testspiele, Bundesligaspiele, SuperCup, DFB-Pokal, Champions League, UEFA Europa League, WM oder EM). Um dem Leistungsdruck und den gestellten Anforderungen gewachsen zu sein, muss ein Fußballspieler heutzutage neben den technischen und

taktischen Kompetenzen ein hohes Maß an gut ausgeprägten physischen und psychischen Fähigkeiten mitbringen.

Den Betreuern einer Mannschaft obliegt daher eine hohe Sorgfaltspflicht gegenüber der Gesundheit Ihrer Spieler, die als Leistungserbringer und Kapitalanlage fungieren.

Fußball zählt zu den populärsten und komplexesten Kontaktsportarten, verbunden mit einer hohen Verletzungsprävalenz, überwiegend in den unteren Extremitäten (Becker, Gaulrapp & Hess, 2006; Rose & Imhoff, 2006). Für den Gesundheitssektor sind diese Verletzungen aufgrund der meist teuren Operationen und langwierigen Reha-Programme ein hoher Kostenfaktor (Henke, 2005).

Nicht nur aus finanzieller und marktwirtschaftlicher Sicht (Transfer, Werbung, Sponsoren), sondern vor allem aus ethischen Gründen sollte der Erhalt der Gesundheit eines Spielers daher das oberste Ziel in der Trainings- und Wettkampfsteuerung des Fußballs sein.

Kurz angelegte Querschnittstudien konnten bereits einen positiven Zusammenhang zwischen körperlicher Fitness und dem Auftreten von Verletzungen dokumentieren (Caraffa, Cerulli, Proietti & Rizzo, 1996; Heidt, Sweeterman, Carlonas, Traub & Tekulve, 2000; Hewett, Lindenfeld, Riccobene & Noyes, 1999; Wedderkopp, Kaltoft, Lundgaard, Rosendahl & Froberg, 1999).

Spätestens seit der Vorbereitung der deutschen Fußballnationalmannschaft auf die FIFA WM 2006 unter Jürgen Klinsmann wurde die Bedeutung eines wissenschaftlich gestützten Athletiktrainings im Profifußball immer wieder emotional und kontrovers diskutiert. Experten gehen davon aus, dass im deutschen Profifußball seit den neunziger Jahren ein deutlicher Anstieg des Leistungsniveaus stattgefunden hat. So findet man zum Beispiel Leistungswerte für die Ausdauerleistungsfähigkeit (m/s) der deutschen Nationalmannschaft aus den 90zigern heute bereits schon in der Regionalliga (Meyer, Ohlendorf & Kindermann, 2000; Stein, Wellmann, Reer & Braumann, 2011).

Wissenschaftlich begründete und praxisnahe Trainingskonzepte zur Leistungssteigerung und zur Verletzungsprävention rücken daher mehr und mehr in

den Fokus der Forschung. Häufig erschweren jedoch methodisch-organisatorische Gründe (Zusammenarbeit von Trainern, Spielern und Ärzten) die Durchführung von Studien, wodurch Daten oftmals nur über ein kleines Zeitfenster erhoben und analysiert werden können. Das Hinterfragen von möglichen Effekten oder Zusammenhängen kann aus wissenschaftlicher Sicht dann meist nur begrenzt beantwortet werden.

Obwohl in vielen epidemiologischen Studien über die Ursachen von Fußballverletzungen und ihren Präventionsmöglichkeiten berichtet wurde, finden nur wenige Ideen Anklang in der Praxis. Gründe hierfür liegen neben dem fehlenden Wissen der Betreuer um bestehende Konzepte vor allem in der Trainingsgestaltung, die zum größten Teil immer noch ohne wissenschaftliche Absicherung erfolgt (Meyer, 2006).

1.1 Konzeptionierung der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit werden vor allem theoretische Hintergründe zum Auftreten von fußballspezifischen Verletzungen sowie das aktuelle Anforderungsprofil eines Fußballspielers beleuchtet.

Im ersten Schritt sollen relevante Studien zum Gegenstand von fußball-assoziierten Verletzungen herangezogen werden, um mögliche Determinanten zu definieren **(Kap. 2.1)**.

Im zweiten Schritt sollen sportmotorische Leistungsmerkmale herausgefiltert werden, welche einen wesentlichen Einfluss auf die sportspezifischen Anforderungen im Profifußball besitzen **(Kap. 2.2)**.

In einer Längsschnittanalyse sollen anschließend Langzeiteffekte eines durchgeführten Athletiktrainings hinsichtlich des Entwicklungsverlaufes von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten sowie fußballspezifischen Verletzungen beobachtet werden **(Kap. 4)**.

Vor dem theoretischen Hintergrund werden die empirisch erhobenen Daten der Längsschnittstudie mit der bestehenden Studienlage verglichen und zur Diskussion gestellt (**Kap. 5**).

Abschließend soll die Frage diskutiert werden, wie die gewonnenen Erkenntnisse einzuordnen sind bzw. ob es Möglichkeiten der Optimierung gibt (**Kap. 6**).

Die Schlussbetrachtung dient der Äußerung von persönlichen Ansichten und Meinungen, welche sich im Laufe der Bearbeitungszeit herauskristallisiert haben (**Kap. 7**).

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit beruht auf der Grundlage von Ergebnissen einer intern durchgeführten Untersuchung, welche ergab, dass nach Einführung eines Athletiktrainings sich innerhalb einer Saisonhälfte nicht nur die konditionellen Fähigkeiten verbesserten, sondern auch die Verletzungszahlen eines Kollektivs identischer Spieler minimiert hatten (Stein, Gonzalez, Patra, Holz & Braumann, 2009). Es drängte sich die Frage nach einem möglichen Zusammenhang auf.

Der Neuigkeitswert der vorliegenden Arbeit besteht in der Verlaufsanalyse einer Mannschaft, bei der ein kontinuierliches Training und systematisches Testen stattfand und Daten von mehreren Spielern über einen Zeitraum von vier Jahren erhoben wurden.

Nach bisherigem Kenntnisstand liegt weltweit noch keine Publikation mit diesen Gegebenheiten und unter solcher Kontinuität vor.

2. Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung

2.1 Verletzungen im Fußball

Eine Durchsicht relevanter Studien zum Gegenstand von fußball-assoziierten Verletzungen macht deutlich, dass es kein einheitliches Verständnis des Konstruktes „Verletzung“ gibt (Andersen, Tenga, Engebretsen & Bahr, 2004; Dvorak, Junge, Derman & Schwellnus, 2011; Hägglund, Walden, Bahr & Ekstrand, 2005; Hawkins & Fuller, 1999; Woods, Hawkins, Hulse et al., 2001).

Metaanalytische Vergleiche sind jedoch nur möglich, wenn Einigkeit darüber besteht, was als Verletzung definiert wird und welche kategorialen Subdifferenzierungen zu beobachten sind, wenn Verletzungen klassifiziert werden sollen bzw. Interventionseffekte zur Reduktion von Verletzungen abgeschätzt werden sollen (Hägglund et al., 2005).

Sinnvolle Differenzierungen zur Klassifikation von Verletzungen im Fußball können sich auf sehr unterschiedliche Kategorien stützen:

- *Verletzungsarten* (Muskel-Sehnen-Apparat, Gelenke mit ihren Bändern, Kapseln und Knorpeln, Trauma, Überbelastung)
- *Schweregrad* in Anhängigkeit von der Ausfallzeit (3 Tage, 1 Woche, 1 Monat usw.)
- *Lokalisation* (obere Extremitäten, untere Extremitäten, Kopf, Rumpf)
- mögliche *Ursache* (Verletzungsmechanismen)

Unter Berücksichtigung dieser Determinanten wurden unterschiedliche Definitionen des Begriffes „Verletzungen im Fußball“ vorgenommen.

Die UEFA formulierte einen Ansatz, der vor allem den Schweregrad von Verletzungsereignissen berücksichtigt:

„Es handelt sich um eine Verletzung, wenn durch diese das Training/Spiel unterbrochen oder das nächste Training/Spiel nicht angetreten werden kann.“
(Hägglund et al., 2005, S. 342).

Andere Ansätze betonen eher den Aspekt der Inanspruchnahme einer ärztlich-medizinische Versorgung, teils auch ungeachtet dessen, ob eine Verletzung nachfolgende Abwesenheit vom Training oder Wettkampf verursacht (Hawkins et al., 1999).

Es zeigt sich die Notwendigkeit der operationalen Eingrenzung des Begriffes „Verletzung“, damit eine einheitliche Trainings- und Wettkampfdokumentation erfolgen kann, die dann im Weiteren erlaubt, ein realistisches Verhältnis von Abwesenheits- und Anwesenheitstagen darzulegen (Ekstrand, Gillquist, Möller, Oberberg & Liljedahl, 1983a; Nielsen & Yde, 1989). Mit Hilfe der dadurch erfassten Expositionszeiten lassen sich Verletzungen pro 1000 Stunden Fußballaktivität im Wettkampf oder Training bestimmen (Arnason, Sigurdsson, Gudmundsson et al., 2004b; Dvorak & Junge, 2000a; Ekstrand et al., 1983a; Junge & Dvorak, 2000; Lewin, 1989; Nielsen & Yde, 1989).

Für die Trainingsexpositionszeit konnten Dvorak und Junge (2000a) in einer Literaturübersicht eine Verletzungsinzidenz von 1,5 bis 7,6 Verletzungen pro 1000 Stunden ermitteln, für die Wettkampffexposition lag die Inzidenz bei 12 bis 35 Verletzungen pro 1000 Stunden. Jüngere Analysen von Dvorak et al. (2011) und Ekstrand (2006) bestätigen diese Befunde. Die große Varianz der Ergebnisse begründen Dvorak und Junge (2000a) mit der Verwendung unterschiedlicher Designs und Populationen innerhalb der Studien.

1999 initiierte die FIFA ein Forschungsprojekt indem notwendige Informationen vorgeschlagen wurden, um Expositionszeiten genauer Berechnung zu können.

Die Dokumentation der Verletzungen sollte auf mindestens drei Ebenen erfolgen (Hägglund et al., 2005):

1. Anamnese zu Spieleralter, Gewicht, Größe, dominierendes Bein und Vorverletzungen sowie durchgeführten Operationen.
2. An- und Abwesenheit im Trainings- und Wettkampfbetrieb (in min.) mit Begründung der Fehlzeiten.
3. Informationen über die Art und die Mechanismen von Verletzungen.

2.1.1 Klassifikation nach Art der Verletzung

Für einen Vergleich mit anderen Studien muss neben einer einheitlichen Definition des Konstruktes „Verletzung“ auch die Art der Verletzungen definiert werden. Aufgrund der Vielzahl an auftretenden Verletzungen im Fußball fällt es vielen Autoren schwer, diese in geeignete Gruppen zu gliedern. Je nach Stichprobe und Ziel der Studie wurde die Art der Verletzungen eher willkürlich vorgenommen.

Eine Möglichkeit bietet die Einteilung nach Hägglund et al. (2005). Hier wurden die Verletzungen in sieben Kategorien eingeteilt (**Tab.1**).

Tab. 1: Klassifikation nach Art der Verletzungen

Klassifikation von Verletzungen	
Traumatisch	Akute Distorsion von Bändern oder gemeinsamen Kapseln
Verstauchungen	
Überdehnung	Akute Distorsion von Muskeln und Sehnen
Prellung	Gewebeeinblutung (blauer Fleck), die keine weitere Verletzung mit sich bringt
Frakturen	Traumatische Knochenbrüche
Dislozierung	Teilweise oder ganze Luxation der knöchernen Teile eines Gelenkes
Überbeanspruchung	Ein Schmerzsyndrom des Muskelskelettsystems ohne bekanntes Trauma oder Vorerkrankung, welche auf die bestehenden Symptome Rückschlüsse zulassen
andere	Nicht klassifizierte Verletzungen. z.B. Schürfwunden, Gehirnerschütterung

(modif. nach Hägglund, 2005)

Ähnliche Einteilungen wurden auch von Andersen et al. (2004); Fuller, Ekstrand, Junge et al. (2006); Inklar (1994) und Poulsen, Freund, Madsen & Sandvej (1991) verwendet.

Betrachtet man die Studienlage, tauchen am häufigsten Muskelverletzungen (ca. 38 %) in Form von Verhärtungen, Rissen oder Zerrungen auf (Giza, Fuller, Junge &

Dvorak, 2003), gefolgt von Gelenksverstauchungen (ca. 31%), denen meist ein Umknicktrauma des oberen Sprunggelenkes oder der Finger vorherging, und die typischen Bänderverletzungen am Kniegelenk, welche ca. 12 % aller Verletzungsarten ausmachen. Die restlichen 24 % beinhalteten Frakturen, Luxationen, Quetschungen und Entzündungen verteilt auf den ganzen Körper (Becker et al., 2006; Dvorak, Junge & Grimm; 2009a, Eckstrand, 2003a, 2004; Ekstrand, Hägglund & Walden, 2011).

2.1.2 Klassifikation nach Schweregrad der Verletzungen

Die UEFA unter der Leitung von Prof. Dr. Ekstrand definierte 2003 vier Stufen des Schweregrades von Verletzung (**Tab.2**).

Tab. 2: *Klassifikation nach Schweregrad der Verletzungen*

Einstufung	Definition
geringfügig	Abwesenheit < 3 Tage
leicht	Abwesenheit < 1 Woche
mittelschwer	Abwesenheit > 1 Woche aber < 1 Monat
schwer	Abwesenheit > 1 Monat

(modif. nach Ekstrand, 2003b).

Eine andere Einteilung nahmen Rahnama, Reilly und Lees (2002) vor. Sie untersuchten Verletzungen, die während eines Spieles auftraten und unterteilten diese in drei Verletzungsgrade:

Grade 1 = geringfügige Verletzung, welche auf dem Spielfeld behandelt werden muss/kann.

Grade 2 = mittelschwere Verletzung, welche außerhalb des Spielfeldes behandelt werden muss, der Spieler kann das Spiel aber zu Ende bestreiten.

Grade 3 = schwere Verletzung, welche zum Ausfall des Spielers führt.

Nach der Analyse mehrerer epidemiologischen Studien kann festgehalten werden, dass im Durchschnitt jeder Spieler pro Saison zwei geringfügige und jede dritte Saison eine schwere Verletzung erleidet (Becker et al., 2006; Dvorak et al., 2011; Ekstrand, 2003a; Henke, Schulz & Platen, 2006).

2.1.3 Klassifikation nach Lokalisation der Verletzungen

Aus den Ergebnissen zahlreicher epidemiologischer Studien konnte der Schwerpunkt der Verletzungen im Fußball an den unteren Extremitäten ausgemacht werden. Abhängig von der Stichprobengröße fallen zwischen 60,8 % und 89,2 % aller Verletzungen auf die untere Extremität, gefolgt von der oberen Extremität mit 10,4 % bis 38,7 %. Die Kopfregion lag zwischen 7,0 % und 8,4 % (**Abb. 1**) (Arnason, Sigurdsson, Gudmundsson et al., 2004a; Becker et al., 2006; Ekstrand, 2003a; Hawkins et al., 2001; Henke et al., 2006; Kuppig & Heisel, 1993)

Für die vorliegende Arbeit wurden lediglich Verletzungen der unteren Extremität (Sprunggelenk, Unterschenkel mit Wade und Achillessehne, Vorder- und Rückseite des Oberschenkels, Adduktoren, Abduktoren, Knie), berücksichtigt, da diese nach Studienlage die Mehrheit der Verletzungen ausmachen.

Eine Studie von Olga Papst (2010), in der sie an 380 Fußballspielern der 3. Bundesliga und der Regionalliga das Auftreten von Verletzungen an den unteren Extremitäten untersuchte, zeigte ferner, dass am häufigsten Verletzungen an den Oberschenkeln auftraten (ca. 78 %), gefolgt von Verletzungen des oberen Sprunggelenkes (ca. 70 %) und Verletzungen am Knie (ca. 33 %).

Diese Befunde decken sich mit den Ergebnissen früherer Studien, in denen noch eine weitere Unterteilung der Verletzungen der unteren Extremitäten in Unterschenkel (23 %) und Adduktoren (21 %) vorgenommen wurde (**Abb.2**) (Ekstrand, 2003a; Hawkins & Fuller, 1999; Inklaar, Bol, Schmikli & Mosterd, 1996; Kuppig & Heisel, 1993; Peterson, Junge & Chomiak, 2000; Price, Hawkins & Hulse, 2004 und Rose & Imhoff, 2006).

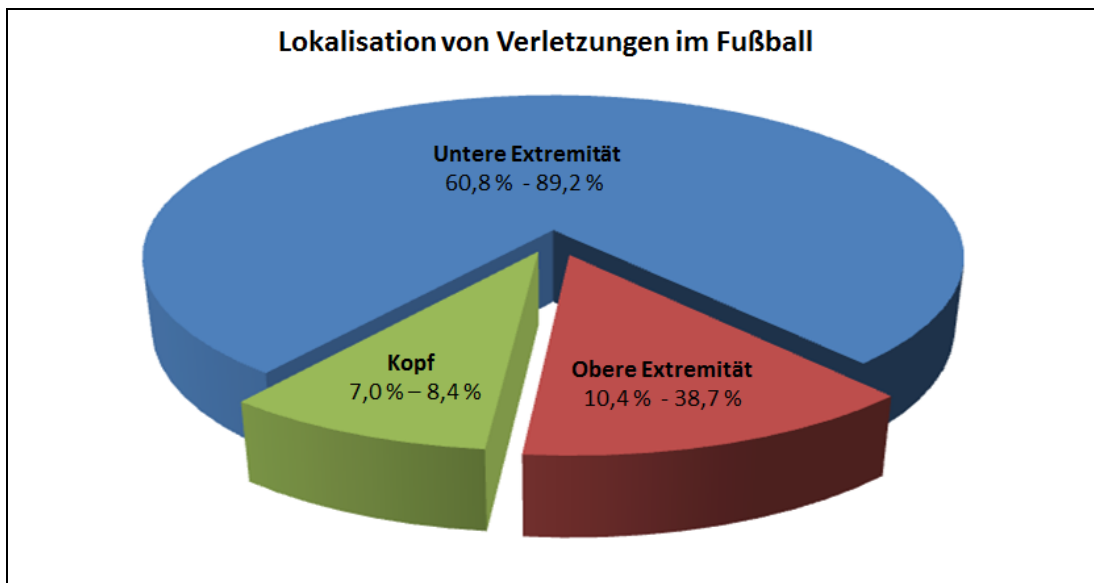


Abb. 1: Schematische Darstellung der Lokalisation von Verletzungen im Fußball
(modif. nach Becker et. al., 2006)

Mit 33 % treten Knieverletzungen zwar relativ selten auf, sie sind jedoch meist die schwerwiegendsten. Bei 11 % aller Knieverletzungen handelt es sich um vordere Kreuzbandrupturen (VKB-Rupturen), welche meist mit Begleiterscheinungen wie einem Meniskusriss (53 %), einem Knorpelschaden (23 %) oder einem Innenbandriss (20 %) einhergeht. Eine Ausfallzeit von 6 Monaten und länger ist die Regel. Die Oberschenkelmuskulatur weist ein erhöhtes Maß an Muskelverletzungen auf, wobei die ischiocrurale Muskulatur (61 %) mehr betroffen ist als der Quadrizeps (47 %). Dagegen wurde beim Sprunggelenk vermehrt Verletzungen am Außenband (ca. 44 %) beobachtet. An der Unterschenkelmuskulatur konnten Verletzungen an den Waden (Muskelverhärtung) und den Achillessehnen (Überlastungsschaden) ausgemacht werden (**Abb. 2**) (Ekstrand, 2003a; Ekstrand, Healy, Walden, Lee & English, 2012; Giza et al., 2003; Inklaar et al., 1996; Kuppig & Heisel, 1993; Papst, 2010).

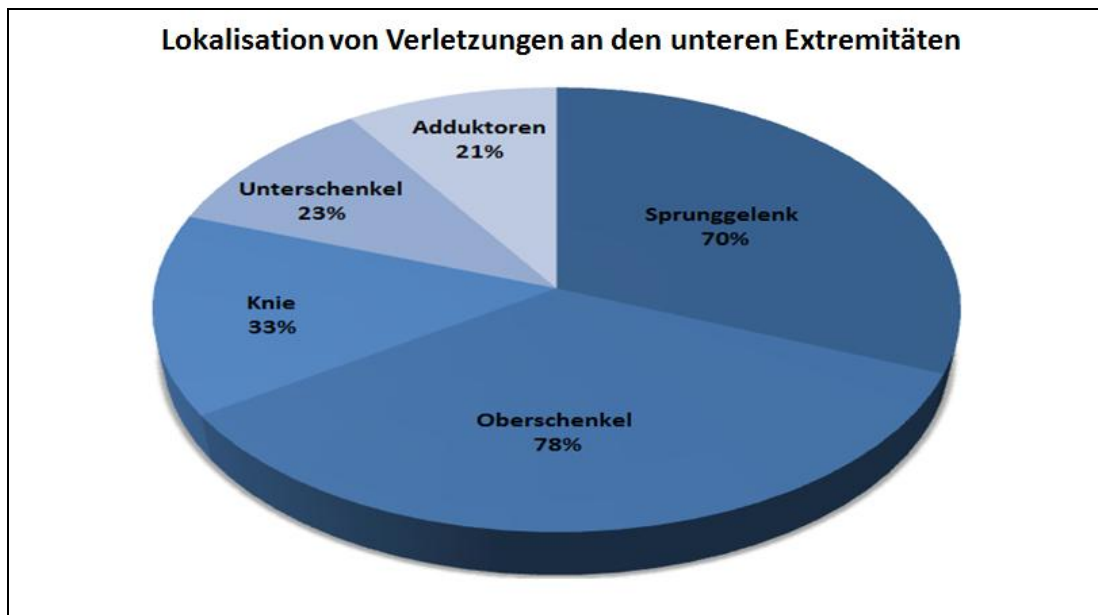


Abb. 2: Lokalisation von Verletzungen an den unteren Extremitäten

2.1.4 Mögliche Ursachen von Verletzungen

Sportartspezifische Aktionen wie Zweikämpfe, Kopfballeinsätze (Kollision, Landung), schnelle Richtungswechsel sowie die physische Ermüdung stellen im Fußball akute Verletzungssituationen dar (Valderrabano, 2008). Das Verletzungsrisiko eines Spielers erhöht sich zudem bei bestehenden Vorverletzungen, inadäquater Rehabilitation oder nicht ausreichender Erwärmung. Im Allgemeinen sind intrinsische und extrinsische Einflussfaktoren zu unterscheiden (**Tab.3**).

Zwei Drittel aller erfassten Verletzungen traten während eines Wettkampfsplatzes auf (Arnason, 2004a; Kuppig & Heisel, 1993; Papst, 2010). Gerade in den letzten 15 Minuten der zweiten Hälfte waren vermehrt Verletzungen festzustellen.

Gründe hierfür liegen in einer gestiegenen körperlichen und geistigen Erschöpfung, welche mit längeren Regenerationszeiten, nachlassender Konzentration und Motivation einhergeht (Becker et al., 2006; Dvorak, Junge, Chomik et al., 2000b; Rahnama et al., 2002; Vigne, Gaudino & Rogowski, 2010).

Tab. 3: Intrinsische und Extrinsische Einflussfaktoren für Verletzungen im Fußball

Einflussfaktoren für Verletzungen im Fußball	
Intrinsische Faktoren	Extrinsische Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - alte Verletzungen - Ernährung - physische Leistungsfähigkeit (Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit) - unvollständige Rehabilitation - Muskeldysbalance - funktionelle Instabilität - Biologisches, und Trainingsalter - psychische Leistungsfähigkeit - Haltungs- und Fehlstellungen (Skoliose, Rund-/Hohlrücken, pathologische Achsendeviationen) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausrüstung (Schienbeinschoner, Schuhwerk, Stollenlänge etc.) - Regelwerk - professionelle Betreuung - Taping - Aufwärmen - Wetter - Bodenbeschaffenheit (Halle, Rasen etc.) - Trainingsintensität (harte Trainingseinheiten, hohe Trainingsumfänge etc.) - Schiedsrichterentscheidungen

(mod. nach Valderrabano, 2008; Camathias & Valderrabano, 2008)

Am gefährdetsten für Verletzungen war das dominante Bein eines Fußballspielers, da dieses häufiger beim Grätschen, Pressschlag oder bei Sprüngen benutzt wird (Hawkins et al., 2001).

Drei Hauptlokalisationsorte können bei den Verletzungen der unteren Extremitäten ausgemacht werden (Papst, 2010):

1. Verletzungen der Oberschenkelmuskulatur (78 %)
2. Verletzungen des Sprunggelenkes (70 %)
3. Verletzungen des Kniegelenkes (33 %)

Die Ergebnisse zahlreicher epidemiologischer Studien zeigen, dass *Oberschenkelverletzungen* zu 78 % ohne Gegnereinwirkung entstanden sind und überwiegend muskulär bedingt waren. Knapp ein Viertel dieser Verletzungen wurden als rezidiv eingestuft. Beobachtet wurden diese Verletzungen überwiegend an der hinteren Oberschenkelmuskulatur (84 %), entstanden während eines Sprints (Papst, 2010; Engebretsen, Myklebust, Holme & Bahr, 2010). Die verkürzte hintere Oberschenkelmuskulatur konnte als wichtigster *prädisponierender* Faktor, bedingt durch die intensiven und häufigen Sprints, ausgemacht werden (Papst, 2010).

Studienergebnisse von Best und Tietze (2013); Dvorak et al. (2009a); Schache, Crossley, Macinodde, Fahrner und Pandy (2011) sowie Witvrouw, Danneels, Asselmann, D'Have und Cambier (2003) wiesen mangelnde Beweglichkeit der Gelenke sowie der Muskulatur, unzureichendes Aufwärmen, geringe Muskelkraft und ein erhöhtes Alter als weitere Risikofaktoren von Oberschenkelverletzungen nach. Es konnte weiterhin gezeigt werden, dass 75 % der *Sprunggelenksverletzungen* während des Laufens oder beim Landen auf einem unebenen Boden entstanden sind (Kuppig & Heisel, 1993). Nach Eder & Hoffmann (2006) waren instabile Fußgelenke und/oder Schwächen in der Propriozeption Ursachen für so eine Verletzung. Studien haben gezeigt, dass das Risiko von Sprunggelenksverletzungen durch das Tragen von Orthesen, das Anbringen von Tape-Verbänden sowie statischem und dynamischem Propriozeptions- bzw. Koordinationstraining reduziert werden konnte (Dvorak, Grimm, Schmied & Junge, 2009b; Eder & Hoffmann, 2006; Henke et al., 2006).

Verletzungen des *Kniegelenkes*, insbesondere Rupturen des vorderen Kreuzbandes, waren zu 47 % Non-Kontakt-Verletzungen und betrafen zu 63 % das Standbein, wobei Stürmer und Verteidiger am häufigsten von dieser Verletzung betroffen waren (Faude, Junge, Kindermann & Dvorak, 2005; Gaulrapp, Becker & Hess, 2007; Orchard, Seward, McGiven & Hoff, 1999; Papst, 2010). Krutsch und Angele (2013) stellten in ihrer Studie drei typische Situationen dar, welche vor allem zu VKB-Rupturen führten:

2. Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung

1. Bei einem Richtungswechsel macht der Spieler einen Ausfallschritt und verdreht den im Boden/Rasen fixierten Fuß, dadurch kommt es zu einer Valgus- und Innenrotationsbewegung im Knie. Die Bänder müssen dabei hohe Spannungs- und Belastungsspitzen aushalten. Bei großer Instabilität kann das vordere Kreuzband dann reißen.



Abb. 3 Valgus- und Innenrotationsbewegung des Kniegelenkes bei Richtungswechsel

2. Der Spieler landet nach einem Sprung zum Kopfball nicht mit einer geraden Beinachse. Das Knie knickt nach innen weg, wobei es ebenfalls zu einer Valgusbewegung im Kniegelenk kommt. Das Körpergewicht kann so nicht optimal von den unteren Extremitäten abgefedert werden und es entstehen hohe Belastungsspitzen im nach innen und in Valgusrichtung gestressten Kniegelenk. Vor allem Fußballspielerinnen sind davon betroffen.



Abb. 4: Valgusbewegung des Kniegelenkes nach Landung

3. Bei einer Abbremsbewegung kommt es, aufgrund einer Dysbalance der muskulären Ketten der Becken-Bein-Achse und des Rumpfes, zu einem Vorschub des Unterschenkels in AP-Richtung (anterior-posterior). Dabei

verstärkt ein stark trainierter Quadrizepsmuskel bei gleichzeitig abgeschwächter Hamstrings-Muskulatur noch den Vorschub.



Abb. 5: Vorschub des Unterschenkels bei Abbremsbewegungen

2.1.5 Wirtschaftliche Folgen von Verletzungen

Verletzungen sind für einen Fußballspieler immer ein Einschnitt in seine Karriere und bedeuten nicht selten auch das Karriereende. Aus ökonomischer Sicht der Vereine ist ein verletzter Spieler ohne Spieleinsatz unrentabel, da bei schweren Verletzungen Ausfallzeiten von sechs Monaten und länger entstehen können. Eine Anhäufung von Ausfallzeiten mehrerer Spieler hat daher nicht nur finanzielle Auswirkungen auf den Verein, es kann auch die aktuelle Leistungsfähigkeit des Teams beeinflussen.

Ein wichtiger Kostenträger in diesem System ist in Deutschland die Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG). Sie ist der Unfallversicherer vieler deutscher Fußballprofis ab einem (durch die sportliche Aktivität erzielten Einkommen) von € 200 pro Monat und übernimmt ein Großteil der OP- und Therapiekosten sowie die finanzielle Aufwendung für langfristige Folgen (z.B. vermehrt bei Fußballspielern zu beobachtende Spätschäden an den Knorpelflächen des Kniegelenkes oder eine frühzeitige Hüftarthrose) (Eder & Hoffmann, 2006). Alle Beteiligten haben daher ein großes Interesse, Verletzungen so gering wie möglich zu halten.

Eine Studie der VBG, in der Verletzungsdaten der ersten drei Ligen der Saison 2004/2005 erhoben wurden, wiesen Gesamtkosten von 1,5 Mrd. Euro pro Saison

für Behandlungskosten und Personalkosten auf (Henke et al, 2006). Für jede Liga runtergerechnet, entsprach dies ca. 90 Mio. Euro. Verletzungen der unteren Extremitäten machten dabei etwa die Hälfte aller Kosten aus (Dvorak, Junge, Chomik et al., 2000b; Henke et al, 2006). 33 Mio. Euro entfielen dabei auf Knieverletzungen, gefolgt von 17 Mio. Euro für Sprunggelenksverletzungen und 10 Mio. Euro für Verletzungen des Oberschenkels (vgl. Henke et al., 2006, S.258).

Eine zur selben Zeit durchgeführte Analyse über Verletzungen in der englischen *Premier League* bestätigten diese Zahlen auch im internationalen Vergleich (Quelle: *PhysioRoom.com*). Hier lagen die Gesamtbehandlungskosten bei rund 102 Mio. Euro.

Bei schweren Verletzungen eines Fußballspielers, verbunden mit einer längeren Spielpause und gegebenenfalls Folgeschäden, erleiden alle Beteiligten einen großen finanziellen und marktwirtschaftlichen Schaden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Verletzungen im Fußball vor allem an den unteren Extremitäten auftreten. Die Hauptursache von Verletzungen ist meist muskulärer Natur und entsteht ohne Gegnereinwirkung. Prozentual gesehen liegen die Non-Kontakt-Verletzungen zwischen 26 % und 59 % und traten vorwiegend während des Laufens (unebener Boden) und bei Dreh- bzw. Abstoppbewegungen auf (Henke, 2005).

Ein hoher Anteil an Muskelverletzungen konnte an der Oberschenkelmuskulatur (*Hamstring*) beobachtet werden. Knieverletzungen sind zwar seltener, dafür schwerwiegender, was neben einer langen Ausfallzeit des Spielers auch hohe Kosten für verschiedene Träger bedeutet. Etwa 16 % bis 25 % aller Verletzungen sind rezidiv und oftmals Folgen eines Überlastungsschadens oder einer unzureichenden Rehabilitation (Dvorak et al. 2000b; Giza et al., 2003; Henke et al., 2006; Inklaar et al., 1996; Walden et al., 2005).

2.2 Fußballspezifisches Anforderungsprofil - problemorientierte Hinführung

Im empirischen Teil der Arbeit wird die Entwicklung konditioneller Leistungskennwerte im mehrjährigen Verlauf differenziert dargestellt. Dass es sich

bei den ausgewählten Leistungsmerkmalen um relevante Parameter handelt, die einen wesentlichen Einfluss auf die sportspezifischen Leistungen im Profifußball besitzen, wird in der Literatur anhand der Modellvorstellungen zum „Anforderungsprofil“ im Fußball gestützt.

Im Fußball sowie in jeder anderen Sportart sind Kondition und Koordination die Basisvoraussetzung, um Technik und Taktik optimal ausprägen zu können (Steinhöfer, 2003).

In der Trainingswissenschaft liegen zahlreiche Modellvorstellungen zur sportlichen Leistung und zur sportlichen Leistungsfähigkeit vor. Hohmann, Lames und Letzelter (2003) sowie Weineck (1998) verwiesen auf das wohl bekannteste Modell der Leistungsstruktur von Ehlenz et al. (1995). Das Modell stellt den Zusammenhang von technisch-taktischen, psychischen, konditionellen und konstitutionellen Fähig- und Fertigkeiten zur sportlichen Leistung dar. Die nachfolgende Illustration dient der besseren Veranschaulichung (**Abb. 6**).

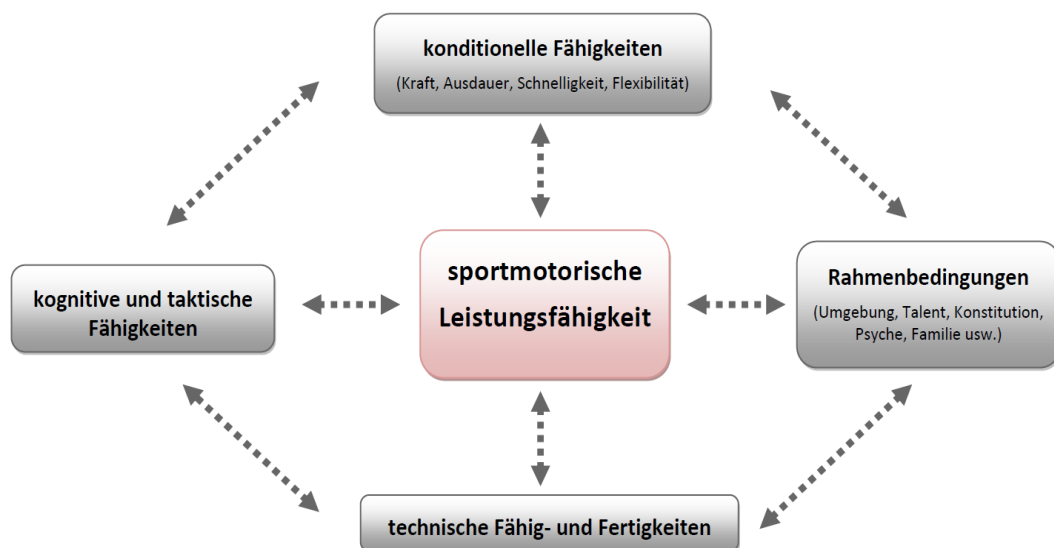


Abb. 6: Veranschaulichung der Einflussfaktoren auf die sportmotorische Leistungsfähigkeit (modif. nach Hohmann et al., 2003 & Ehlenz et al., 1995)

Ein vereinfachtes Modell für den Fußball entwickelten Eder und Hoffmann (2006). Mit ähnlichen Subkategorien wie bei Ehlenz et al. (1995) wurde der Zusammenhang von psychischen, physischen und sozialen Komponenten auf die fußballspezifische

Leistungsfähigkeit dargestellt. Die nachfolgende Illustration dient der besseren Veranschaulichung (**Abb. 7**).

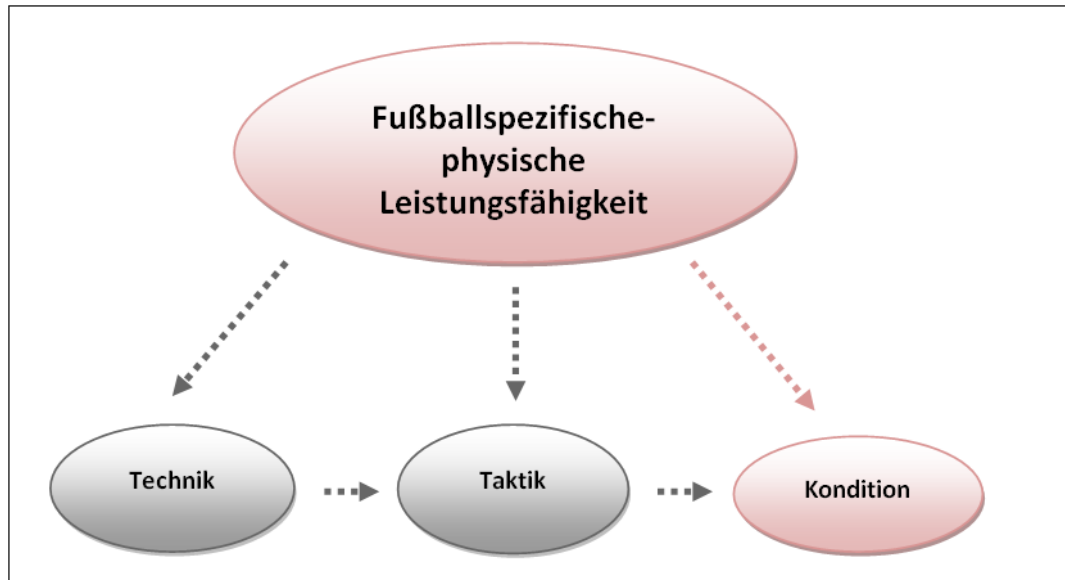


Abb. 7: Schematische Darstellung der Leistungskomponenten im Fußball

kann festgehalten werden, dass die Leistungsfähigkeit im Fußball nicht nur von den koordinativen und sensorisch-kognitiven Fähigkeiten beeinflusst wird, sondern auch die konditionellen Fähigkeiten wie Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer und Beweglichkeit eine wichtige Rolle spielen.

Kindermann, Coen und Urhausen (1993) führen an, dass die optimale Ausprägung dieser Leistungsfaktoren ein Weg ist, da eine maximale Leistungsfähigkeit in lediglich einem dieser Faktoren nicht erstrebenswert und möglicherweise auch kontraproduktiv ist.

Was unter einer „optimalen“ Leistungsfähigkeit für Fußballspieler verstanden wird, ist in einem sportartspezifischen Anforderungsprofil definiert. Es handelt sich hierbei um Grundvoraussetzungen, die zur erfolgreichen Ausübung der Sportart benötigt werden.

Sportmotorische Testverfahren und/oder medizinische Leistungsdiagnostiken liefern die qualitativen und quantitativen Informationen zu der Beurteilung von

konditionellen Leistungsfähigkeiten (Steinhöfer, 200). Eine allgemeine Soll-Vorgabe dient als Richtwert zu Formulierung von Anforderungsprofilen.

Wichtigste Voraussetzung ist ein einheitliches Test- und Auswertungssystem, um Vergleiche zwischen einzelnen Spielern oder Mannschaften ziehen zu können. Zahlreiche Autoren und Expertengruppen wie die von Tim Meyer, Wilfried Kindermann, Thomas Reilly, Jens Bangsbo und Tomas Stolen haben über Jahrzehnte Leistungsdaten von Fußballspielern aus verschiedenen Ländern und Leistungsklassen gesammelt. Mit Hilfe dieser Daten wurde versucht, ein Anforderungsprofil für Fußballspieler zu definieren.

Aufgrund der Datenfülle beinhaltet der nachfolgende Abschnitt ausschließlich Ergebnisse, die für die Arbeit relevant erscheinen.

2.2.1 physische Belastungsanforderungen im konditionellen Bereich

Ausgehend von dem vereinfachten Modell von Eder und Hoffmann (2006) (**Abb. 4**) wird in der nachfolgenden Darstellung nur auf die physische Leistungskomponente im Fußball, „die Kondition“, eingegangen.

Hierbei liegt das Hauptaugenmerk vor allem auf den sportmotorischen Fähigkeiten Ausdauer, Kraft und Schnelligkeit.

2.2.2 Sportmotorische Ausdauer im Fußball

Mit Hilfe von computergestützten Videoanalysen, z.B. von der Firma MasterCoach, können unter anderem Laufwege, Pässe, Fouls, Sprints und Laufgeschwindigkeiten jedes einzelnen Spielers nach jedem Spiel dargestellt werden (Kielbassa, 2008; Müller & Lorenz, 1996). Durch diese moderne Technik auf dem Gebiet der Spielbeobachtung kann eine exakte Analyse des sportartspezifischen Anforderungsprofils erstellt werden. Während eines Spieles absolviert ein Spieler durchschnittlich 1431 Aktionen mit und ohne Ball (Rienzi, Drust, Reilly, Carter & Martin, 2000), was alle vier Sekunden einen Wechsel der Aktivitäten bedeutet. In mehreren Studien wurde der Laufweg von Fußballspielern während eines Spieles

auf den verschiedenen Positionen beobachtet (Bangsbo, Norregaard & Thorso, 1991; Bangsbo & Lindquist, 1992b; Di Salvo, Baron & Tschan, 2007; Mohr, Krstrup & Bangsbo, 2003; Reilly & Thomas, 1976; Rienzi et al., 2000). Demnach legen Mittelfeldspieler mit durchschnittlich 12027 Metern die größte Distanz pro Spiel zurück, gefolgt vom Sturm mit durchschnittlich 11254 Metern und der Verteidigung mit durchschnittlich 10627 Metern (Di Salvo et al., 2007).

Tab. 4: Durchschnittliche Gesamtwegstrecke (m) in einem Fußballspiel

Darstellung von Gesamtlaufstrecken während eines 90 min. Fußballspieles von 1952-2012

Autor	Jahr	Stichprobe	Gesamtlaufstrecke (m)
Winterbottom	1952	englische Profimannschaft	3361
Palfai	1962	internationale Teams	2220-4868
Saltin	1973	schwedische Profimannschaft	12000
Reilly et al.	1976	englische Profimannschaft	7100-10900
Withers et al.	1982	australische Profimannschaft	11500
Winkler	1985	deutsche Profimannschaft	9000-12000
Ohashi et al.	1988	japanische Profimannschaft	9300-10400
Bangsbo	1994	dänische Profimannschaft	9400-10800
Müller et al.	1996	österreichische Profimannschaft	8923
Rienzi et al.	2000	englische Profimannschaft	10104
Broich	2009	deutsche Profimannschaft	10900
Di Salvo et al.	2007	spanische Profimannschaft	10377-12409
Vigne et al.	2010	italienische Profimannschaft	8929-12443
Siegle et al.	2012	deutsche Profimannschaft	9100-10634

Tschan, Baron, Smekal und Bachl (2001) untersuchten Studiendaten von 1952 bis 2000, die sich mit der zurückgelegten Gesamtlaufstrecke während eines Fußballspieles befassen. Sie zeigen, dass die durchschnittliche Wegstrecke von 8000 bis 12000 Metern sich in den letzten 20 Jahren kaum verändert hat. Andere Autorengruppen (Di Salvo et al., 2007; Siegle, Geisel & Lames 2012; Vigne et al., 2010) kommen zu ähnlichen Ergebnissen und bestätigen damit die Studie von Tschan et.al. (2001) (Tab.4).

2.2.2.1 Herzfrequenzen und Sauerstoffaufnahme (VO₂max)

Auch zu Herzfrequenzen (Schl./min) bei Fußballspielern liegen zahlreiche Studien vor. Stolen, Chamari, Castagna & Wisloff (2005) zeigen, dass während eines 90-minütigen Fußballspiels die Laufintensität bei ca. 80-90 % der maximalen Herzfrequenz (HFmax) liegt. Rohde und Espersen (1988) sowie Ogushi, Ohashi, Nagahama, Isokawa & Suzuki (1993) belegen weiterhin, dass die Herzfrequenz bei 63 % der Spielzeit zwischen 73 bis 92 % der HFmax lag. Lediglich in 11 % der Spielzeit war die Herzfrequenz geringer als 73 % vom Maximum. In den restlichen 26 % der Spielzeit lag die Herzfrequenz bei mehr als 92 % der HFmax.

Bangsbo, Mohr & Krstrup (2006) konnten einen Zusammenhang zwischen der maximalen Herzfrequenz (HFmax) und der Sauerstoffaufnahme (VO₂max) determinieren. Demnach korrespondiert die Laufintensität bei 85 % der HFmax. mit 75 % der VO₂max. Die VO₂max bei Fußballspielern variiert je nach Spielposition zwischen 50-75 ml/min/kg. Stroyer & Hansen (2004) ermittelten eine höhere VO₂max bei Mittelfeldspielern und Stürmern als bei Abwehrspielern (65 vs. 58 ml/min/kg).

Bei Torhütern liegt der Wert zwischen 50-55 ml/min/kg. Im Schnitt besitzen Fußballerspieler in den unteren Spielklassen niedrigere VO₂max Werte. Dieses Phänomen beobachtet man auch bei schlechteren Nationalmannschaften (z.B. Indien, Singapur vs. Deutschland, Italien). Weltklassespieler können Werte von ≥ 70 ml/min/kg erreichen (Stolen et al., 2005).

Tschan et.al (2001) geben in ihrer Arbeit einen Überblick der Studien zwischen 1990 und 2000 wieder, welche sich mit der maximale Sauerstoffaufnahme (VO₂max) im internationalen Spitzenfußball beschäftigt haben (**Tab. 5**). Eine nennenswerte Veränderung in der VO₂max konnte in diesen Jahren nicht festgestellt werden.

Tab. 5: Entwicklung der maximale Sauerstoffaufnahme (ml/kg/min)

Überblick der VO₂max bei Profifußballspielern von 1992 bis 2000

Autor	Jahr	Stichprobe	Vo ₂ max [ml/min/kg]
Bangsbo/Lindquist	1992	Dänische Profis	60,9 ± 8,1
Kindermann et al.	1993	Deutsche Profis	62,0 ± 1,9
Bangsbo	1994	Dänische Profis	60,4 ± 4,0
Baron	1997	österr. Nachwuchsspieler	58,6 ± 2,9
Jakob	1998	Deutsche Profis, 1. Bundesliga	61,8 ± 2,7
Wisloff et al.	1998	Norweg. Profi	67,6 ± 4,0
Reilly et al.	2000	England U16	Verteidiger: 59,6 ± 1,0 Mittelfeld: 60,4 ± 0,9 Sturm: 60,0 ± 1,5
Aziz et al.	2000	Nationalmanns. Singapur	58,0 ± 4,9

2.2.3 Sportmotorische Schnelligkeit im Fußball

Die Schnelligkeit manifestiert sich im Fußball in Form von Sprintleistungen. Studien über die Schnelligkeitsanforderung im Fußball gibt es nur sehr wenige. Grundlegend kann unter sportrelevanten Aspekten (Fußball) zwischen Bewegungsschnelligkeit, Handlungsschnelligkeit, Wahrnehmungsschnelligkeit, Antizipationsschnelligkeit und Reaktionsschnelligkeit unterschieden werden (Schnabel, Haare & Krug, 2008). Für die Zuschauer erkennbar ist nur die Bewegungsschnelligkeit, welche ferner unterschieden werden kann in:

- Schnelligkeitsausdauer
- Sprintausdauer
- Antrittsschnelligkeit

Während die *Schnelligkeitsausdauer* (= Fähigkeit, eine hohe Laufintensität über einen längeren Zeitraum [$> 50\text{m}$] aufrechtzuerhalten) im Fußball kaum relevant ist, spielt die *Sprintausdauer* (= Fähigkeit, eine relevante Anzahl von Sprints ohne nennenswerte Abnahme der Antrittsschnelligkeit zu absolvieren) bei ca. 100 Sprints innerhalb eines Spieles eine durchaus wichtige Rolle (Eder & Hoffmann, 2006).

Weiterhin präsentieren Eder & Hoffmann (2006) in ihrem Buch einen Überblick der Sprintanzahl und der Sprintfrequenz eines Stürmers und eines Mittelfeldspielers während eines Fußballspieles. Während der Stürmer im Durchschnitt nie länger als 20 Meter sprintet, lag die Sprintlänge bei dem Mittelfeldspieler durchschnittlich bei 45 Meter.

Dies ist aufgrund der Spielposition und den damit verbunden Laufwegen aber nicht überraschend.

Die *Antrittsschnelligkeit* (= anaerob-alaktazider Stoffwechsel, welcher nach allgemeiner trainingswissenschaftlicher Auffassung über ATP und CrP abläuft und deren Speicher für 10 bis 12 s Energie liefert) wird als Basis erfolgreichen Zweikampfverhaltens gesehen (Eder & Hoffmann, 2006; Friedrich, 2005).

Loy (1995) unterstreicht mit seiner Studie die Bedeutung der Antrittsschnelligkeit. Er zeigte, dass ca. 30 % der Tore im direkten Anschluss an Standardsituationen und 30 % nach Flanken erzielt wurden. Der Erfolg der Angriffs- oder Abwehraktion hängt demnach maßgeblich vom Antrittsvermögen der beteiligten Spieler ab.

Allgemein gilt, dass alle 30 s eine Aktion auf hohem Niveau stattfindet und alle 90 s ein maximaler Sprint von 2-4 s durchgeführt wird. Dies entspricht etwa 0,5 bis 11 % der gesamt zurückgelegten Laufstrecke während eines Spieles (Hoff, Kähler & Helgerud, 2006). Aktionen mit Ball betragen dagegen lediglich 0,5 bis 3,0 % der effektiven Spielzeit (Bangsbo & Lindquist, 1992b; Kubo, Akima, Ushiyama et al., 2004).

Außenverteidiger sprinten durchschnittlich 2,5-mal so viel wie Innenverteidiger, das Mittelfeld und der Sturm sind 1,6 - 1,7 mal schneller als die Innenverteidigung. Sprints werden durchschnittlich nur über 17-20 m absolviert (Di Salvo et al., 2007).

Nach Stolen et al. (2005) dominiert zwar der aerobe Stoffwechsel während eines Spieles, die spielentscheidenden Aktionen finden aber im anaeroben Bereich statt (kurze Sprints, Sprünge, Tackles, schnelle Richtungswechsel).

Die nachfolgenden Ergebnisse zeigen einen Überblick der Entwicklung der Sprintzeiten von 1993 bis 2004 im Fußball (**Tab.6**).

2. Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung

Ein Vergleich der Daten fällt jedoch schwer, da die Stichprobengrößen stark variieren, die Sprintzeiten mit unterschiedlichen Messgeräten erfasst wurden und die Vorlaufstrecken bis zum Durchlaufen der Startlinie unterschiedlich waren (0 bis 1 m von der Startlinie).

Tab. 6: Überblick der Entwicklung der Sprintleistung im Fußball von 1993- 2004

Autor	Probanden	N	Sprintzeiten ± SD [s]		
			0-5 m	0-10 m	0-30m
Kindermann et al., 1993	Nationalmannschaft/ Deutschland	25	0,96 ± 0,03		3,98 ± 0,1
Kollath et al., 1993	Profifußballer/Deutschland	20	1,03 ± 0,08	1,79 ± 0,09	4,19 ± 0,14
Meyer et al.,2000	Nationalmannschaft/ Deutschland	32	0,97 ± 0,04	1,67 ± 0,05	4,02 ±0,1
Cometti et al. , 2001	1 Division/ Frankreich	29		1,80 ± 0,06	4,22 ± 0,19
	2 Division/Frankreich	34		1,82 ± 0,06	4,25 ± 0,15
Wisloff et al.,2004	1 Division/ Norwegen	17		1,82 ± 0,03	4,00 ± 0,20
Little et al., 2005	1.+2.Division/ England	106		1,83 ± 0,08	
Freiwald et al. 2011	Profifußballer/Deutschland	24	1,09 ± 0,04	1,82 ± 0,06	4,22 ± 0,14
Rehhagel, 2011	Profifußballer/Deutschland	43		1,67 ± 0,08	4,12 ± 0,14
Haugen et al., 2013	Nationalmannschaft/ Norwegen	49 315		1,51 ± 0,05	3,89 ± 0,13
	1 Division/ Norwegen			1,52 ± 0,06	3,91 ± 0,18

Es kann aber hervorgehoben werden, dass während eines Fußballspieles 96 % der Sprints Distanzen bis 30m aufweisen. 49 % der Sprints sind dabei 10 m und kürzer (Stolen et al., 2005). Daraus kann abgeleitet werden, dass sowohl das Sprintantrittsverhalten als auch die maximale Sprintgeschwindigkeit wichtige Ausprägungen der Sprintleistungsfähigkeit im Fußball darstellen (Düring, 2011; Young, Benton, Duthie & Pryor, 2001a; Young, McDowell & Scarlett, 2001b).

2.2.4 Sportmotorische Kraft im Fußball

Um die bisher beschriebenen sportmotorischen Fähigkeiten (Antrittsschnelligkeit und Sprintausdauer) zu realisieren, bedarf es eines bestimmten muskulären Spannungsvermögens (= Kraft). Die Kraft mit ihren fußballrelevanten Subkategorien (Maximalkraft, Schnellkraft und Kraftausdauer) spielt eine entscheidende Rolle in der Entwicklung der sportmotorischen Leistung eines Fußballspielers. Während eines 90-minütigen Spieles absolviert ein Fußballspieler etwa 50 Richtungswechsel und knapp 25 ein- und beidbeinige Sprünge. Dies erfordert ein hohes Maß an Muskelarbeit zur Balanceerhaltung, Stabilität der Gelenke und Beibehaltung der Ballkontrolle (Eder & Hoffmann, 2006; Hoff et al., 2006; Withers, Maricic, Wasilewski & Kelly, 1982).

Eine ausreichend entwickelte *Maximalkraft* bildet langfristig die Basis für eine physiologische Belastung und Stabilität der Gelenke. Über die *Schnellkraft* muss der Fußballspieler nun lernen, das erworbene Spannungsvermögen schnell aufbauen und abrufen zu können, um adäquate Bewegungen (Antritte, Sprünge, Abstoppen usw.) erfolgreich zu realisieren. Die *Kraftausdauer* ist nur untergeordnet und zeigt sich im Fußball in einer Verbesserung der enzymatischen Kapazität der anaeroben Energiebereitstellung sowie der neuronalen Ermüdungsresistenz (Eder & Hoffmann, 2006; Düring, 2011; Schnabel et al., 2008; Wirth & Zawieja, 2008).

Die Maximalkraftleistung wird in vielen Studien mit Hilfe von isokinetischen Messgeräten (Cybex, Biodex, IsoMed 2000) erhoben, in denen neben der konzentrischen zeitgleich auch die exzentrische Muskelkraft gemessen werden kann. Die meisten isometrischen und dynamischen Kraftmessungen werden isoliert an stationären Messgeräten durchgeführt und dienen überwiegend der Feststellung von muskulären Defiziten sowie dem Nachweis von Trainingseffekten. Ein Vergleich der Ergebnisse wird erschwert, da die Durchführung mit unterschiedlichen Geräten und Zielparametern erfolgte (Gissis, Papadopoulos, Kalapotharakos et al., 2006; Kollath, Merheim, Braunleder & Kleinöder, 2006; Juneja, Verma & Khanna, 2010; Manolopoulos, Papadopoulos & Kellis, 2006).

Dynamische Maximalkrafttests, im Sinne von Hantelbelastungen, sind im Fußball aufgrund der meist fehlenden Technik und damit verbundenen Verletzungsgefahr nicht verbreitet. Eine Ausnahme bildet der 1 RM (= Repetition Maximum)-Test in der halbtiefen Kniebeuge (90°) zur Ermittlung der Beinstreckkraft (Düring, 2011; Hoff et al., 2006; Weineck, 2004).

Einen kleinen Überblick der Kraftleistung im Fußball liefert die Arbeit von Hoff und Helgerud (2004). Untersucht wurden englische Fußballmannschaften aus der Premier und Champions League hinsichtlich ihrer Maximalkraft in der 90-Grad-Kniebeuge sowie im Bankdrücken (1 RM = Repetition Maximum). In der Kniebeuge wurden Werte von $115 \pm 23,1$ kg bis $164 \pm 21,8$ kg erreicht und beim Bankdrücken lag der 1 RM zwischen $77,1 \pm 16,5$ kg und $82,7 \pm 12,8$ kg. Um die Daten mit anderen Studien vergleichen zu können, benötigt man das relative Gewichte (kg/kg Körpermasse). Nach Tschan et al. (2001) sowie Wirth & Zawieja (2008) sollten Spitzenfußballer in der Lage sein, das Doppelte ihres Körpergewichtes (2,0 – 2,5 x KG) bei der Kniebeuge, das ein bis eineinhalbfache des Körpergewichtes (1,0 – 1,5 x KG) beim Reißen sowie Stoßen und beim Bankdrücken das eigene Körpergewicht (1,0 x KG) zu bewältigen. H. Allmann (2012) forderte:

„Ein Fußballspieler der Spitzenklasse sollte eine Mindestleistung in der tiefen Kniebeuge von 1,6 – 1,8 x Körpergewicht haben.“

Eine eigene Längsschnittstudie an Fußballspielern (n = 77) einer 2. Bundesligamannschaft, erbrachte eine durchschnittliche Kniebeugeleistung von $1,46 \pm 0,21$ kg/kg Körpermasse (Stein, Wellmann, Schröder, Braumann & Reer, 2013). Weiterhin konnte gezeigt werden, dass Stürmer ($1,54 \pm 0,32$ kg/kg Körpermasse, n = 13) und Abwehrspieler ($1,59 \pm 0,18$ kg/kg Körpermasse, n = 26) eine signifikant höhere Maximalkraft in der Kniebeugeleistung besaßen als Mittelfeldspieler ($1,43 \pm 0,22$ kg/kg Körpermasse, n = 29) und Torhüter ($1,28 \pm 0,11$ kg/kg Körpermasse, n = 9). Diese Studie bestätigte die bereits vorliegenden Ergebnisse von Wisloff, Helgerud und Hoff (1998).

Eine weitere wichtige Subkategorie der Kraft ist die *Reaktivkraft*. Primär setzt sie neben Maximalkraft und schneller Kontraktionsfähigkeit vor allem reaktive Spannungsfähigkeit des Muskels und der intermuskulären Koordination voraus (Martin, Carl & Lehnertz, 1993). Steinhöfer (2003) drückte es wie folgt aus:

„Reaktives Kraftverhalten ist charakterisiert durch hohe Kraftleistungen in der exzentrischen und konzentrischen Phase der Kraftentfaltung. Wenn die zeitlichen Bedingungen zwischen Dehnung und Verkürzung stimmen, kann nicht nur die exzentrische, sondern auch die konzentrische Kraftentfaltung höher sein als bei Bewegungen ohne exzentrische Vordehnungsphase“.

Die kurze Kopplung (meist weniger als 220 ms), zwischen den Phasen Dehnung und Verkürzung nennt man Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ). Unterteilen lässt sich der DVZ in (Steinhöfer, 2003, S.83-84):

- langer DVZ (> 200 ms), z. B. in der Knie- und Hüftgelenkmuskulatur
- kurzer DVZ (< 200 ms), z. B. in der Sprunggelenkmuskulatur

Im Fußball liegt (in den unteren Extremitäten) der kurze DVZ vor allem bei der Stützphase im Sprint und bei allen Sprüngen mit Anlaufbewegung (Kopfball) vor. Der lange DVZ (meist nur für Torhüter relevant) zeigt sich im Fußball bei Sprüngen aus einer starken Kniebeugung (Weineck, 2004).

Gemessen wird die Reaktivkraft meist mittels Sprungkrafttests wie dem Counter-Movement-Jump (CMJ), dem Squat Jump (SJ) oder dem Drop Jump (DJ). Einen Überblick der Ergebnisse aus den letzten 15 Jahren liefert die **Tabelle 7**.

Es wird deutlich, dass zur Überprüfung der Sprungkraft überwiegend der Counter-Movement-Jump verwendet wurde. Der Drop Jump spielte in vielen Studien keine oder nur eine untergeordnete Rolle.

Eine eigene Studie (Stein, Wellmann & Schröder, 2013) bei einer Zweitligamannschaft (Daten wurden über 4 Jahre erhoben) zeigte beim CMJ

2. Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung

Mittelwerte von $37,20 \pm 3,62$ cm ($n = 77$), hinsichtlich der Positionen lagen jedoch keine signifikanten Unterschiede vor.

Tab. 7: Überblick der Entwicklung der Sprungleistung im Fußball von 2000-2013

Autor	Probanden	N	Sprunghöhe [cm]	
			CMJ	Squat Jump
Mujika et al., 2000	Profifußballer/Spanien	17	$47,1 \pm 6,0$	
Arnason et al., 2004a	Profifußballer/Iceland	214	$39,2 \pm 5,0$	$37,6 \pm 4,8$
Sporis et al., 2009	Kroatische Nationalmannschaft	270	$45,1 \pm 1,7$	$44,1 \pm 1,3$
Broich, 2009	Profifußballer/Deutschland	36	$36,9 \pm 5,5$	$37,7 \pm 6,8$
Freiwald et al. 2011	Profifußballer/Deutschland	24	$42,6 \pm 5,2$	$35,3 \pm 3,4$
Haugen et al., 2013	Nationalmannschaft/ Norwegen	49	$39,4 \pm 5,2$	
	1 Division/ Norwegen	315	$39,0 \pm 4,6$	

Schon seit über 30 Jahren ist bekannt, dass es einen starken Zusammenhang zwischen der Kraftleistung (1 RM = Repetition Maximum) und der Schnelligkeitsleistung über 10 Meter und 30 Meter sowie der Sprunghöhe (Counter Movement Jump, Squat Jump) gibt (Bührlé & Schmidtbleicher, 1977; Hoff, 2005; Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones & Hoff, 2004; Semenick, 1994).

Wisloff et al. (2004) zeigten signifikante Korrelationen zwischen der Kraftleistung (1 RM) in der 90 Grad Kniebeuge und der Sprunghöhe (CMJ) ($r = 0,78$, $p < 0,02$) sowie der Sprintzeit über 10 Meter ($r = 0,94$, $p < 0,001$) und über 30 Meter ($r = 0,71$, $p < 0,01$).

Andere Studien konnten ebenfalls zeigen, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Verbesserung der Maximalkraft in den unteren Extremitäten und der Verbesserung der Sprintleistung (10 bis 20 m) der Beschleunigung, der Sprungkraft, der Schusskraft sowie einer verbesserten Technik beim Richtungswechsel bestand (Almaasbakk & Hoff, 1996; Hoff & Almaasbakk, 1995; Masuda, Kikuhara, Demura,

Katsuta & Yamanaka, 2005; Weineck, 2004; Wisloff et al., 2004). Dass der Maximalkraft eine hohe Bedeutung im Fußball beigemessen werden muss, belegen die signifikanten Zusammenhänge zwischen Maximalkraft und Schnellkraft (Sprintleistung und Sprungleistung), die Kubo et al. (2004) beschrieben. Das gelegentlich von Trainern zur Begründung eines nicht durchgeführten Krafttrainings das vorgebrachte Argument: „Krafttraining wirkt sich negativ auf die Ausdauerleistung aus“ ist längst nicht mehr haltbar. Aktuelle Studien von Bangsbo et al. (2006) und Hoff (2005) zeigten, dass besonders das Schnellkrafttraining die aerobe Ausdauerfähigkeit verbessern kann.

Weiterhin lieferten Rampinini, Bishop, Marcora et al. (2007a) hohe Korrelationen zwischen der maximal erreichten Geschwindigkeit im Laktatstufentest, der Gesamtlauflänge während eines Spieles und der Laufintensitäten.

Festzuhalten ist, dass eine verbesserte Maximalkraft zu signifikant höheren Sprint-, und Sprungleistungen führt. Der gleiche Effekt zeigt sich auch bei einer verbesserten Schnellkraftleistung. Die alleinige Verbesserung in der Sprungkraft weist ebenfalls signifikante Veränderungen in der Sprintleistung auf (Kollath et al., 2006; Kubo et al., 2004; Wisloff et al., 2004).

2.3 Arbeitshypothese

Auf der Basis des aktuellen Forschungsstands lässt sich, rückführend auf die eingangs dargestellte Zielsetzung folgende Arbeitshypothese formulieren:

Es ist davon auszugehen, dass eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit, hervorgerufen durch ein kontinuierliches Athletiktraining, zu einer nachhaltigen Verringerung der fußballspezifischen Verletzungen führen wird.

3. Material und Methode

3.1 Untersuchungsdesign

Die vorliegende Studie war eine retrospektive Anwendungsbeobachtung. In einem Zeitraum von vier Jahren (2006-2010) wurden mit einer Längsschnittanalyse (Panelstudie) saisonbegleitend fußballspezifische Daten erhoben. Die jeweiligen Saisonabschlussmessungen (Messzeitpunkt lag immer im März) wurden herangezogen, um in einem Messwiederholungsdesign (4-fach abgestuft) die á priori formulierte Arbeitshypothese zu prüfen.

3.2 Stichprobenbeschreibung

Analysiert wurden Profi-Fußballspieler einer Mannschaft, die innerhalb von vier Jahren den Aufstieg aus der Regionalliga bis hin zur ersten Bundesliga erreicht haben. Während des gesamten Beobachtungszeitraumes stand die Mannschaft unter regelmäßiger sportmedizinischer / sportwissenschaftlicher Betreuung.

Aus dem Gesamtkader wurde ein Kollektiv von Stammspielern gebildet, deren Datensätze in der vorliegenden Untersuchung analysiert wurden.

3.2.1 Einschlusskriterien

Die Einschlusskriterien zur Definition der Stammspieler waren folgende:

- Zugehörigkeit zum Verein während des gesamten Beobachtungszeitraumes (2006-2010)
- lückenlose Datensätze (Verletzungen und sportmotorische Tests)
- Teilnahme an mind. einem Spiel pro Saison
- Spielanteil im gesamten Beobachtungszeitraum von mind. 40%.

Es verblieben zwölf Spieler in der Grundgesamtheit, die diese Kriterien erfüllten.

3.2.2 Ausschlusskriterien

Aus diesen zwölf Spielern mussten jedoch vier aus der Stichprobe ausgeschlossen werden. Die Torhüter (n = 2) wurden eliminiert, da ihre Verletzungsmuster nicht mit dem von Feldspielern zu vergleichen sind (Arnason et al. 2004a; Dvorak et al. 2000a; Faude, Meyer, Federspiel & Kindermann, 2009b).

Ein Spieler wurde ausgeschlossen, da seine Gesamtspielzeit lediglich 24 % in vier Jahren betrug. Bei einem weiteren Spieler kam es nach einer harmlosen Verletzung zu Komplikationen. Die vom Trainer dokumentierten Ausfallzeiten spiegelten nicht eindeutig wider, ob die Ausfälle aufgrund der alten Verletzung oder durch eine neue Verletzung derselben Art entstanden sind.

Unter Berücksichtigung der Einschluss- und Ausschlusskriterien verblieb von der ursprünglichen Anzahl der Stammspieler (n = 12) eine Stichprobengröße von n = 8 (**Tab. 8**). Das Alter der Spieler stieg im Beobachtungszeitraum naturgemäß von $24,8 \pm 3,6$ Jahren auf $27,8 \pm 3,6$ Jahre, während sich die Körpergröße nicht veränderte. Die Körpermasse der Spieler stieg von $80,5 \pm 3,2$ kg auf $82,4 \pm 3,3$ kg, bei gleichzeitiger Reduktion des Körperfettanteils von $9,9 \pm 2,0$ % auf $9,7 \pm 1,9$ %.

Tab. 8: Anthropometrische Daten der Stammspieler

Saison	Alter [Jahren]	Körpergröße [m]	Körpermasse [kg]	Körperfettanteil [%]
2006/2007 (n=8)	$24,8 \pm 3,6$	$1,83 \pm 0,05$	$80,5 \pm 3,2$	$9,9 \pm 2,0$
2007/2008 (n=8)	$25,8 \pm 3,6$	$1,83 \pm 0,05$	$80,6 \pm 3,3$	$9,4 \pm 1,6$
2008/2009 (n=8)	$26,8 \pm 3,6$	$1,83 \pm 0,05$	$80,6 \pm 3,2$	$9,7 \pm 1,8$
2009/2010 (n=8)	$27,8 \pm 3,6$	$1,83 \pm 0,05$	$82,4 \pm 3,3$	$9,7 \pm 1,9$

Dargestellt sind die Mittelwerte (MW) \pm Standardabweichung (SD) von 'Saison 2006/07' und 'Saison 2009/10', n gibt die Stichprobengröße an.

3.3 Definition des Kriteriums „Verletzungen“

Der Vereinsarzt dokumentierte jede Art von Verletzung und entschied über die Spieltauglichkeit der Spieler. Die genaue Einteilung in die jeweiligen Körperregionen, denen die Verletzungen zugeordnet wurden, nahm eine Assistenzärztin vor. Der Co-Trainer der Mannschaft dokumentierte zusätzlich die Anwesenheit der Spieler und den Verlauf jeder Trainingseinheit. So wurden auch Trainingsverletzungen erfasst, die nicht zwangsläufig einen Arztbesuch zur Folge hatten, aber dennoch zum Trainingsabbruch bzw. Trainingsausfall führten.

Eine Verletzung wurde wie nach den Empfehlungen des FIFA Medical Assessment and Research Center (F-Marc) folgendermaßen definiert (Hägglund et al., 2005, S.342):

„Es handelt sich um eine Verletzung, wenn durch diese das Training/Spiel unterbrochen oder das nächste Training/Spiel nicht angetreten werden kann.“

3.3.1 Einschlusskriterien

Für die vorliegende Arbeit wurden alle Verletzungen der unteren Extremitäten einbezogen, die von den Mannschaftsärzten und / oder den Trainern dokumentiert worden waren.

Zu den unteren Extremitäten werden das Sprunggelenk, der Ober-, und Unterschenkels, das Knie sowie die Leistenregion (Adduktoren, Abduktoren) gezählt (Becker et al., 2006; Roche Medizin Lexikon, 2003).

Als Verletzungsarten gelten alle Formen der Muskelverletzungen (Verhärtung, Zerrung, Riss) sowie Gelenksverstauchungen, Bänderverletzungen und Frakturen (Becker et al., 2006; Dvorak et al., 2009a; Eckstrand, 2003a, 2004; Ekstrand et al., 2011).

3.3.2 Ausschlusskriterien

Hautverletzungen wie Schürf- oder Schnittwunden sowie Verletzungen, die außerhalb der Trainings- und Spielzeiten entstanden sind, wurden ausgeschlossen.

3.3.3 Überblick der Verletzungen der Stammspieler

Die Darstellung der prozentualen Verteilung aller Verletzungen der Stammspieler (**Abb. 8**) bestätigte die Lokalisation typischer Verletzung im Fußball (Arnason, Gudmundsson, Dahl & Johannson, 1996; Becker et al., 2006; Eckstrand, 2003a; Hawkins et al., 2001; Henke et al., 2006; Kuppig et al., 1993).

Für die nachfolgenden Analysen und Ergebnisse in dieser Arbeit wurden ausschließlich die Verletzungen der unteren Extremitäten einbezogen.

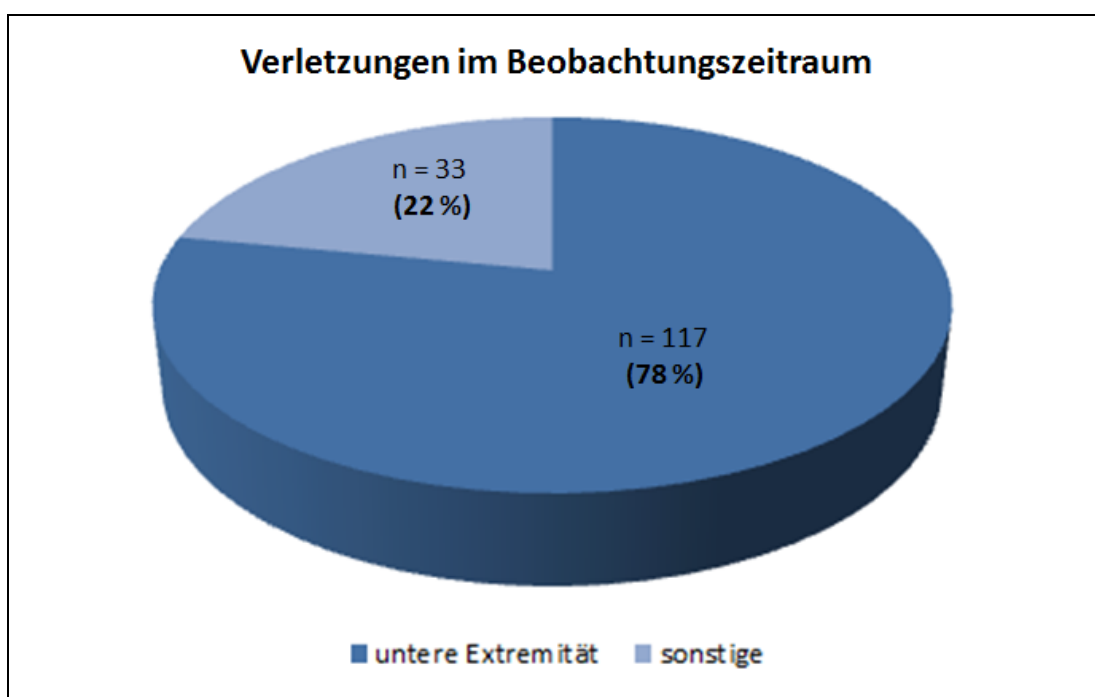


Abb. 8: Prozentuelle Darstellung aller Verletzungen (MW) Beobachtungszeitraum (2006-2010). Die Stichprobengröße war n = 8.

3.3.4 Bestimmung der Verletzungsinzidenz

Für die Bestimmung der Verletzungsinzidenzen (time-lose-rate) wurden für jede Saison die Spielzeiten (in h) sowie die Trainingszeiten (in h) der Stichprobe (n = 8) zu einer Gesamtaktivitätszeit addiert. Die Summe der Verletzungen aller acht Spieler pro Saison konnte anschließend auf 1000 h hochgerechnet werden.

3.4 Definition des Kriteriums „sportmotorische Tests“

Nach Roth und Willimczik (1999) sowie Bös (1987) sind sportmotorische Tests Bewegungsaufgaben, bei denen die Probanden aufgefordert werden, das im Sinne der Aufgabenstellung bestmögliche Ergebnis (maximum performance) zu erzielen. Sportmotorische Tests müssen dabei den klassischen Hauptkriterien (Objektivität, Reliabilität, Validität) genügen. Ziel ihrer Anwendung ist der Rückschluss von den erfassten Leistungsdaten auf den individuellen Ausprägungsgrad der zugrunde liegenden motorischen Fertigkeiten und Fähigkeiten (Bös, Hänsel & Schrott, 2000; Breuer & Reichertz, 2011).

Für diese Studie wurde ein Testprofil aus verschiedenen sportmotorischen Tests (5 x 30 m Sprint, Feldstufentest, Krafttest (1 RM), Counter Movement Jump) zur Bestimmung der konditionellen Fähigkeiten (Schnelligkeit, Ausdauer und Kraft) verwendet, welche bereits in den 90-er Jahren vom DFB (Deutscher Fußball Bund) für die Nationalmannschaft entwickelt und von Faude, Schlumberger und Meyer (2010) als leistungsdiagnostische Standardtestung im Fußball empfohlen wurde (Kindermann et al., 1993). Hintergrund dieser Tests war die isolierte Betrachtung der einzelnen konditionellen Komponenten, unabhängig von ballspezifischen Situationen und technischen Fähigkeiten.

3.4.1 Sprinttest

Als Bewertungsmaß für die Schnelligkeit wurde ein 5 x 30 m linear Sprinttest durchgeführt (Kindermann, 2003; Meyer & Faude, 2006). Zwischenzeiten über 5 m und 10 m sollten Aufschlüsse über die Antritts-, Beschleunigungs- und Sprintschnelligkeit geben (**Abb. 9**). Der durch eine Linie markierte Hochstart befand sich ein Meter vor der ersten Lichtschranke. Der Start erfolgte ohne Kommando (Faude, Schnittker, Fries et al., 2009a; Faude et al., 2010).

Die Pause zwischen den Läufen lag bei 90 Sekunden und wurde mit handelsüblichen Stoppuhren überprüft.

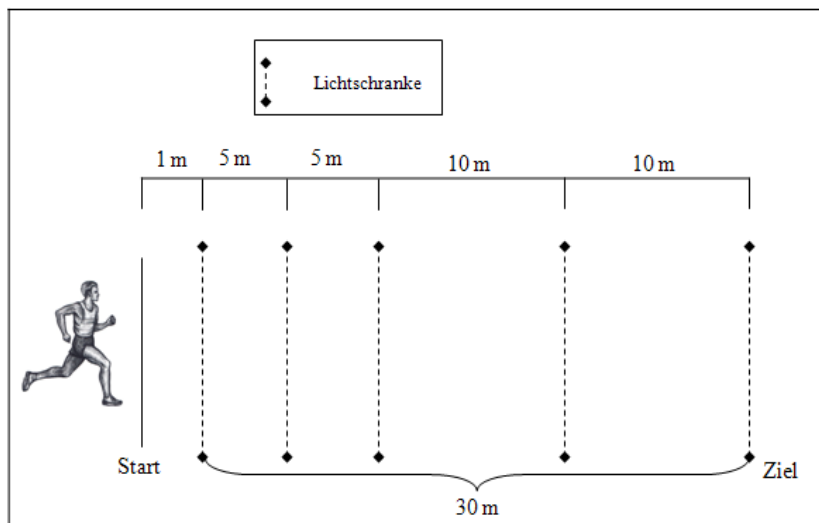


Abb. 9: Schematische Darstellung des Sprinttests über 30 m.

3.4.1.1 Testgeräte - Sprint

Für die Messung der 30-m-Zeit sowie der Zwischenzeiten über 5 m und 10 m stand ein Doppellichtschrankenmesssystem der Firma Werthner Sport Consulting KG (Linz/Österreich) zu Verfügung (**Abb. 10**). Die Lichtschranken hatten eine Auflösung von 1 Millisekunde. Der untere Lichtsensor befand sich auf einer Höhe von 100 cm (Hüfthöhe) und der obere Sensor auf einer Höhe von 130 cm (Brusthöhe). Die Auslösung (Start und Stopp) erfolgte erst beim Durchqueren beider Sensoren (oben und unten) (**Abb. 10**).

Die Erfassung der Daten erfolgte mit dem Talent Diagnose System (TDS) -Software (TDSsoft-1105.ink) der Firma Werthner Sport Consulting KG (Linz/Österreich). Als Kenngröße diente die Zeit [s]. Um eine hohe Reliabilität zu gewährleisten und gleichzeitig eventuelle Störfaktoren ausschließen zu können, wurde der Mittelwert der vier besten Sprintzeiten in die Auswertung einbezogen (Lienert & Ratz, 1998).



Abb. 10: Doppellichtschranke (A) mit Reflektor (B)
Firma Werthner Sport Consulting KG (Linz/Österreich)

3.4.2 Sprungkrafttest

Für die Überprüfung des Schnellkraftverhaltens der Beinstreckerkette ist das Verfahren des Sprungkrafttests etabliert (Faude et al., 2010). Zur Beurteilung der Kopplungsfähigkeit der exzentrischen und konzentrischen Kraftfähigkeit im langen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ) wurde der Counter-Movement-Jump (CMJ) gewählt. Die Durchführung der Sprünge erfolgte mit und ohne Armeinsatz (**Abb. 11 & Abb. 12**; Frick, Schmidbleicher & Wörn, 1991; Jansen, 2011). Jeder Spieler hatte mindestens drei Versuche. Ein Tester kontrollierte hierbei die korrekte Ausführung der Sprünge. Bei falscher oder fehlerhafter Durchführung wurde das Ergebnis gestrichen und ein weiterer Versuch absolviert. Jedem Spieler standen maximal fünf Versuche zu.



Abb. 11: Schematische Darstellung des CMJ mit Armschwung



Abb. 12: Schematische Darstellung des CMJ ohne Armschwung

3.4.2.1 Testgeräte - Sprungkraft

Für die Messung der Sprunghöhe kamen die zweigeteilte Bodenkontaktmatte für die getrennte Messung der linken und rechten Seite des **Talent Diagnose Systems** (TDS) zum Einsatz (**Abb. 13**). Die Erfassung der Daten erfolgte mit der TDS-Software (TDSsoft-1105.ink).

Die Bodenkontaktmatte bestand aus einer Schaltmatte, welche bei einem Schwellenwert von etwa 20-30 kg Belastung auslöste.

Die Abtastrate betrug 200 Hz.



Abb. 13: Zweigeteilte Bodenkontaktmatte
Firma Werthner Sport Consulting KG (Linz/Österreich)

Als Kenngröße diente die Sprunghöhe, gemessen in Zentimetern [cm]. Für die statistische Analyse wurde der Mittelwert der besten drei Versuche gebildet (Lienert & Raatz, 1998).

Die Berechnung der Sprunghöhe erfolgte mit Hilfe der *TDS* -Software (TDSsoft-1105.ink) der Firma Werthner Sport Consulting KG (Linz/Österreich) über die zeitliche Dauer des Sprunges (Flugzeit).

Die hinterlegte Formel lautete:

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot t_{\text{Flug}}\right)^2$$

h = Sprunghöhe

g = 9,81 m/s²

t_{Flug} = Flugzeit

3.4.3 Feldstufentest

Für die Bestimmung der individuellen aeroben-anaeroben Schwelle (IAAS) als Kriterium der Ausdauerleistungsfähigkeit wurde ein Feldstufentest durchgeführt (Faude & Meyer, 2008; Faude et al., 2010, **Abb. 14**). Dieser fand in einer Leichtathletikhalle mit einer normierten 200-m-Tartanrundbahn statt. Die Anfangsgeschwindigkeit lag bei 12 km/h, entsprechend 30 s auf 100 m. Jede Stufenlänge belief sich auf jeweils 800 m (entsprach 4 x 200 m). Nach jeder Stufe wurde die 100 m Zeit um 2 s gesenkt. Ein Signalgeber sorgte alle 100 Meter für die Gewährleistung eines gleichmäßigen Tempos. Kapillarblut zur Bestimmung der Blutlaktatkonzentration wurde am Ende jeder Stufe (in der 90 s Pause) und nach Testabbruch in der 1., 3. und 5. Minute der Erholung aus dem Ohrläppchen entnommen. Analog dazu wurde die Herzfrequenz über ein tragbares Herzfrequenzgerät protokolliert. Der Abbruch erfolgte individuell nach Erreichen der maximalen Ausbelastung.

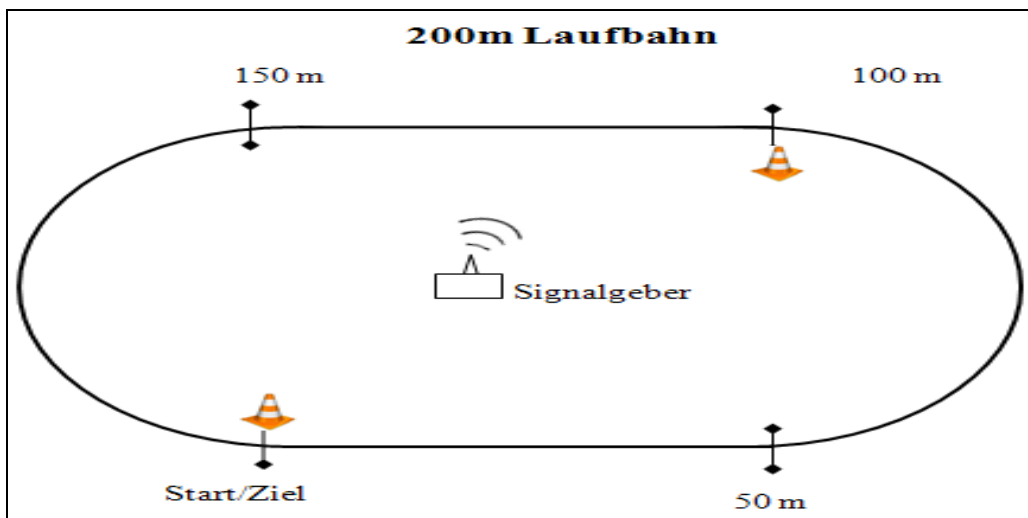


Abb. 14: Exemplarische Darstellung des Feldstufentests

3.4.3.1 Testgeräte - Feldstufentest

Die Herzfrequenz wurde mit dem Herzfrequenzmessgerät Polar FS1 und dem dazugehörigem Sendergurt T31 (Polar Electro GmbH Deutschland, Büttelborn) erfasst (Abb. 15 & Abb. 16).



Abb. 15: Herzfrequenz -Empfänger, Polar FS1
(Polar Electro GmbH Deutschland, Büttelborn)



Abb. 16: Herzfrequenz-Sender, Polar T31
(Polar Electro GmbH Deutschland, Büttelborn)

3.4.3.2 Bestimmung von Blutlaktat

Die Blutprobenentnahme erfolgte kapillar aus dem Ohrläppchen (**Abb. 17**). Nach dem Anstechen per Blutlanzette (Paul Marienfeld GmbH & Co.KG, Lauda-Königshofen, Deutschland) wurde eine Menge von 20 µl Blut in eine nicht heparinisierte Mikropipette - *end to end* (Paul Marienfeld GmbH & Co.KG, Lauda-Königshofen, Deutschland) gefüllt, welche dann in ein mit 0,5 ml Glucose/Laktat-Hämolyselösung (hypotonische Pufferlösung), vorgefülltes 1,5 ml-*Safe-Lock-Reaktionsgefäß* (EKF-diagnosotik GmbH, Barleben/Magdeburg, Deutschland, **Abb. 18**) gelegt und gut geschüttelt wurde. Das Blut in der Mikropipette vermischt sich dabei mit der Pufferlösung. So wurde das Kapillarblut über einen längeren Zeitraum stabil gehalten.



Abb. 17: Kapillare Blutentnahme aus dem Ohrläppchen



Abb. 18: *Safe-Lock-Gefäß* mit Pufferlösung zur Bestimmung des Blutlaktats

3.4.3.3 Blutlaktatanalysator

Die Laktatkonzentration im Kapillarblut wurde mit einem Laktatanalysator Biosen C-line, Clinic (EKF-diagnosotik GmbH, Barleben/Magdeburg, Deutschland) gemessen (**Abb. 19**).

Das Gerät bestimmt die Blutlaktatkonzentration im Hämolystat, durch ein enzymatisch-amperometrisches Verfahren. Jedes Jahr wird das Gerät einer Wartung und Zertifizierung unterzogen. Der vom Hersteller angegebene Messbereich mit 0,5 - 40 mmol/L sowie die Präzision mit einem Variationskoeffizienten $\leq 1,5\%$ bei 12 mmol/l und eine Stabilität $\leq 3\%$ über 10 Proben, bezogen auf 12 mmol/l, kann so eingehalten werden.



Abb. 19: Laktatanalysator der Firma Biosen C-line, Clinic

3.4.3.4 Ermittlung der individuellen aeroben-anaeroben Schwellengeschwindigkeit (IAAS) als Trainingsmittel

Als Kenngröße für die Ausdauerleistungsfähigkeit wurde die Geschwindigkeit [m/s] an der IAAS (individuelle aerobe-anaerobe Schwelle) herangezogen (Coen, 1997; Faude & Meyer, 2008).

Die graphische Darstellung der Ausdauerleistungskurven erfolgte unter Berücksichtigung der Herzfrequenzen und der Kapillarblutlaktat-Konzentrationen im zeitlichen Verlauf (**Abb. 20**).

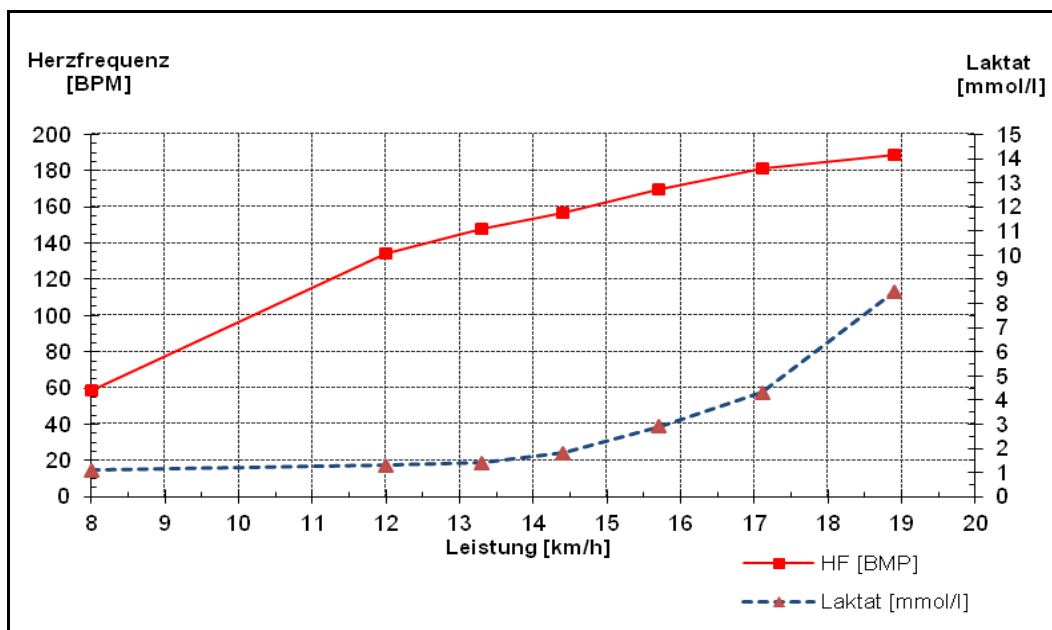


Abb. 20: Schematisches Model einer Laktatleistungskurve (LLK)

Die Bestimmung der IAAS erfolgte in Anlehnung an das „Laktatsenkenmodell“ von Tegtbur, Busse, Braumann & Maassen (1989, 1991). Es handelt sich hierbei um eine überarbeitete Methode der „Laktatsenke“ von Davis, Basset, Hughes & Gass (1983).

Die Methode der Laktatsenke besteht aus drei Testphasen:

1. *Belastungstest bis zur maximalen Intensität* - Entstehung einer hohen Ausgangslaktatkonzentration
2. *8-minütige Pause* - weiteres Laktat diffundiert aus der Muskulatur in das Blut
3. *Beginn eines erneuten Belastungstests* - bei den niedrigen Stufen setzt die Laktatelimination ein, anschließend steigt die Belastung und es kommt zur Laktatneubildung.

Der charakteristische Verlauf dieser Laktatkurve wird in **Abb. 21** dargestellt. Nach Tegtbur et al. (1991) repräsentiert der Tiefpunkt in der zweiten Laktatkurve (die sogenannte Laktatsenke) die individuelle aerobe-anaerobe Schwelle (IAAS).

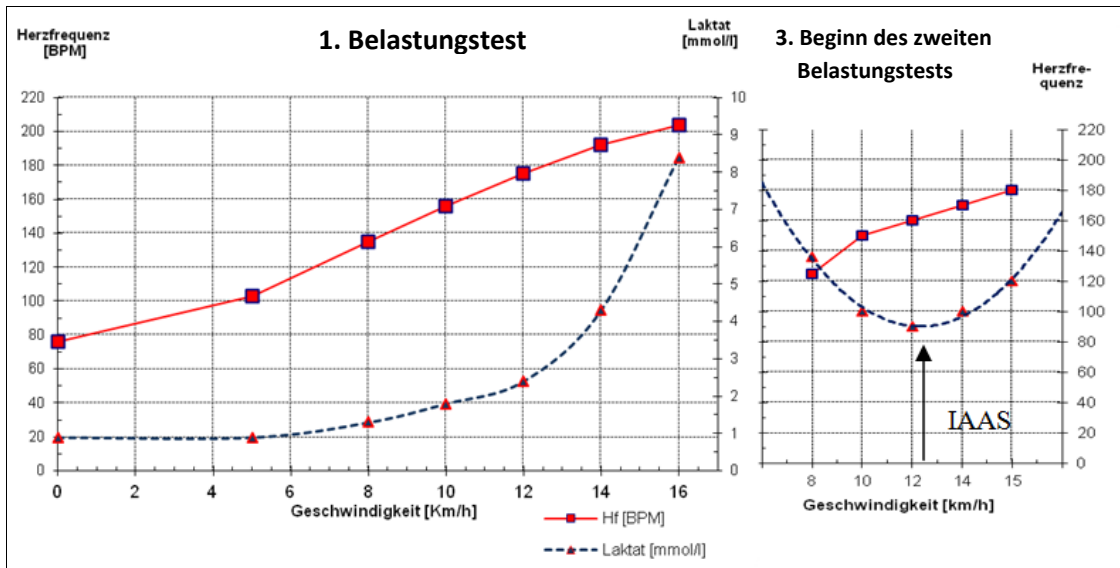


Abb. 21: Schematische Darstellung eines Laktatsenkentests nach Tegtbur et al. (1991)

Eine weitere Modifizierung nahmen Wrage, Schröder & Ziegler (2005) vor. Die ermittelte IAAS aus dem Senkentest wurde auf die erste Laktatleistungskurve projiziert und mittels Dauertest validiert. Die Ergebnisse stützen die These, dass sich die IAAS an dem Punkt der höchsten Steigungsänderung (Polynom 3. Ordnung) in der ersten Laktatleistungskurve befindet (Abb. 22; Wrage et al., 2005).

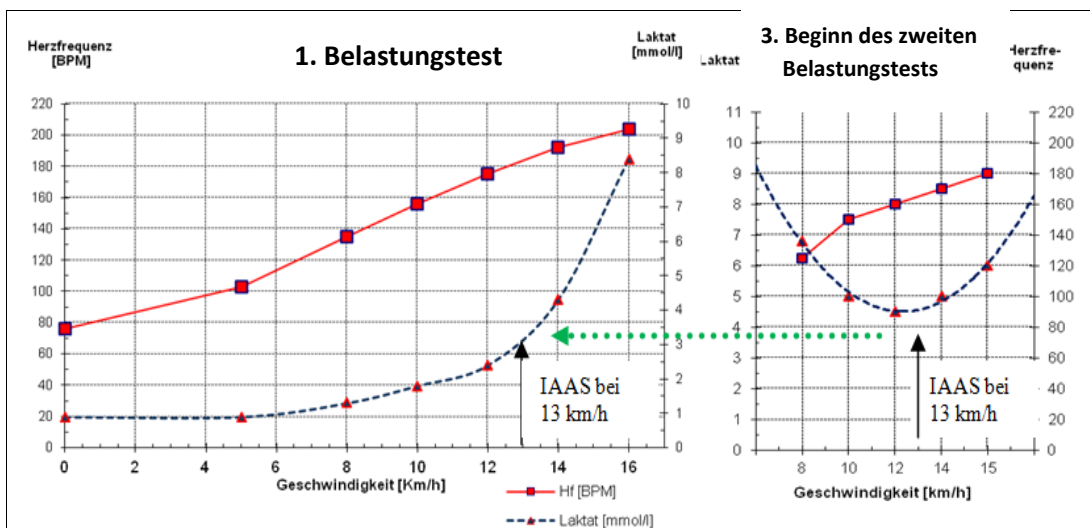


Abb. 22: Schematische Darstellung der IAAS

[Ermittlung der individuellen aeroben-anaeroben Schwelle (IAAS) nach Wrage et al. (2005)].

Unter Berücksichtigung dieses Ergebnisses erfolgten die Bestimmungen der individuellen aeroben-anaeroben Schwellen nun auf Grundlage des ersten Belastungstestes. Die Herzfrequenzen an der IAAS wurden an der Herzfrequenzkurve abgelesen (**Abb. 23**).

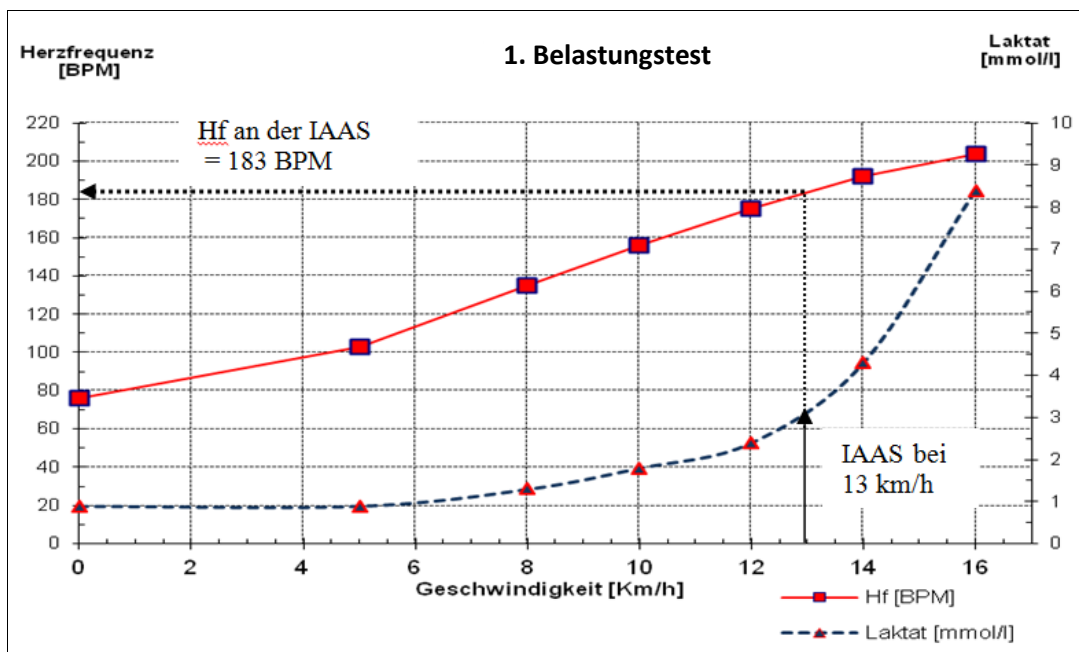


Abb. 23: Schematische Darstellung der IAAS auf Grundlage des ersten Belastungstestes

Ermittlung der individuellen aeroben-anaeroben Schwelle (IAAS) mit Bestimmung der Herzfrequenz. (Dargestellt am Bsp. IAAS = 13 km/h, was einer Herzfrequenz (HF) von 183 bpm entspricht)

In Absprache mit dem Athletiktrainer wurden Trainingsintensitäten im Bereich 75 %, 85 % und 100 % der IAAS für verschiedene Laufstrecken festgelegt, welche für das Ausdauertraining herangezogen werden sollten (**Tab. 9**).

3. Material und Methode

Tab. 9: Darstellung der Trainingsintensitäten

									Intervallbelastungen für				
V Schwelle		Hf Schwelle	regenerativer DL 75%			Hf	extensiver DL 85%		Hf	800 m		400 m	
km/h	m/sec	BPM	m/sec	min/1000 m	BPM	m/sec	min/1000 m	BPM	(sec)	(min)	m/sec	(min)	
16,5	4,58	185	3,44	4:50	135	3,90	4:15	155	175	2:55	5,27	1:16	
16,3	4,53	160	3,40	4:55	120	3,85	4:20	135	177	2:55	5,21	1:17	
16,2	4,50	165	3,38	4:55	120	3,83	4:20	140	178	3:00	5,18	1:17	
16	4,44	180	3,33	5:00	135	3,78	4:25	155	180	3:00	5,11	1:18	

Trainingsintensitäten bei 75 % der IAAS (= regeneratives Training), bei 85% der IAAS (= extensives Training) und bei 100% der IAAS (= Intervalltraining)

Die jeweiligen Herzfrequenzen wurden an der Herzfrequenzkurve abgelesen und für eine bessere Praktikabilität auf fünf Schritte gerundet (**Abb. 24**).

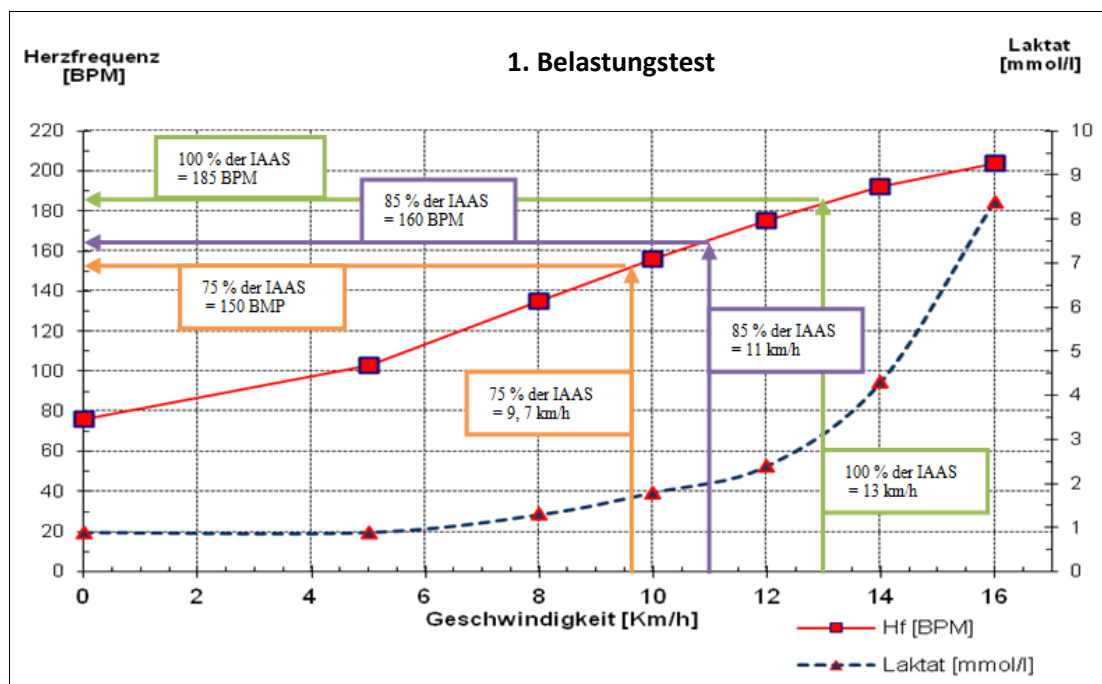


Abb. 24: Schematische Darstellung der individuellen Trainingsintensitäten

Ermittlung der individuellen Trainingsgeschwindigkeiten und Trainingsherzfrequenzen in Abhängigkeit der IAAS.

3.4.4 Krafttest

Die Krafttests bestanden aus der Kniebeuge und dem Bankdrücken (Ermittlung der Muskelkraft der Bein- und Brustmuskulatur, **Abb. 25** und **Abb. 26**), sowie dem Stoßen „clean and jerk“ zur Ermittlung der Schnellkraft der Beinmuskulatur (**Abb. 27**; Hoff et al., 2006). Eine Lern- oder Eingewöhnungsphase war nicht notwendig, da die Übungen zur technischen Grundausbildung im Krafttraining gehören.

Es gab keine vorgeschriebene Höchstanzahl der Versuche pro Übung. Jeder Spieler durfte so lange testen, bis er sein maximales Gewicht erreicht hatte. Der Athletiktrainer des Vereins kontrollierte die korrekte Ausführung der Übungen und beurteilte diese als Fehlversuche bzw. gültige Versuche.



Abb. 25: Darstellung der Kraftübungen: Bankdrücken

(Fotos: Philippka-Sportverlag)



Abb. 26: Darstellung der Kraftübungen: Kniebeuge (90°)

(Fotos: Philippka-Sportverlag)



Abb. 27: Darstellung der Kraftübungen: Stoßen „clean and jerk“

(Fotos: Philippka-Sportverlag)

Als Kenngröße der Kraftfähigkeit diene die erreichte Maximallast (1RM) [kg]. Für eine bessere Vergleichsmöglichkeit der erreichten Leistung wurde die Maximallast zur Körpermasse in Relation gesetzt [kg/kg Körpermasse] und der statistischen Auswertung zugeführt (Lienert & Raatz, 1998).

3.5 Testablauf

Die Daten wurden im Rahmen einer vom Verein angeforderten Dienstleistung von der Abteilung für Sport- und Bewegungsmedizin, Fachbereich Bewegungswissenschaften an der Universität Hamburg erhoben. Alle sportmotorischen Tests fanden in einer überdachten Leichtathletikhalle auf einer normierten 200 m Tartanbahn statt. Die Umgebungstemperatur befand sich zwischen 18° C und 22° C. Die Testzeit lag immer zwischen 8:30 Uhr und 13 Uhr. Die Krafttests wurden in einem klimatisierten Fitnessstudio am Folgetag durchgeführt. Die Testzeit lag hier immer zwischen 14:00 Uhr und 16:00 Uhr. In regelmäßigen Abständen (Juli, Oktober, Januar, März) erfolgte eine erneute Erhebung aller Kennwerte. Die Tester waren geschultes Personal, das sowohl mit dem Testablauf und der korrekten Durchführung als auch mit den verwendeten Geräten vertraut waren.

Die Durchführung der sportmotorischen Tests erfolgte in einer festgelegten Reihenfolge: 5 x 30 m Sprint, Counter-Movement-Jump (CMJ) mit und ohne Armeinsatz, dann der abschließende Feldtest. Zwischen den einzelnen

Messstationen lag immereine Pause von 20 Minuten. Die Krafttests mit den Übungen „clean and jerk“, Kniebeuge und Bankdrücken wurden einen Tag später durchgeführt. Die Wahl und die Durchführung der Tests erfolgten auf der Grundlage des Testdesigns der deutschen Nationalmannschaft (Kindermann, 1998; Meyer & Faude, 2006). Das 15- bis 20-minütige Aufwärmprogramm, bestehend aus lockerem Einlaufen, funktioneller Gymnastik und Steigerungsläufen bzw. Rumpfkraftübungen, absolvierte das Kollektiv mit dem zuständigen Athletiktrainer, jeweils vor den Testungen in Gruppen von 8-10 Spielern. Zu Beginn der sportmotorischen Tests wurde die Ruheherzfrequenz ermittelt und die erste Blutprobe aus dem Ohr entnommen, um die Anfangswerte der Laktatkonzentration bestimmen zu können. Nach den Sprint- und Sprungtests und vor dem abschließenden Feldtest, wurde eine 30-minütige Pause eingelegt. In dieser Zeit sollten die Spieler locker traben, um so das angefallene Laktat aus den Sprint- und Sprungtests wieder abzubauen. Eine erneute Laktatabnahme kontrollierte diesen Vorgang.

3.6 Inhalte des Athletiktrainings

Das Athletiktraining, welches sich vor allem auf die Ausbildung der fußballspezifischen, konditionellen Fähigkeiten konzentrierte, wurde in der zweiten Saisonhälfte 2006/2007 nach einem Trainerwechsel eingeführt. Neben dem typischen fußballspezifischen Training absolvierten die Spieler einmal pro Woche ein 90-min Krafttraining, bestehend aus einem 30-min Stabilisationsprogramm nach Mark Vestegen (2006) und Micheal Boyle (2004) sowie einem 60 min Stationstraining (12 Stationen á 3 Runden).

Im zweiten Jahr (Saison 2007/2008) der Datenerfassung erhöhte sich der Anteil des Krafttrainings auf zwei bis drei Einheiten pro Woche. Der Schwerpunkt lag nunmehr auf gewichthebertypischem Langhanteltraining (Wirth, Schlumberger & Zawieja, 2012; Zawieja, 2008).

In den Vorbereitungsphasen der Hinrunden (Juli bis Mitte August) wurde das Krafttraining überwiegend mit 12Wdh. pro Station durchgeführt, während der Saison mit 10-8 Wdh. bis hin zu ca. 6 Wdh. pro Station.

Die durchgeführten Übungen zielten auf die Verbesserung der gesamten Rumpf-, Bein-, und Oberkörpermuskulatur ab. Die Ausdauer wurde in Form von Pendel- und Intervallläufen über Streckenlängen zwischen 200 m und 800 m mit unterschiedlichen Wiederholungszahlen im Fußballtraining integriert. Ein spezielles Schnelligkeits- oder Sprungtraining fand nicht statt.

Die Höhe der Gewichte für jede Übung wurde jeweils nach zwei bis vier Wochen individuell angepasst. Jede Saisonhälfte (Juli-Dezember und Januar-Mai) begann mit der Kraftausdauer und endete in der Maximalkraft. Ein spezielles Schnelligkeits- oder Sprungtraining wurde weiterhin nicht durchgeführt. Das Aufwärmprogramm und das Ausdauertraining blieben im Umfang und Intensität stets identisch.

3.7 Statistische Methoden

Erhobene Daten wurden deskriptiv (Mittelwert \pm Standardabweichung) tabellarisch und graphisch aufbereitet (MS Excel 2010, MicroSoft Inc., Richmond, VA, USA). Nach Prüfung der Anwendungsvoraussetzungen (Shapiro-Wilk-Test, Kolmogorov-Smirnov mit Signifikanzkorrektur nach Lilliefors, **Anhang 2**) wurden Stichprobenunterschiede in Längsschnittbeobachtungen mit Hilfe einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit einem Messwiederholungsfaktor (allgemeines lineares Modell, SPSS V17.0, Chicago, IL, USA) geprüft (F -Wert, p -Wert, η^2). Konnte im Globaltest eine Signifikanz ermittelt werden, erfolgte post-hoc eine multiple Mittelwert-Testung (LSD-Test – Least-Significant-Difference). Eine Signifikanz wurde bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,05^*$ (5 %) akzeptiert. Eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,01^{**}$ (1 %) galt als hochsignifikant und eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 10 % ($p \leq 0,10$) wurde als statistische Tendenz interpretiert.

3.8 Methodenkritik

3.8.1 Untersuchungsdesign

Das Studiendesign war als eine retrospektive Längsschnittanalyse angelegt. Da retrospektive Studien keine Interventionsstudien sind, haben sie bedeutende erkenntnistheoretische Nachteile (Diekmann, 2005; Schnell, Hill & Esser, 2005; Stengel, Bhandari & Hanson, 2010):

1. Das Untersuchungsdesign dient nur zur Erstellung von Hypothesen, anerkannte Beweise können dadurch nicht gewonnen werden.
2. Die Richtung eines Zusammenhangs kann nicht endgültig geklärt werden. Es bleibt offen, ob das vermeintliche Ergebnis in Wirklichkeit die vermeintliche Ursache bewirkt hat oder eine dritte Variabel beides verursacht hat.
3. Da man auf alte Unterlagen angewiesen ist, sind solche Studien sehr anfällig für Fehler. Die Datenerhebung könnte unvollständig oder unzuverlässig sein.

3.8.2 Stichprobengröße

Nach der Definition der Ein- und Ausschlusskriterien und dem Anspruch einer Kohortengruppe entfiel die Größe der Stichprobe auf $n = 8$. Eine a priori durchgeführte Poweranalyse (G*Power 3.1.2; Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang, 2009) ergab, dass die Stichprobe mindestens $n = 37$ betragen müsste (**Anhang 1**), um wissenschaftlich fundierte und statistisch abgesicherte Erkenntnisse aus den Daten ziehen zu können.

3.8.3 Verletzungsdokumentation

Die Dokumentation der Verletzungsdaten erfolgte über mehrere Stationen (Vereinsarzt, Hausarzt, Trainer). Ein einheitliches Vorgehen im Hinblick auf die Definition und Einteilung von Verletzungen in Schweregrad, Klassifikation, Lokalisation oder Ursachen, wie es Fuller et al. (2006) forderten, konnte nicht durchgehend gewährleistet werden.

Diese Umstände erschwerten eine klare Abgrenzung zwischen Verletzungen, die zum Trainings- oder Wettkampfausfall führten (Hägglund et al., 2005) und Verletzungen, welche den Spielbetrieb nicht beeinflussten. Die vorgenommene Berechnung der Verletzungsinzidenzen sowie der Darstellung der Verletzungszahlen und der damit verbundenen Interpretationen muss unter diesen Gesichtspunkten mit Vorsicht betrachtet werden, da eine genaue Auflistung der Trainings-, und Ausfallzeiten nicht möglich war.

3.8.4 Durchführung der sportmotorischen Tests

Obwohl der Testzeitpunkt in der Trainingsplanung rechtzeitig bekannt war und vom Trainerstab angesetzt wurde, konnten keine standardisierten Vorbelastungskriterien gewährleistet werden. Es gab keine Auskunft über Trainingsinhalte oder Trainingsintensitäten vor einer Testung. Inwieweit die Ergebnisse der sportmotorischen Tests daher von der Motivation der Spieler abhängig waren, kann im Nachhinein nicht mehr geklärt werden (Schnabel et al, 2008).

3.8.5 Bestimmung der relativen Kraftleistung

Die ausgewählten Krafttest setzten ein hohes Maß an Technik voraus (Wirth et al., 2012). Je komplexer eine Kraftübung ist, desto länger kann man diese Adaptationsmechanismen für die Kraftsteigerung verantwortlich machen (Zawieja, 2008).

Auch wenn im Beobachtungszeitraum keine sprunghaften Technikveränderungen festgestellt wurden, sind Rückschlüsse der Wirkungsweise des Trainings auf die Kraftleistung nur bedingt zulässig, da es nicht auszuschließen war, dass ein Leistungszuwachs im Bereich 1 RM durch eine verbesserte Technik erzielt worden ist und nicht durch den reinen Kraftzuwachs in der Muskulatur (Wirth et al., 2012; Zawieja, 2008).

3.8.6 Bestimmung der Schwellengeschwindigkeit und Trainingsintensitäten

Das verwendete Verfahren zur Bestimmung der IAAS wurde nicht wie bei Wrage et al. (2005) mittels Polynomberechnung vorgenommen, sondern via visueller Betrachtung. Darunter ist zu verstehen, dass der Punkt des höchsten Anstieges in der Laktatkurve manuell in die Kurve eingetragen wurde. Da der Mitentwickler der Laktatsenke Prof. Dr. Braumann (Tegtbur et al., 1991) diesen Vorgang im gesamten Beobachtungszeitraum selber durchführte, kann man aber von einer hohen Reliabilität ausgehen.

3.8.7 Dokumentation und Durchführung des Athletiktrainings

Die Grundlage für eine wissenschaftliche Darstellung einer Trainings-Wirkungs-Analyse bildet eine systematische Trainingsdokumentation als Pool von *Input-Daten* sowie eine im Längsschnitt angeordnete, periodisierte Leistungsdokumentation als Pool von *Output-Daten* (Stork, Grabow & Friedhoff, 1988).

Der Athletiktrainer dokumentierte zwar die durchgeführten Kraftübungen (z.B. welche Stationen verwendet wurden) und deren Trainingsmethode (z.B. Kraftausdauer, Maximalkraft usw.), konkrete Informationen über individuelle Belastungsnormativen (Dauer, Umfang, Intensität, Dichte) der einzelnen Spieler wurde jedoch nur vereinzelt erfasst.

Das Ziel einer systematischen, langfristig angelegten Trainingsplanung für eine kontrollierte Trainingssteuerung konnte aufgrund der fehlenden Zusammenarbeit

mit Trainern, Physiotherapeuten und Ärzten sowie der bekannten Problematik der Trainingsgestaltung im Fußball auch hier nicht umgesetzt werden (Batsilas, 1999; Bisanz & Gerisch, 2008; Dargatz, 2008). So bleibt das durchgeführte Athletiktraining eine Art „Black Box“. Mögliche Beziehungen zu aufgetretenen Leistungssteigerungen konnten aufgrund der fehlenden *Input-Daten* und der damit verbundenen Adaptationsprozesse nicht überprüft werden.

3.8.8 Statistische Auswertung

Obwohl vor dem Hintergrund der geringen Stichprobengröße eine Abwärts-Transformation auf Nominalskalenniveau vorgenommen wurde, konnten quantitative Zusammenhangsmaße (Kontingenzkoeffizient C) nur in einer Ausnahme berechnet werden. Kreuztabellen, als Grundlage zur Berechnung von Kontingenzen, setzen unterschiedliche Ausprägungen in den Merkmalen der Variablen voraus, welche miteinander in Beziehung gesetzt werden sollten. Diese Voraussetzung war aber nur bei der Entwicklung der Anzahl der Verletzungen und bei dem Athletikmerkmal Stoßen (*clean and jerk*) der Fall. Alle anderen Athletikdaten hatten eine einheitliche positive Entwicklung, sodass dieses als Konstante betrachtet wurde, womit keine Zusammenhangsprüfung oder Berechnung der Signifikanzen möglich waren.

Eine *a priori* Poweranalyse (G*Power) ergab, dass eine komplexe Korrelationsstatistik zur Operationalisierung von Merkmalszusammenhängen nicht zielführend sein würde. Bei einem angenommenen Korrelationskoeffizienten von $r = 0,5$ mit dem Anspruch einer Signifikanz von $p \leq 0,05$ wäre ein n von 37 notwendig gewesen, um eine 90%-Prüfchance zu erhalten (**Anhang 1**). Ein geringerer Anspruch des Korrelationskoeffizienten von $r = 0,3$ bei gleicher 90%-Prüfchance hätte ein n von 112 vorausgesetzt (**Anhang 1**). Daher wurde auf Nominalskalenniveau ein exakter *Fisher Test* zur Beurteilung von Kontingenzen (C) nach Pearson berechnet (**Anhang 2**).

Die Darstellung und Interpretation von quantitativen Einzelfallentwicklungen darf daher als hinreichende Veranschaulichung der inhaltlichen Merkmalszusammenhänge betrachtet werden, auch ohne das Untermauern durch statistische Kennziffern (Köhler, 2008; Petermann & Hehl, 1995; Schnell et al. 2005).

4. Ergebnisse

4.1 Analyse der Verletzungshäufigkeiten

Für die Längsschnittanalyse der Verletzungshäufigkeiten wurden die Verletzungen berücksichtigt, die die *a priori* formulierten Einschlusskriterien erfüllt haben.

Zu beobachten war eine signifikante Reduktion der Anzahl der Verletzungen im Zeitraum von 2006 bis 2010 ($F = 17,67$; $p = 0,004$; $\eta^2 = 0,72$) (**Anhang 3**). Der multiple Mittelwertvergleich (*post hoc*) identifizierte die Entwicklung der Anzahl der Verletzungen von der Saison 2006/07 ($4,25 \pm 1,5$) zur Saison 2009/10 ($2,5 \pm 0,9$) als signifikant ($p \leq 0,05$) (**Abb. 28**).

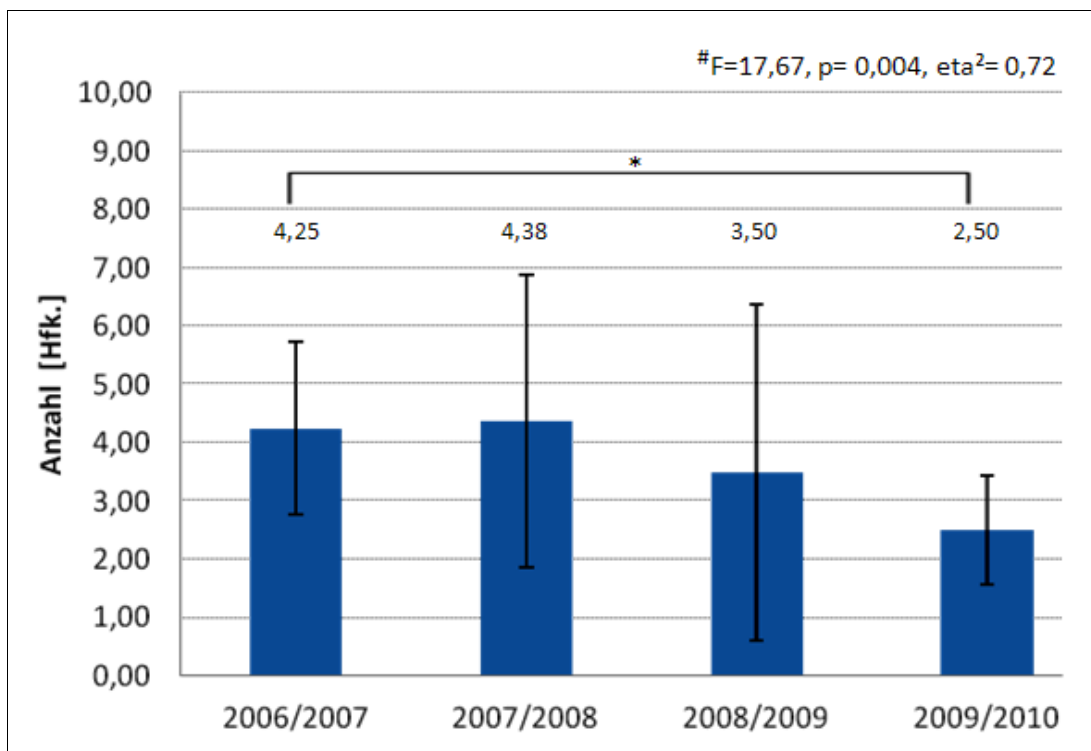


Abb. 28: Anzahl der Verletzungen (MW \pm SD) aller Spieler ($n = 8$) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

Legende: # signifikanter Messwiederholungseffekt der ANOVA ($F = 17,67$, $p = 0,004$, $\eta^2 = 0,72$)
* post-hoc-Testung ($p_{LSD} = 0,017$)

Die differenzierte Analyse der Anzahl der Verletzungen zeigte eine nicht-signifikante ($p = 0,882$) Zunahme der Verletzungen von Saison 2006/07 ($4,25 \pm 1,5$) zu Saison 2007/08 ($4,38 \pm 2,5$). Im weiteren Verlauf war eine stetige, aber ebenfalls

nicht-signifikante Abnahme der Verletzungen von Saison 2007/08 ($4,38 \pm 2,5$) zu Saison 2008/09 ($3,50 \pm 2,9$) und weiter zu Saison 2009/10 ($2,50 \pm 0,9$) zu beobachten (**Tab. 10**).

Tab. 10: Kreuztabelle der Mittelwertdifferenzen 'Anzahl der Verletzungen [Hfk.]'

Saison (MW \pm SD)		2006/2007 n = 8	2007/2008 n = 8	2008/2009 n = 8	2009/2010 n = 8
2006/2007 (4,25 \pm 1,5)	Diff.		0,1	0,8	1,8
	p	x	0,882	0,402	0,017*
2007/2008 (4,38 \pm 2,5)	Diff.		x	0,9	1,9
	p			0,304	0,059
2008/2009 (3,5 \pm 2,9)	Diff.			x	1,0
	p				0,388
2009/2010 (2,5 \pm 0,9)	Diff.				x
	p				

Legende: - Mittelwert (MW) \pm Standardabweichung (SD), Stichprobengröße (n)
 - Diff. = Mittelwertdifferenz
 - p = post-hoc-Test (p_{LSD})
 - * ($p \leq 0,05$)

Über den gesamten Beobachtungszeitraum von 4 Jahren ergab sich jedoch eine hochsignifikante Reduktion der erfassten Verletzungen ($F = 17,67$; $p = 0,004$; $\eta^2 = 0,72$).

4.1.1 Berechnung der Verletzungsinzidenz

Die Analyse der Verletzungsinzidenzen (time-lose-rate) wies von Saison 2006/07 zu Saison 2007/08 eine Erhöhung der Verletzungen pro 1000 h / Spieler auf (1,28 zu 1,37). Im weiteren Verlauf zeigte sich eine permanente Reduktion der Verletzungsinzidenzen pro 1000 h, von 1,04 (Saison 2008/09) auf 0,74 (Saison 2009/10) (**Tab. 11**).

Tab. 11: Bestimmung der Verletzungsinzidenz pro 1000 h

Saison	Verletzungen aller Spieler [Hfk.]	Gesamtaktivitätszeit [h]	Verletzungsinzidenz aller Spieler [pro 1000 h]	Verletzungsinzidenz pro Spieler [pro 1000 h]
2006/07 n = 8	34	3286,5	10,3	1,28
2007/08 n = 8	35	3180,7	11,0	1,37
2008/09 n = 8	28	3363,6	8,3	1,04
2009/10 n = 8	20	3426,9	5,8	0,73

Zusammenfassend wird festgehalten, dass sich die Verletzungen innerhalb der vier Beobachtungsjahre stetig und kontinuierlich verringert haben. Signifikant ($p = 0,017$) war die Reduktion seit Beginn der Datenerfassung (Saison 2006/07) bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes.

Die Analyse der Verletzungsinzidenz (time-loss-rate) pro Spieler zeigte einen Rückgang von 1,28 auf 0,73 pro 1000 h.

4.2 Entwicklungen der sportmotorischen Tests der konditionellen Fähigkeiten

4.2.1 Sprinttests

Im Beobachtungszeitraum (2006-2010) konnte für die **5-m-Sprintzeit** eine stetige und hochsignifikante ($F = 83,57$, $p = 0,001$, $\eta^2 = 0,92$) Entwicklung beobachtet werden (**Abb. 29**). Die multiple Mittelwert-Testung (*post hoc*) zeigte zudem, dass sich die Sprintzeiten von Saison zu Saison signifikant verbessert haben (**Anhang 4**).

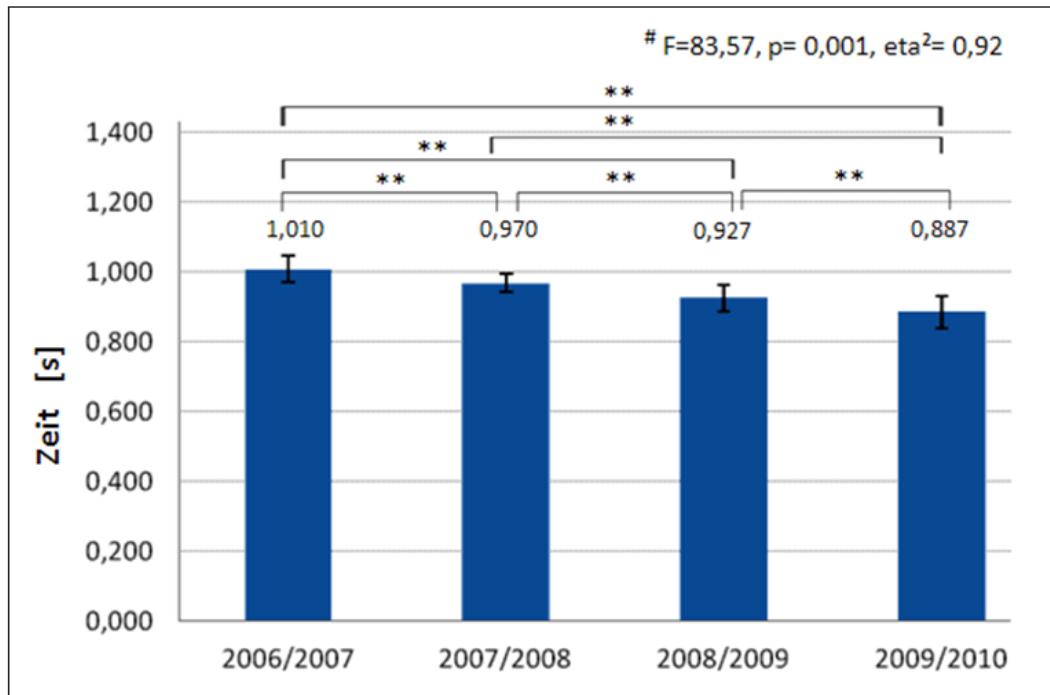


Abb. 29: Sprintzeit [s] über 5 m (MW \pm SD) aller Spieler ($n = 8$) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

Legende: # signifikanter Messwiederholungseffekt der ANOVA ($F = 83,57, p = 0,001, \eta^2 = 0,92$)
 ** post-hoc-Testung ($p_{LSD} \leq 0,001$)

Die differenzierte Analyse der **5-m-Sprintzeit** ergab eine hochsignifikante Veränderung (Abnahme) der Sprintzeit über 5 m von der Saison 2006/07 ($1,010 \pm 0,037$ sec) zur Saison 2009/10 ($0,887 \pm 0,046$ sec) ($p \leq 0,01$).

Die multiple Mittelwert-Testung (*post hoc*) zeigte weitere signifikante Entwicklungen von Saison zu Saison ($p \leq 0,01$) (**Tab. 12**).

Tab. 12: Kreuztabelle der Mittelwertdifferenzen 'Sprintzeit über 5 m [s]'

Saison (MW ± SD)		2006/2007 n = 8	2007/2008 n = 8	2008/2009 n = 8	2009/2010 n = 8
2006/2007 (1,010 ± 0,37 s)	Diff.		0,04 0,005**	0,08 0,000**	0,10 0,000**
	p	x			
2007/2008 (0,970 ± 0,27 s)	Diff.			0,04 0,004**	0,08 0,001**
	p		x		
2008/2009 (0,927 ± 0,37 s)	Diff.				0,04 0,006**
	p			x	
2009/2010 (0,887 ± 0,46 s)					x

Legende: - Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (SD), Stichprobengröße (n)
 - Diff. = Mittelwertdifferenz
 - p = post-hoc-Test (p_{LSD})
 - ** ($p \leq 0,01$)

Im Merkmal **30-m-Sprint** konnten im Beobachtungszeitraum ebenfalls hochsignifikante ($F=22,60$, $p= 0,002$, $\eta^2= 0,76$) Verbesserungen (Abnahme) der Sprintzeiten registriert werden (**Abb. 30**).

Die multiple Mittelwert-Testung (*post-hoc*) stellte die besondere Entwicklung in der Saison 2009/10 ($3,979 \pm 0,12$ s) heraus, in der die **30-m-Sprintzeit** hochsignifikant besser war als in den Vorjahren (**Tab. 13, Anhang 5**).

Zusammenfassend wird festgehalten, dass die Antrittsschnelligkeit, die über die **5-m-Sprintzeit** erfasst wurde, sich von Saison zu Saison signifikant positiv veränderte. Die über die **30-m-Sprintzeit** erfasste Grundschnelligkeit verbesserte sich maßgeblich in der Saison 2009/10.

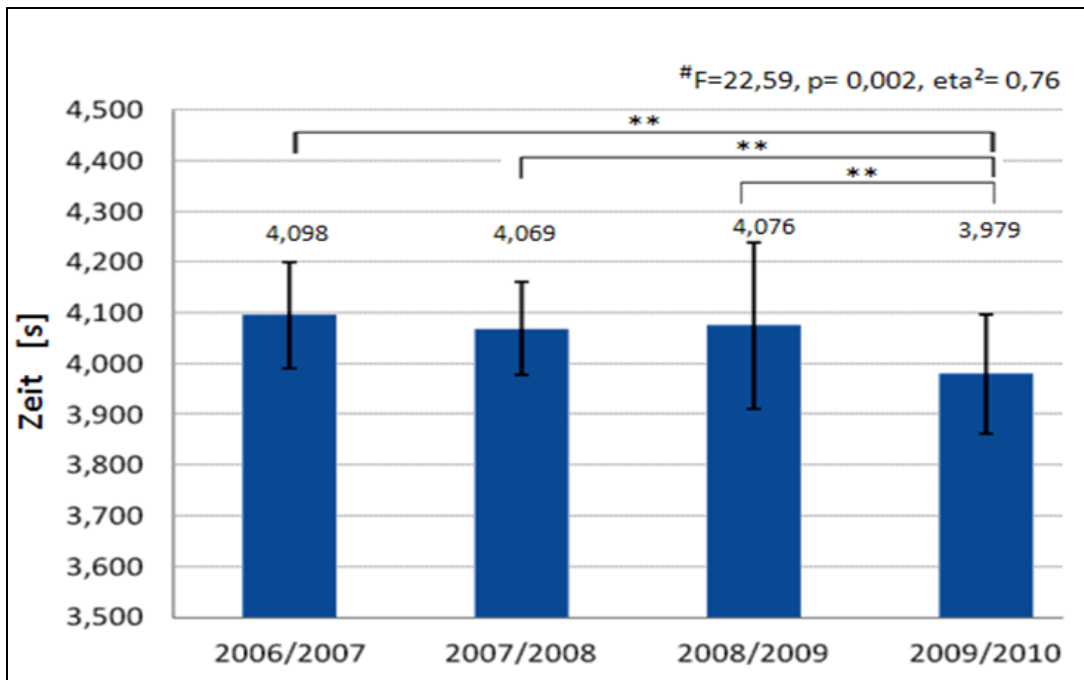


Abb. 30: Sprintzeit [s] über 30 m (MW \pm SD) aller Spieler (n = 8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

Legende: # signifikanter Messwiederholungseffekt der ANOVA (F = 22,59, p = 0,002, $\eta^2 = 0,76$)
 ** post-hoc-Testung ($p_{LSD} \leq 0,001$)

Tab. 13: Kreuztabelle der Mittelwertdifferenzen 'Sprintzeit über 30m [s]'

Saison (MW \pm SD)		2006/2007 n = 8	2007/2008 n = 8	2008/2009 n = 8	2009/2010 n = 8
2006/2007 (4,098 \pm 0,10 s)	Diff.	x	0,03	0,02	0,12
	p		0,155	0,466	0,000**
2007/2008 (4,069 \pm 0,09 s)	Diff.		x	0,07	0,09
	p			0,847	0,003**
2008/2009 (4,076 \pm 0,16 s)	Diff.			x	0,09
	p				0,002**
2009/2010 (3,979 \pm 0,12 s)					x

Legende: - Mittelwert (MW) \pm Standardabweichung (SD), Stichprobengröße (n)
 - Diff. = Mittelwertdifferenz
 - p = post-hoc-Test (p_{LSD})
 - ** ($p \leq 0,01$)

4.2.2 Sprungkrafttests

Die Analyse der Sprungkraft (**Test ohne Armschwungeinsatz**) ergab keine signifikante Entwicklung im Beobachtungszeitraum von Saison 2006/07 bis Saison 2009/10 ($F = 0,421$; $p = 0,537$; $\eta^2 = 0,06$) (**Abb. 31, Anhang 6**).

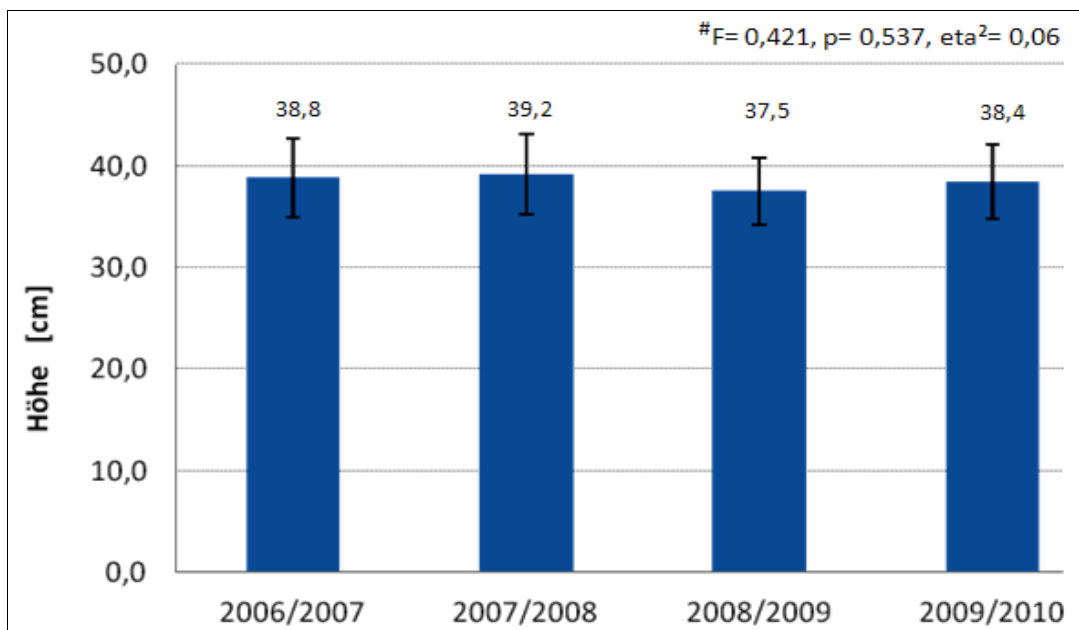


Abb. 31: Erreichte Sprunghöhe [cm] beim CMJ ohne Armeinsatz (MW ± SD) aller Spieler (n=8) von `Saison 2006/07` bis `Saison 2009/10`

Legende: # nicht signifikanter Messwiederholungseffekt der ANOVA ($F = 0,421$; $p = 0,537$; $\eta^2 = 0,06$)

Bei nicht signifikantem Globaltest war eine multiple Mittelwerttestung nicht statthaft, beobachtbare Mittelwertdifferenzen zwischen den Saisonbeobachtungszeiträumen wurden lediglich deskriptiv-tabellarisch aufbereitet (**Tab. 14**).

Eine ähnliche, nicht signifikante zeitliche Entwicklung ($F = 0,635$; $p = 0,452$; $\eta^2 = 0,08$) stellte sich auch bei der Analyse der **Sprungkraft mit Armeinsatz** dar (**Abb. 32, Anhang 7**).

4. Ergebnisse

Tab. 14: Deskriptive Statistik der Sprunghöhe[cm] im CMJ ohne Armeinsatz (MW ± SD)

Saison (MW ± SD)		2006/2007 n = 8	2007/2008 n = 8	2008/2009 n = 8	2009/2010 n = 8
2006/2007 (38,84 ± 3,85 cm)	Diff.	0	0,35	1,30	0,40
2007/2008 (39,19 ± 3,94 cm)	Diff.		0	1,65	0,75
2008/2009 (37,54 ± 3,31 cm)	Diff.			0	0,90
2009/2010 (38,44 ± 3,65 cm)	Diff.				0

Legende: - Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (SD), Stichprobengröße (n)
- Diff. = Mittelwertdifferenz

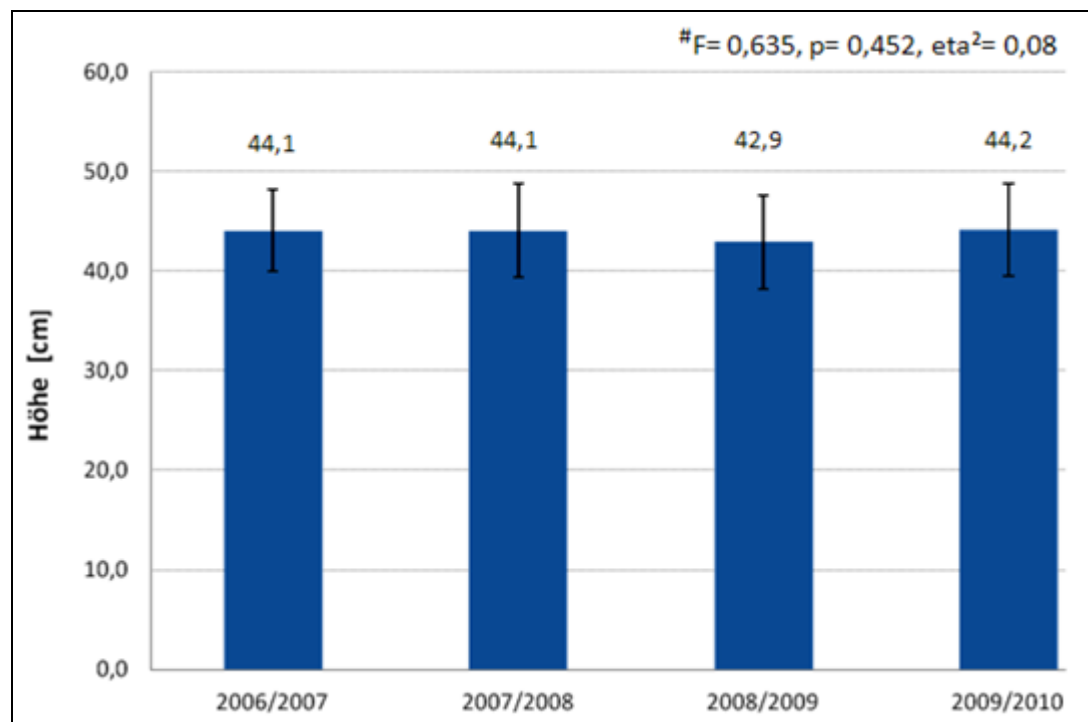


Abb. 32: Erreichte Sprunghöhe [cm] beim CMJ mit Armeinsatz (MW ± SD) aller Spieler (n=8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

Legende: # = nicht signifikanter Messwiederholungseffekt der ANOVA
(F = 0,635; p = 0,452; eta² = 0,08)

Die Mittelwertdifferenzen wurden deskriptiv-tabellarisch noch einmal aufbereitet (Tab. 15).

Tab. 15: Deskriptive Statistik der Sprunghöhe[cm] im CMJ mit Armeinsatz (MW ± SD)

Saison (MW ± SD)		2006/2007 n = 8	2007/2008 n = 8	2008/2009 n = 8	2009/2010 n = 8
2006/2007 (44,11 ± 5,36 cm)	Diff.	0	0,01	1,13	0,05
2007/2008 (44,12 ± 4,67 cm)	Diff.		0	1,14	0,04
2008/2009 (42,99 ± 4,69 cm)	Diff.			0	1,18
2009/2010 (44,16 ± 4,65 cm)	Diff.				0

Legende: - Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (SD), Stichprobengröße (n)
- Diff. = Mittelwertdifferenz

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass für die Sprungkraft im Beobachtungszeitraum keine signifikanten Veränderungen beobachtet werden konnte.

4.2.3 Feldstufentest

Die differenzierte Analyse der Ausdauerleistungsfähigkeit, die über die individuelle Laufgeschwindigkeit [m/sec] an der aeroben-anaeroben Schwelle bestimmt wurde, ergab keine signifikante Veränderung ($F = 0,097$; $p = 0,765$; $\eta^2 = 0,01$) (Abb. 33, Anhang 8).

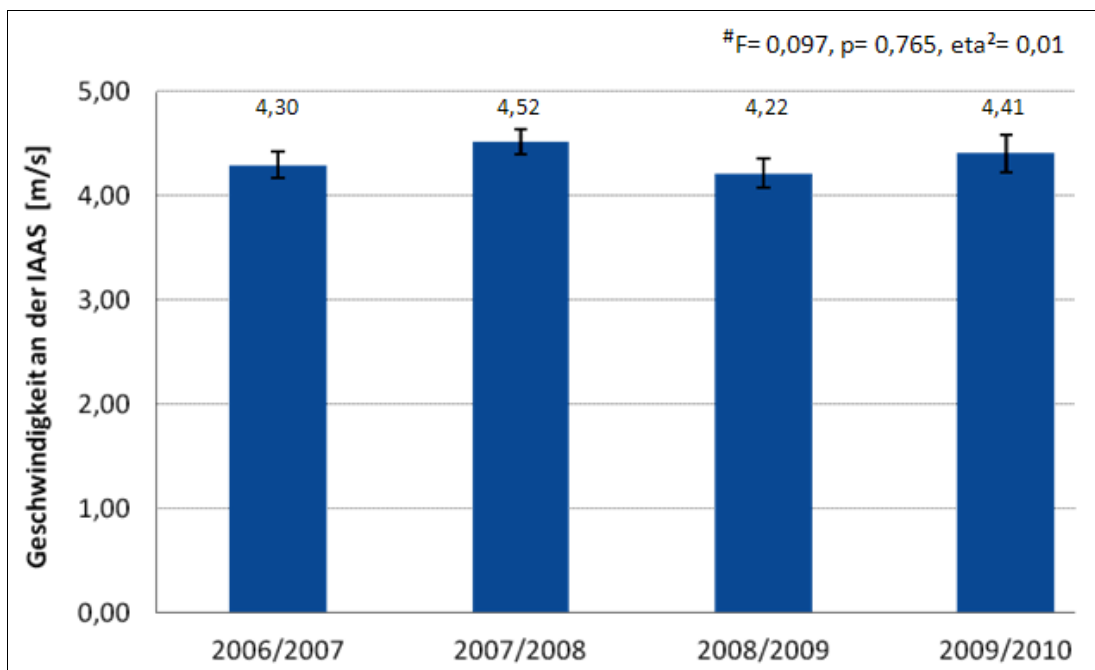


Abb. 33: Geschwindigkeit [m/s] an der IAAS (MW \pm SD) aller Spieler (n=8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

Legende: # nicht signifikanter Messwiederholungseffekt der ANOVA (F = 0,097; p = 0,765; $\eta^2 = 0,01$)

Vermeintliche Entwicklungen (Verbesserung) der Laufgeschwindigkeit [m/s] von Saison 2006/07 (4,30 \pm 0,13) zu Saison 2007/08 (4,52 \pm 0,12) sowie die Veränderung (Verschlechterung) von Saison 2007/08 (4,52 \pm 0,12) zu Saison 2008/09 (4,22 \pm 0,14), waren nicht signifikant, wurden aber deskriptiv-tabellarisch aufbereitet (**Tab. 16**).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die Ausdauerleistungsfähigkeit im gesamten Beobachtungszeitraum nicht signifikant verändert hat.

Tab. 16: Deskriptive Statistik der Schwellengeschwindigkeit [m/s] (MW ± SD)

Saison (MW ± SD)		2006/2007 n = 8	2007/2008 n = 8	2008/2009 n = 8	2009/2010 n = 8
2006/2007 (4,30 ± 0,13 m/s)	Diff.	0	0,22	0,08	0,11
2007/2008 (4,52 ± 0,12 m/s)	Diff.		0	0,31	0,11
2008/2009 (4,22 ± 0,14 m/s)	Diff.			0	0,19
2009/2010 (4,41 ± 0,18 m/s)	Diff.				0

Legende: - Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (SD), Stichprobengröße (n)
 - Diff. = Mittelwertdifferenz

4.2.4 Krafttests

Für die Überprüfung der dynamisch-konzentrischen Maximalkraft wurde in den Übungen die auf die Körpermasse relativierte Maximallast (kg/kg Körpermasse) analysiert (Bankdrücken = Brustmuskulatur, Kniebeuge = Beinstreckmuskulatur).

Im Beobachtungszeitraum (2006-2010) konnte für die relativierte Maximallast (kg/kg Körpermasse) im **Bankdrücken** keine signifikante ($F = 3,041$; $p = 0,125$; $\eta^2 = 0,30$) Entwicklung beobachtet werden (**Abb. 34, Anhang 9**).

Die Saisonvergleiche wurden wieder deskriptiv-tabellarisch aufbereitet (**Tab. 17**)

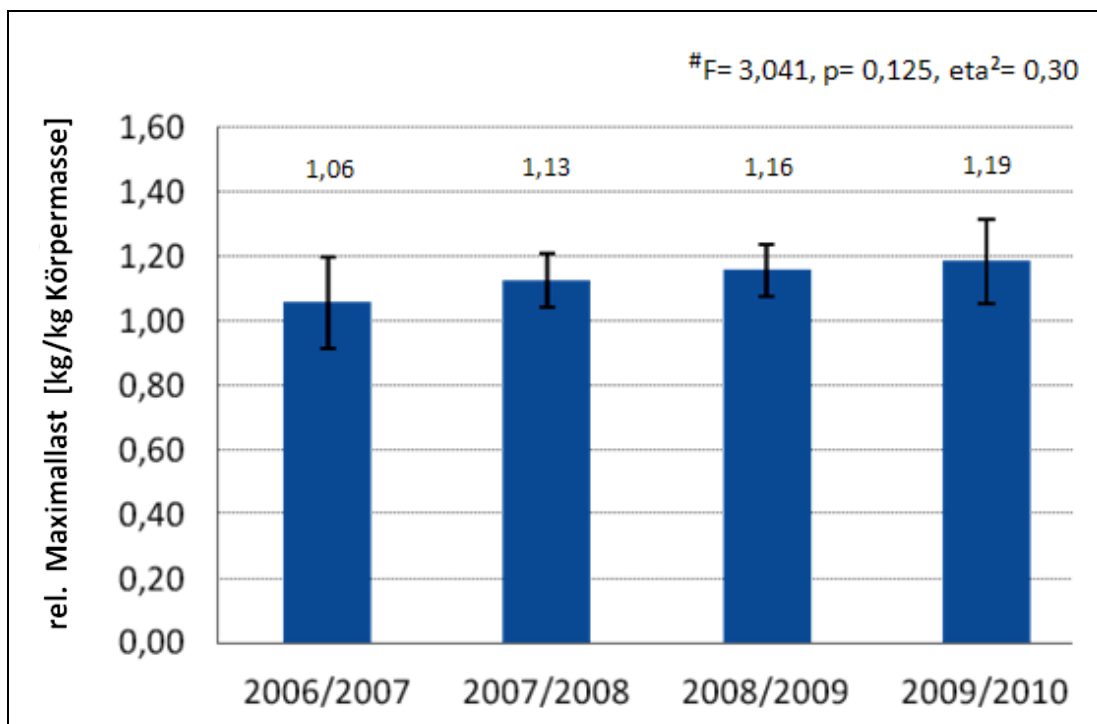


Abb. 34: relative Maximallast [kg/kg Körpermasse] im Bankdrücken (MW \pm SD) aller Spieler (n=8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

Legende: # nicht signifikanter Messwiederholungseffekt der ANOVA (F = 3,041; p = 0,125; eta² = 0,30)

Tab. 17: Deskriptive Statistik der relativierten Maximallast [kg/kg Körpermasse] im Bankdrücken (MW \pm SD)

Saison (MW \pm SD)		2006/2007 n = 8	2007/2008 n = 8	2008/2009 n = 8	2009/2010 n = 8
2006/2007 (1,06 \pm 0,14 kg/kg)	Diff.	0	0,07	0,10	0,13
2007/2008 (1,13 \pm 0,08 kg/kg)	Diff.		0	0,03	0,06
2008/2009 (1,16 \pm 0,08 kg/kg)	Diff.			0	0,03
2009/2010 (1,19 \pm 0,13 kg/kg)	Diff.				0

Legende: - Mittelwert (MW) \pm Standardabweichung (SD), Stichprobengröße (n)
- Diff. = Mittelwertdifferenz

Bei der Analyse der relativierten Maximallast in der **Kniebeuge** konnte eine signifikante Entwicklung im Zeitraum von 2006 bis 2010 ($F = 10,393$, $p = 0,015$, $\eta^2 = 0,60$) beobachtet werden (**Abb. 35**).

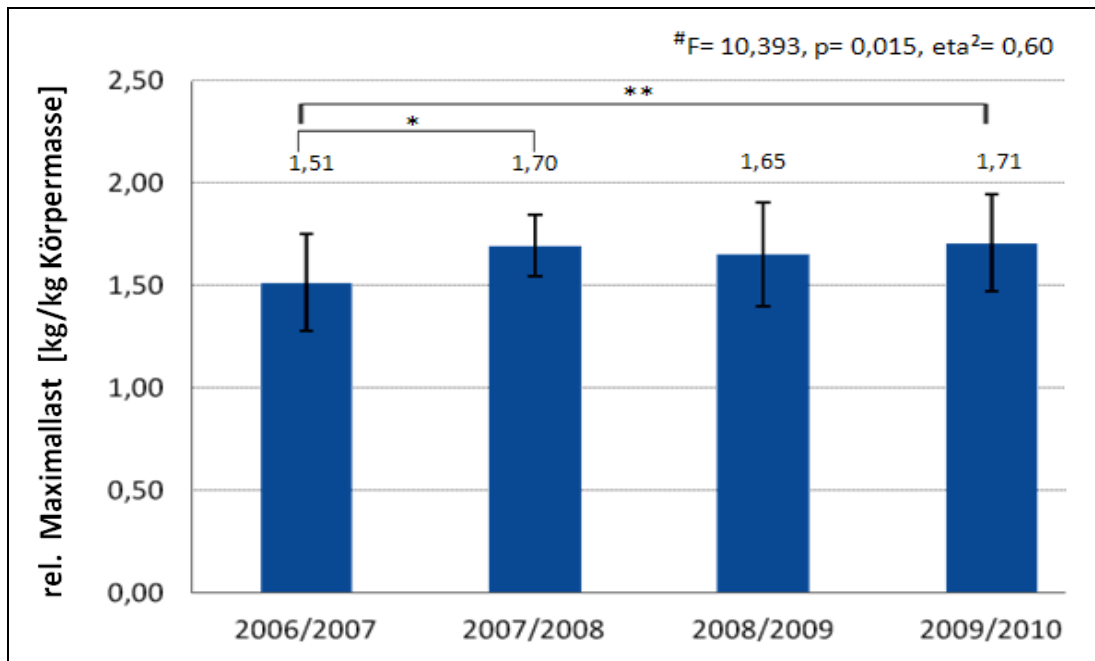


Abb. 35: relative Maximallast [kg/kg Körpermasse] in der Kniebeuge (MW \pm SD) aller Spieler ($n=8$) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

Legende: signifikanter Messwiederholungseffekt der ANOVA ($F = 10,393$, $p = 0,015$, $\eta^2 = 0,60$)
 ** post-hoc-Testung ($p_{LSD} = 0,006$)
 * post-hoc-Testung ($p_{LSD} = 0,024$)

Der multiple Mittelwertvergleich (*post hoc*) identifizierte die Veränderung (Zunahme) von der Saison 2006/07 ($1,51 \pm 0,24$ kg/kg Körpermasse) zur Saison 2009/10 ($1,71 \pm 0,23$ kg/kg Körpermasse) als hochsignifikant ($p \leq 0,01$) (**Anhang 10**).

Weiterhin wies die Testung signifikante Entwicklungen von Saison 2006/07 ($1,51 \pm 0,24$ kg/kg Körpermasse) zur Saison 2007/08 ($1,70 \pm 0,15$ kg/kg Körpermasse) und der Saison 2009/10 ($1,71 \pm 0,23$ kg/kg Körpermasse) auf ($p \leq 0,05$, respektive $p \leq 0,01$) (**Tab. 18**).

4. Ergebnisse

Tab. 18: Deskriptive Statistik der relativierten Maximallast [kg/kg Körpermasse] in der Kniebeuge

Saison (MW ± SD)		2006/2007 n = 8	2007/2008 n = 8	2008/2009 n = 8	2009/2010 n = 8
2006/2007 (1,51 ± 0,24 kg/kg)	Diff.		0,18 0,024*	0,14 0,089	0,19 0,006**
	p	x			
2007/2008 (1,70 ± 0,15 kg/kg)	Diff.			0,04 0,419	0,01 0,806
	p		x		
2008/2009 (1,65 ± 0,24 kg/kg)	Diff.				0,06 0,340
	p			x	
2009/2010 (1,71 ± 0,23 kg/kg)	Diff.				
	p				x

Legende: - Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (SD), Stichprobengröße (n)
 - Diff. = Mittelwertdifferenz
 - p = post-hoc-Testung (p_{LSD})
 - ** ($p \leq 0,01$), * ($p \leq 0,05$)

Bei der Analyse der relativen Maximallast [kg/kg Körpermasse] im **Stoßen (clean and jerk)** als Indikator für die Explosiv- und Schnellkraft fanden sich ebenfalls hochsignifikante ($F = 18,226$, $p = 0,004$, $\eta^2 = 0,72$) Verbesserungen (Zunahme) der auf die Körpermasse relativierten Kraftleistung (**Abb.36**).

Die multiple Mittelwert-Testung (*post-hoc*) stellte auch hier die besondere Entwicklung zur Saison 2009/10 ($0,96 \pm 0,08$ kg/kg Körpermasse) heraus, in der die relative Maximallast beim **Stoßen** hochsignifikant besser war als in den Jahren zuvor (**Tab. 19, Anhang 11**).

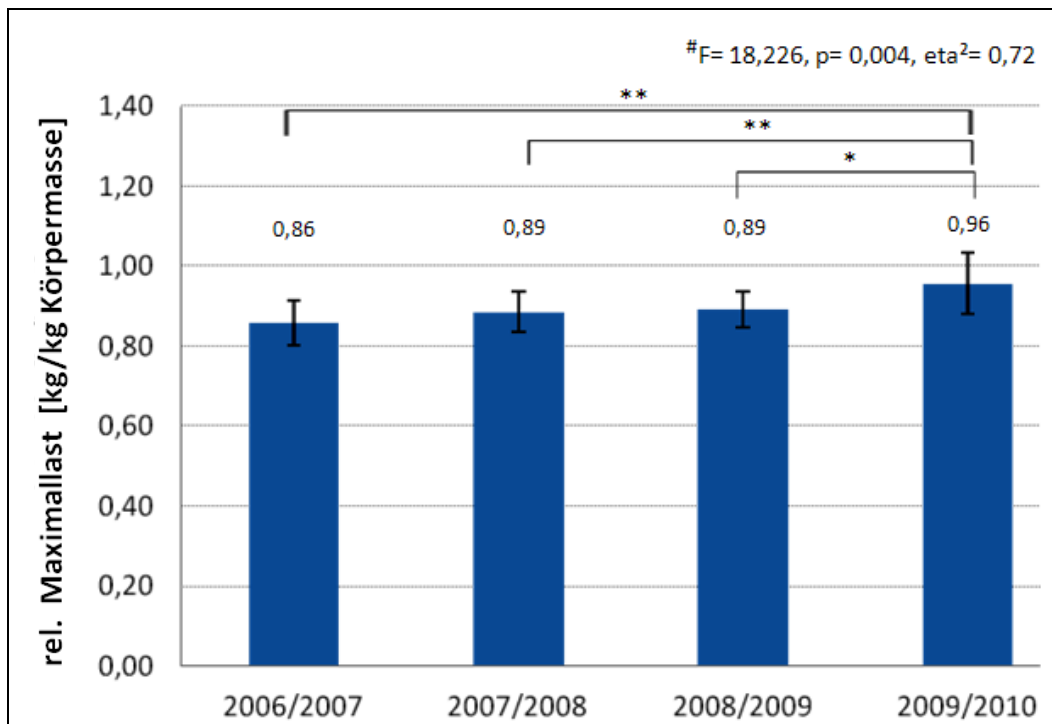


Abb. 36: relative Maximallast [kg/kg Körpermasse] beim 'clean and jerk' (MW \pm SD) aller Spieler (n=8) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

Legende: # signifikanter Messwiederholungseffekt der ANOVA (F = 18,226, p = 0,004, eta² = 0,72)
 ** post-hoc-Testung (p_{LSD} = 0,007, p_{LSD} = 0,004) * post-hoc-Testung (p_{LSD} = 0,03)

Tab. 19: Kreuztabelle der Mittelwertdifferenzen relative Kraftleistung beim 'Stoßen' [kg/kg Körpermasse]

Saison (MW \pm SD)		2006/2007 n = 8	2007/2008 n = 8	2008/2009 n = 8	2009/2010 n = 8
2006/2007 (0,86 \pm 0,06 kg/kg)	Diff.		0,03	0,04	0,10
	p =	x	0,194	0,073	0,007**
2007/2008 (0,89 \pm 0,05 kg/kg)	Diff.			0,01	0,07
	p =		x	0,717	0,004**
2008/2009 (0,89 \pm 0,05 kg/kg)	Diff.				0,07
	p =			x	0,030*
2009/2010 (0,96 \pm 0,08 kg/kg)					x

Legende: - Mittelwert (MW) \pm Standardabweichung (SD), Stichprobengröße (n)
 - Diff. = Mittelwertdifferenz
 - p = post-hoc-Testung (p_{LSD})
 - ** (p \leq 0,01), * (p \leq 0,05)

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Veränderungen der relativen Maximallast in der Kniebeuge und beim Stoßen signifikant sind. Die relative Maximallast im Bankdrücken wies keine signifikanten Veränderungen auf. Der Entwicklungssprung bei der Kniebeuge zeigte sich von der Saison 2006/0 (1,51 ± 0,24 kg/kg Körpermasse) zur Saison 2007/08 (1,70 ± 0,15 kg/kg Körpermasse) ($p \leq 0,05$). Ein weiterer signifikanter Leistungsschub blieb (Saison 2008/09 (1,65 ± 0,24 kg/kg Körpermasse), Saison 2009/10 (1,71 ± 0,23 kg/kg Körpermasse) aus. Das dadurch erreichte Leistungsniveau spiegelt sich im hochsignifikanten Mittelwertvergleich der Saison 2006/07 (1,51 ± 0,24 kg/kg Körpermasse) und der Saison 2009/10 (1,71 ± 0,23 kg/kg Körpermasse) wieder. Die relative Maximallast im Stoßen verbesserte sich maßgeblich in der Saison 2009/10.

4.3 Zusammenhangsanalyse zwischen den Verletzungsdaten und den getesteten konditionellen Fähigkeiten

Zur Beantwortung der Frage nach Zusammenhängen von athletischen Trainingsanpassungen und der Verletzungsinzidenz wurden nur die Athletikmerkmale berücksichtigt, die in der Längsschnittanalyse zuvor zu signifikanten Entwicklungen geführt haben (**Tab. 20**).

Tab. 20: Deskriptive Statistik der Delta Veränderungen

Darstellung der Delta-Veränderungen von Saison 2006/07 zu Saison 2009/10 (MW ± SD)

ΔVeränderungen	CMJoA [cm]	CMJmA [cm]	IAAS [m/s]	5 m Sprint [s]	30 m Sprint [s]	Bank drücken [kg/KG]	Kniebeuge [kg/kg]	Stossen [kg/kg]	Verletzungen [n]
MW	-0,06	0,04	0,11	-0,12*	-0,12*	0,13	0,19*	0,10*	-1,75*
± SD	2,40	1,21	0,13	0,04	0,05	0,20	0,14	0,08	1,58
n	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Legende: - n = Stichprobengröße
 - * signifikanter Messwiederholungseffekt der ANOVA (post-hoc-Testung, $p_{LSD} \leq 0,05$)

Die nachfolgenden Einzelfalldarstellungen zeigen die Entwicklung eines Athletikmerkmals und der Anzahl der Verletzungen (2 Ordinate). Die Veranschaulichung dient der inhaltlichen Darstellung von Zusammenhängen, die mit einer statistischen Kennziffer nicht ausgedrückt werden konnten.

Sowohl für die Verletzungsentwicklung (blaue Linien) als auch für die Athletikmerkmale (rote Linien) wurden individuelle Spielericons vergeben. So kann Spieler X mit dem Icon Δ deutlich von Spieler Y mit dem Icon \circ unterschieden und in allen Graphiken verfolgt werden.

Die Entwicklung der Anzahl der Verletzungen war in allen Einzelfalldarstellungen identisch (**Abb.37**), daher wurde jeweils die Entwicklung der Athletikmerkmale graphisch hervorgehoben.

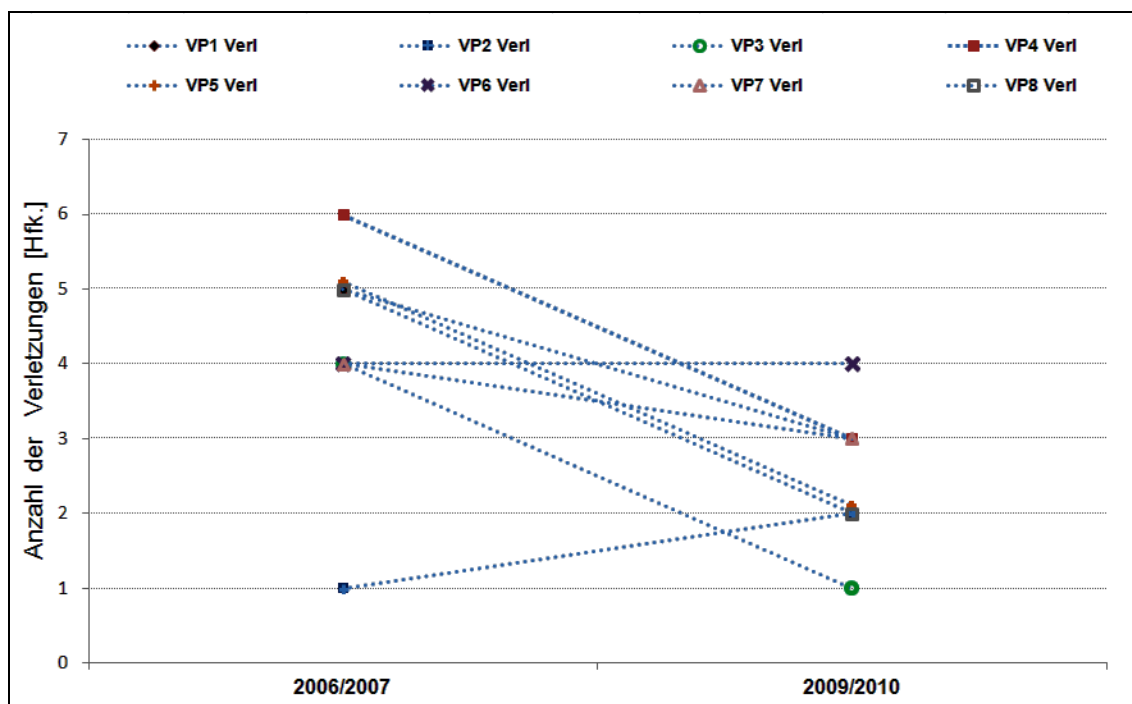


Abb. 37: Entwicklungsverlauf der Anzahl der Verletzungen [Hfk] von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10' (n=8)

Eine Reduktion der Anzahl der Verletzungen konnte bei sechs von acht Spielern im Zeitraum von $\dots \times \dots$ 2006 bis 2010 beobachtet werden. Die differenzierte Einzelfalldarstellung der Anzahl der Verletzungen zeigte keine Entwicklung bei

4. Ergebnisse

Spieler 6 (VP6 Verl, Saison 2006/07 = 4 [Hfk.], Saison 2009/10 = 4 [Hfk.]) sowie eine Zunahme der Verletzungen bei Spieler 2 (VP2 Verl, Saison 2006/07 = 1 [Hfk.], Saison 2009/10 = 2 [Hfk.]). Die größte Reduktion der Anzahl der Verletzungen mit minus 75 % wies Spieler 3 auf (VP3 Verl, Saison 2006/07 = 4 [Hfk.], Saison 2009/10 = 1 [Hfk.]) (**Abb.37**).

Im Beobachtungszeitraum (2006-2010) konnte für die 5-m-Sprintzeit bei allen acht Spielern eine Veränderung (Abnahme) der Sprintzeit über 5 m beobachtet werden (**Abb. 38**).

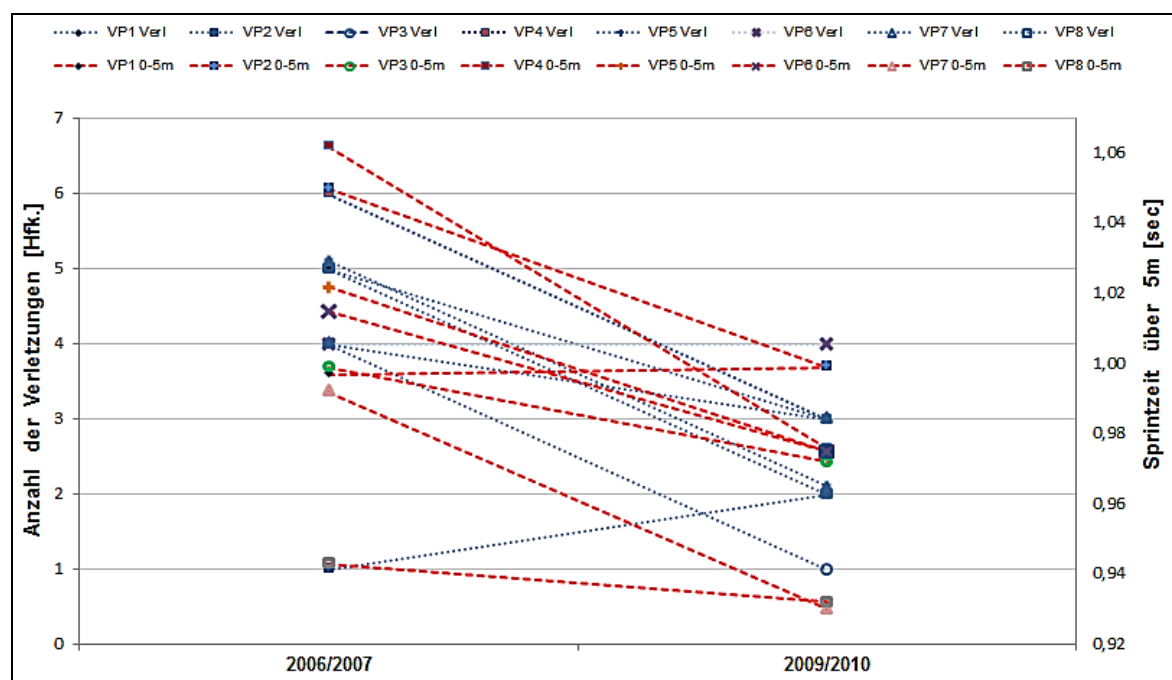


Abb. 38: Darstellung des Parallelverlaufes der Entwicklungen der Sprintzeiten [sec] über 5m und der Anzahl der Verletzungen [Hfk] von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10' (n=8)

Im Merkmal 30-m-Sprint fanden im Beobachtungszeitraum ebenfalls Verbesserungen (Abnahme) der Sprintzeiten bei allen acht Spielern statt. Die geringste Leistungsentwicklung mit -0,7 % zeigte Spieler 4 (VP4 0-30m, Saison 2006/07 = 4,2 [sec], Saison 2009/10 = 4,17 [sec]) (**Abb. 39**).

4.3 Zusammenhangsanalyse zwischen den Verletzungsdaten und den getesteten konditionellen Fähigkeiten

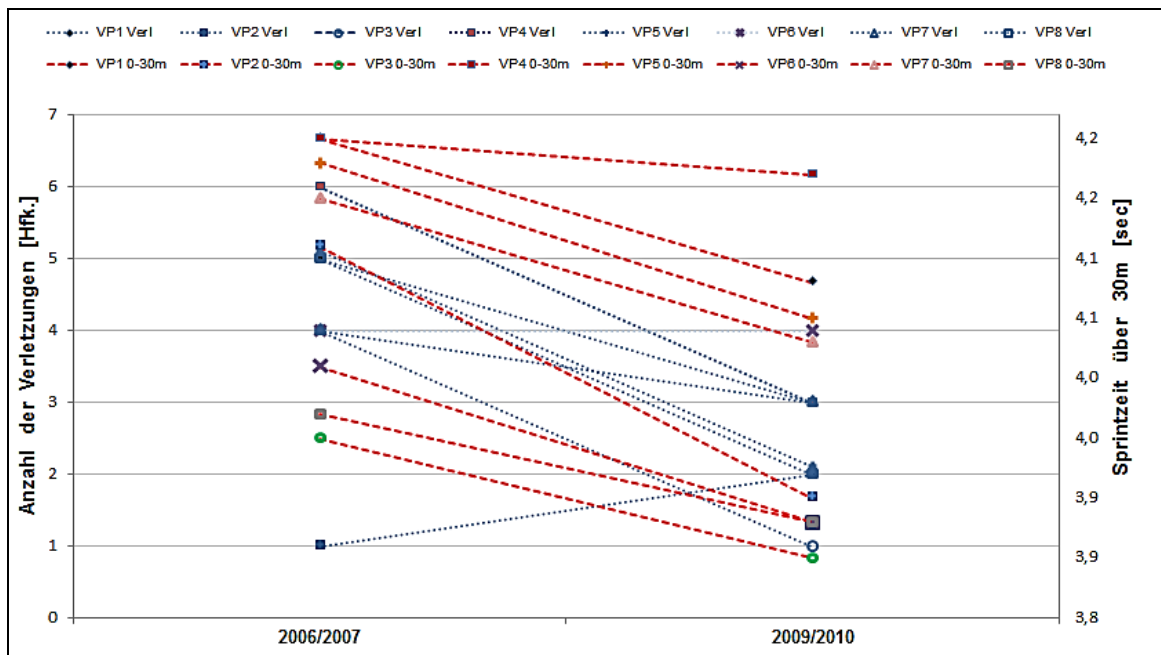


Abb. 39: Darstellung des Parallelverlaufes der Entwicklungen der Sprintzeiten [sec] über 30m und der Anzahl der Verletzungen [Hfk.] von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10' (n=8)

Die Analyse der relativierten Maximallast in der Kniebeuge zeigte eine Veränderung (Zunahme) der Kraftleistung bei allen acht Spielern. Die größte Leistungsentwicklung mit 38 % wies Spieler 2 auf (VP2 Knie, Saison 2006/07 = 1,32 [kg/kg Körpermasse], Saison 2009/10 = 1,82 [kg/kg Körpermasse]). Die geringste Leistungsentwicklung mit 2,8 % zeigte Spieler 4 (VP4 Knie, Saison 2006/07 = 1,48 [kg/kg Körpermasse], Saison 2009/10 = 1,52 [kg/kg Körpermasse]) (**Abb. 40**).

Bei der Analyse der relativen Maximallast [kg/kg Körpermasse] im Stoßen (*clean and jerk*) war ebenfalls eine Verbesserungen (Zunahme) der Kraftleistung bei sieben von acht Spielern zu beobachten. Eine Verschlechterung (Abnahme) zeigte sich bei Spieler 4 (VP4 Stoßen, Saison 2006/07 = 0,83 [kg/kg Körpermasse], Saison 2009/10 = 0,82 [kg/kg Körpermasse]). Die größte Leistungsentwicklung mit 29,5 % wies Spieler 2 auf (VP2 Stoßen, Saison 2006/07 = 0,78 [kg/kg Körpermasse], Saison 2009/10 = 1,01 [kg/kg Körpermasse]) (**Abb. 41**).

4. Ergebnisse

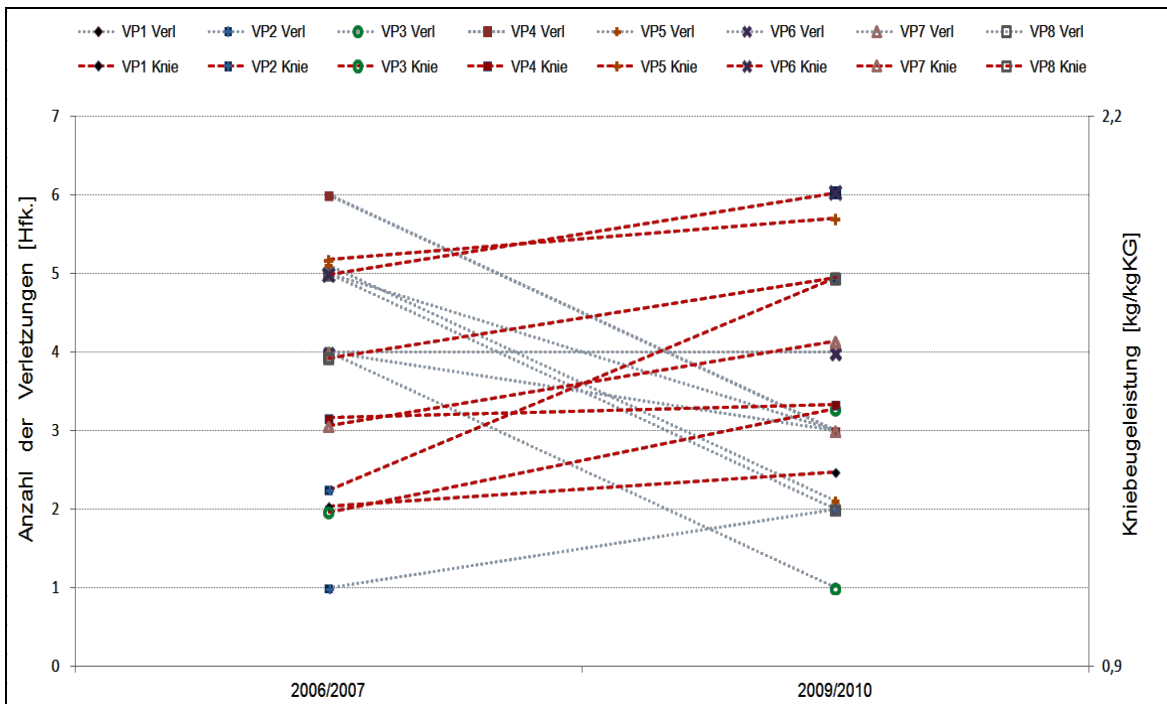


Abb. 40: Darstellung des Parallelverlaufes der Entwicklungen der Kniebeugeleistung [kg/kg Körpermasse] und der Anzahl der Verletzungen [Hfk] von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10' (n=8)

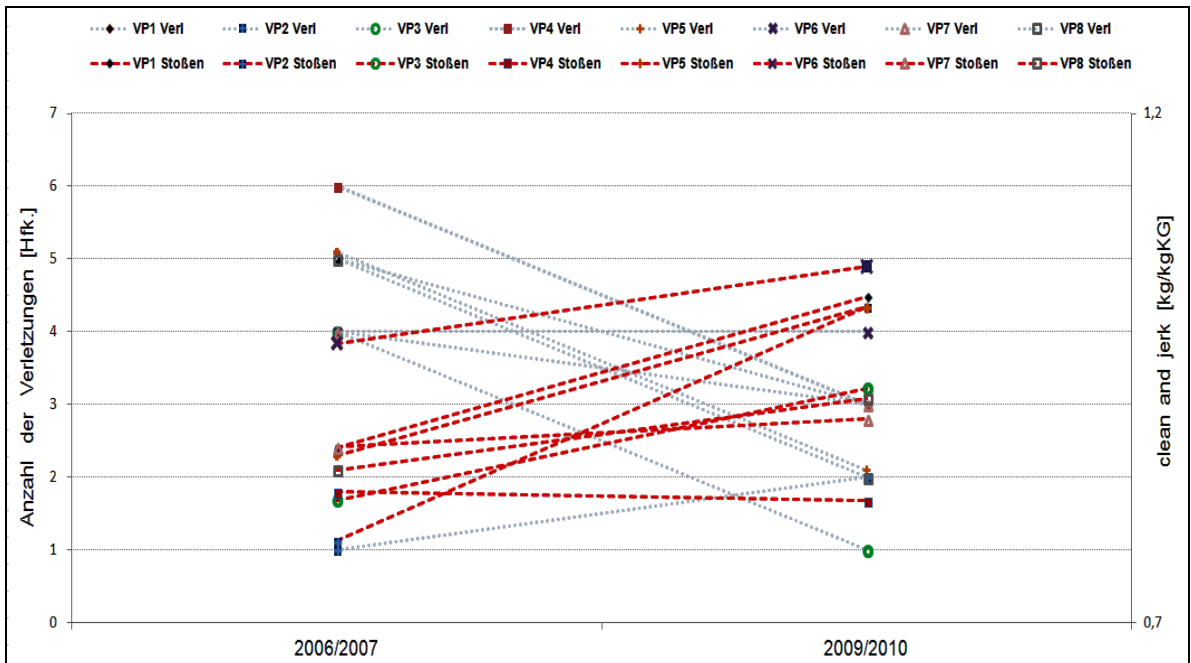


Abb. 41: Darstellung des Parallelverlaufes der Entwicklungen der Leistung im Stoßen kg/kg Körpermasse] und der Anzahl der Verletzungen [Hfk] von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10' (n=8)

4.4 Beantwortungen der Arbeitshypothese

Nach der Analyse der Daten soll nun im Folgenden die Arbeitshypothese, die aus dem Forschungsstand abgeleitet wurde, aufgegriffen werden:

Es ist davon auszugehen, dass eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit, hervorgerufen durch ein kontinuierliches Athletiktraining, zu einer nachhaltigen Verringerung der fußballspezifischen Verletzungen führen wird.

Die Datenanalyse stützt die Hypothese in Bezug, indem folgende Aussagen getroffen werden können (Ergebnisse):

1. Die vorliegenden Ergebnisse zeigten, dass der größte prozentuale Anteil von fußballspezifischen Verletzungen an den unteren Extremitäten auftritt.
2. Während der vierjährigen Datenerfassung konnte ein Rückgang der Verletzungen an den unteren Extremitäten beobachtet werden.
3. Bei den sportmotorischen Fähigkeiten zeigte sich im Beobachtungszeitraum eine signifikante Verbesserung der Antritts-, und Sprintschnelligkeit und Maximalkraft.
4. Ein statischer Zusammenhang zwischen dem Rückgang der Verletzungszahlen und einer gesteigerten sportmotorischen Leistung konnte nicht verifiziert werden. Die Einzelfalldarstellungen lassen jedoch einen möglichen Zusammenhang vermuten.

5. Diskussion

Die vorliegende Studie diskutiert einen möglichen Zusammenhang zwischen einer verbesserten sportmotorischen Leistungsfähigkeit und einer reduzierten Verletzungszahl. Hierzu wurden Daten über einen Zeitraum von vier Jahren im Längsschnitt erhoben und miteinander in Beziehung gesetzt.

Wegen verschiedener methodischer Studienansätze und einer unterschiedlichen Beobachtungs- und Interventionsphase war ein unmittelbarer direkter Vergleich der erhobenen Daten mit Literaturbefunden nur eingeschränkt möglich.

5.1 Prävention von Verletzungen

Vor dem Hintergrund der vorangegangenen Beschreibung der Datenlage über die Entstehungen und die Ursachen von fußballspezifischen Verletzungen (**Kap. 2.1**) stellt sich die Frage, inwieweit sich Verletzungen vermeiden oder reduzieren lassen.

In der Literatur existieren zahlreiche wissenschaftlich fundierte Präventionsprogramme für fast jede Verletzungsart im Fußball. Für die richtige Umsetzung und Gestaltung von Präventionsmaßnahmen hilft vor allem das Aufdecken der verschiedenen Risikofaktoren (intrinsisch, extrinsisch). Die meisten Programme zielen auf propriozeptive und neuromuskuläre Trainingsübungen ab, welche den Spielern helfen, die beschriebenen Verletzungsmechanismen zu vermeiden bzw. besser zu absorbieren (Woods, Hawkins, Hulse & Hodson, 2002). Verletzungen, welche durch Gegnerkontakt entstehen, sind kaum durch Präventionsmaßnahmen beeinflussbar, da Ihre Ursachen zu komplex und nicht kontrollierbar sind (Alentorn-Geli, Myer, Silvers et al., 2009a).

Prozentual gesehen liegen die Non-Kontakt-Verletzungen an den unteren Extremitäten zwischen 26 % und 59 % und treten vorwiegend während des Laufens (unebener Boden) und bei Drehbewegungen bzw. Abstoppbewegungen auf (Alentorn-Geli et al., 2009b; Henke, 2005). Hinzu kommt, dass etwa 16 % bis 25 % aller Verletzungen an den unteren Extremitäten rezidiv sind, was nach Meinung der

Experten meist mit einer unzureichenden Rehabilitation einhergeht (Dvorak et al. 2000b; Henke et al., 2006; Inklaar et al., 1996; Walden, Hägglund, & Ekstrand, 2005).

Studien belegen die reduzierende Wirkung eines gezielten Sprung- und Krafttrainings auf das Auftreten von Verletzungen der unteren Extremitäten. Hierbei kam es, neben der Beseitigung von muskulären Dysbalancen zwischen Beinbeuger (M. quadrizeps) und Beinstrecker (ischiokrurale Muskulatur), auch zu einer schnelleren Aktivierung der Beinmuskulatur auf Bewegungsreize, wodurch eine funktionelle Sicherung des Knie- und Sprunggelenkes gewährleistet wird (Aune, Ekeland & Nordsletten, 1995; Hagood, Solomonow, Zhou, Barrata & D'Ambrosia, 1990; Hewett et al., 1996, 1999).

Bereits in den 80er Jahren konnten Ekstrand, Gillquist & Liljedahl (1983b) nachweisen, dass bei Einführung eines Präventionsprogrammes eine Reduzierung der Verletzungsrate um 50 % bis 70 % erreicht wurde. Eine Teilübersicht bestehender Präventionsprogramme stellten Petersen, Zantop, Rosenbaum und Raschke (2005a) in ihrer Arbeit vor (**Tab. 21**). Die Inhalte und Konzepte dieser Programme zielten auf einen optimierten Bewegungsablauf sowie eine Früherkennung von Verletzungsmustern der unteren Extremitäten ab.

Fest steht, dass eine gut trainierte Oberschenkelmuskulatur das Kniegelenk stabilisiert und Bewegungen des vorderen Schienbeins zurückhält (Ehlenz, Grosser, Zimmermann & Zintl, 1995; Engelhardt, Freiwald & Rittmeister, 2002; Wirhed, 2001). Die bei einer Landung oder Drehbewegung auftretenden Scherkräfte können so effektiver absorbiert werden (Hewett et al. (1999). Ein weiterer Indikator für Knieverletzungen sind Unterschiede in der Maximalkraft zwischen Beinstrecker (M. quadriceps femoris) und Beinbeuger (hamstring). Ein Ungleichgewicht zwischen Beinstrecker und Beinbeuger von mehr als 50 %, führte zu einer höheren Verletzungsanfälligkeit (Baratta, Solomonow, Zhou & Letson, 1988; Hewett et al., 1996; Huston & Wojtys, 1996). Diese Ergebnisse decken sich mit späteren Studien von Knoblauch, Martin-Schmitt, Gösling et al. (2005), Krutsch und Angele (2013) und Mandelbaum, Silvers, Watanabe et al. (2005).

Alle in **Tab. 21** aufgelisteten Studien konnten nach Beendigung ihres Programmes eine signifikante Reduktion der Verletzungen an den Sprunggelenken, den Kniegelenken oder der Oberschenkelmuskulatur nachweisen.

Petersen et al. (2005a) schlussfolgerten aus den Ergebnisse, dass...

1. das Trainieren der richtigen Landetechnik die Propriozeption der Gelenke schult.
2. eine beidbeinige Ausbildung hilft, muskuläre Asymmetrien zwischen dem Rumpf und den unteren Extremitäten zu minimieren.
3. ein gezieltes Krafttraining der Hamstring-Muskulatur und der Rumpfmuskulatur Dysbalancen entgegenwirkt.
4. die Aufklärung über das Entstehen und Vermeiden von Verletzungen dazu beiträgt, das Verständnis für *fair play* und die Nachhaltigkeit der Präventionsprogramme zu fördern.

Obwohl es seit Jahren fundierte Programme und Integrationsansätze zur Vermeidung von Verletzungen an den unteren Extremitäten gibt, finden diese kaum Zugang in die Vereine.

Das bekannteste und international etablierteste Präventionsprogramm ist das von der F-MARC entwickelte „11⁺ Programm“ (Dvorak et al., 2009b). Es ist vor allem auf die Kräftigung und Stabilität der unteren Extremität ausgerichtet. Die größte Präventionswirkung in Hinblick auf eine signifikante Reduktion der Verletzungen erzielte das „11⁺ Programm“ im Frauenfußball sowie im mittel- bis unterklassigem Männerfußball (Dvorak et al., 2009a, 2009b; Soligard, Nilstad, Steffen, et al., 2010). Theoretisch wäre jedoch jeder Spieler in der Lage, mit Hilfe von individuellen Dehnprogrammen und Kraftübungen in Eigenverantwortung an seinen Risikofaktoren zu arbeiten (Askling, Karlsson & Thorstensson, 2005; Dvorak et al., 2009b; Schache et al., 2011).

Tab. 21: Übersicht von Präventionsprogrammen für die untere Extremität

Programme	Prinzip	Inhalte	Dauer der Maßnahme	Ergebnis
Vermont ACL Prevention Program Ettlinger et al. (1995)	Aufklärung der Bewegungsmechanismen	<i>Videoanalyse zur:</i> - Sensibilisierung für Gefahrensituationen - Entwicklung von Eigenen Präventionsmechanismen	keine Angabe	Reduktion schwerer Knieverletzungen um 62 %
Caraffa-Programm Caraffa et al. (1996)	Propriozeptions-training	- Balanceübungen ohne und mit verschiedenen Wackelbrettern , täglich jedes Bein 2:30min	30 Tage	Interventionsgruppe = 0,15 Verl./Saison Kontrollgruppe = 1,15 Verl./Saison (p < 0.001)
Cincinatti Sportsmetric Program Hewett et al. (1999)	Sprungkraft-training und Dehnübungen	- Erlernen einer Sprung- und Landetechnik - Krafttraining (8Übungen á 1x 12-15 Wdh.) - 9 Dehnübungen á 3x 30s	6 Wochen	keine non-contact Verletzungen in der Interventionsgruppe, sign. höhere Verletzungsrate in der Kontrollgruppe
Fußballpräventionsprogramm Heidt et al. (2000)	Sprungkraft-training und Dehnübungen	- sportartspez. Ausdauertraining - Sprungübungen - Krafttraining - Dehnübungen	7 Wochen	sign. Rückgang der Verletzungen an den unteren Extremitäten in der Interventionsgruppe (p < 0.05)
11+ Programm der F-MARC Junge et al. (2002); Dvorak et al. (2009b)	Aufklärung über Fair play, Prävention und Nachhaltigkeit	- spezielles warm-up - Rumpfstabilität - Taping von instabilen Sprunggelenken - adäquate Rehabilitation verletzter Spieler - Vorträge über Fair play und Verletzungsmechanismen	1 Jahr	sign. Rückgang der Verletzungen an den unteren Extremitäten in der Interventionsgruppe (p < 0.05), Höherer Erfolg bei Amateurgruppen als bei Profimannschaften
Norwegisches Handballpräventionsprogramm Myklebust et al. (2003)	Aufklärung der Bewegungsmechanismen, Propriozeptions-training,	- Balanceübungen ohne und mit Airex-Matten sowie mit und ohne Ball - Sprünge auf unebenen Böden	2 Jahre	Rückgang der VKB-Rupturen von 13 auf 5 (p = 0.06)
Deutsches Handballpräventionsprogramm Petersen et al. (2005a)	Sprungkraft-training Aufklärung der Bewegungsmechanismen, Propriozeptions-training,	- Balanceübungen ohne und mit Airex-Matten sowie mit und ohne Ball - Sprünge auf unebenen Böden	8 Wochen	Interventionsgruppe = 0,04 Verl./1000h Kontrollgruppe = 0,21 Verl./1000h
Dänisches Handballpräventionsprogramm Wedderkopp et al. (1999/2003)	Sprungkraft-training Sprung- und Krafttraining	- Krafttraining der oberen und unteren Extremität - funktionelles Sprungtraining	1 Jahr	sign. Rückgang der Verletzungen an den unteren Extremitäten in der Interventionsgruppe (p < 0.05)

(mod. nach Petersen et al., 2005a)

Die adäquate und kontinuierliche Umsetzung von Präventions- und Schutzmaßnahmen liegt jedoch in den Händen der jeweiligen Vereine. Eine fehlende „Compliance“ von Trainern, Physiotherapeuten, Mediziner und Spielern

lässt jedes Programm scheitern. Gründe hierfür können neben einer unzureichenden Aufklärung auch eine mangelnde Qualifikation des Personals sein (Alentorn-Geli et al., 2009; Walden, Atroshi, Magnusson, Wagner & Hagglund, 2012).

Eine fehlende Zusammenarbeit von Trainern und dem medizinischen Personal führte auch in anderen Studien oft zu einer Limitation der Aussagekraft der Ergebnisse (Grooms, Palmer, Onate, Myer & Grindstaff, 2013; Soligard et al., 2010; Steffen, Myklebust, Olsen, Holme & Bahr, 2008; Sugimoto, Myer, Bush et al., 2012). Steffen et al. (2013a, 2013b) fanden heraus, dass Präventionsmaßnahmen eine höhere Akzeptanz und Integration erfuhren, wenn den Trainern und Spielern die Notwendigkeit und Nachhaltigkeit solcher Programme mittels Workshops und professioneller Unterstützung herangetragen wurde.

Etablierte Aufklärungs- und Weiterbildungskampagnen der FIFA und des DFB scheinen bereits Früchte getragen zu haben. Eine Studie der UEFA von 2006, in der 17 europäische Spitzenklubs über einen Zeitraum von fünf Jahren hinsichtlich ihrer Verletzungen erfasst wurden, belegte, dass es entgegen einiger gängiger Meinungen zu keinem Anstieg der Verletzungen kam. Nach Beendigung der Beobachtungszeit konnte sogar ein Rückgang der Verletzungen um 22 % (Verletzungsinzidenz von 9,4/1000 h auf 7,3/1000 h) festgestellt werden (Ekstrand, 2006). Dies spricht für eine Sensibilisierung der Problematik in vielen Vereinen und zeigt die Bemühung vermehrt auf Verletzungsprävention zu achten.

Das Auftreten der meisten Verletzungen im Fußball ist multifaktoriell und daher kaum durch eine einzige Interventionsmaßnahme zu verhindern. Obwohl bestehende Präventionsmaßnahmen überwiegend ausschließlich auf Non-Kontakt-Verletzungen (ohne Gegnereinwirkung) abzielen, reduzieren sie nachweislich deren Auftreten (Camathias & Valderrabano, 2008).

5.2 Entwicklung der aufgetretener Verletzungen im Beobachtungszeitraum von vier Jahren

Während des Beobachtungszeitraums konnte eine signifikante Reduktion der Verletzungszahlen von 4,25 auf 2,5 ($p = 0.004$) festgestellt werden (**Abb. 25**). Dies lässt sich unter anderem damit begründen, dass sämtliche Bedingungen während des gesamten Beobachtungszeitraums konstant blieben. Der Trainer, der Athletiktrainer, der Vorstand, die medizinische Betreuung sowie etwa 25 % des Kaders waren während der vier Saisons identisch.

Studien haben gezeigt, dass Mannschaften mit einer hohen Kontinuität beim Personal (Trainer, Spieler, medizinische Betreuung) deutlich weniger Verletzungen aufweisen als Mannschaften mit einer hohen Fluktuation (Ekstrand, 2009).

Dvorak et al. (2000b) zeigten, dass ein Trainer- oder Spielerwechsel Einfluss auf das Auftreten von Verletzungen hatte. So stieg die Verletzungshäufigkeit bei einem Trainerwechsel um ca. 36 %. Der Wechsel eines Spielers zu einem neuen Verein führte zu einer Erhöhung des Verletzungsrisikos um ca. 31 %. Auffällig war in Bezug auf die Verletzungsrate ein geringer, nicht signifikanter Anstieg ($p = 0.882$) der Anzahl der Verletzungen während des Aufstiegsjahres in eine höhere Spielklasse (**Tab. 10**).

Dieser Befund deckt sich mit Literaturbefunden, die gezeigt haben, dass sich mit der Spielklasse nicht nur die Trainings- und Spielintensität erhöht, sondern auch die Verletzungshäufigkeit zunimmt (Käser, 2013; Nielsen et al., 1989; Tschan et al. 2001, Rampinini et. al., 2007b). Als ursächlich wurde ein unzureichender konditioneller Leistungsstand vermutet. Eine schnellere muskuläre Ermüdung, geringe Regenerationszeiten und kleinere Überlastungsschäden begünstigten das vermehrte Auftreten von Verletzungen (Bradley, Mascio, Peart, Olsen & Sheldon 2010; Kuppig et al., 1993).

5.2.1 Beobachtung der Verletzungsinzidenz

Eine Möglichkeit, Studien mit unterschiedlichem Design (Querschnitt vs. Längsschnitt; retrospektive vs. prospektive; Feld vs. Labor) und unterschiedlichen Probandengut (Größe der Stichproben; homogen vs. heterogen; Unterschiede in Leistungsklassen) zu vergleichen, bietet die Darstellung der Verletzungsinzidenz bzw. der Expositionszeiten. Dabei werden die Verletzungshäufigkeiten relativiert auf 1000 Stunden Aktivitätszeit (Trainingszeit + Spielzeit) bestimmt (Junge & Dvorak, 2000). Die für diese Arbeit berechnete Verletzungsinzidenz reduzierte sich von 10,3 Verletzungen pro 1000 h (Saison 2006/07) auf 5,8 Verletzungen pro 1000 h (Saison 2009/10), was einen Rückgang von ca. 44 % bedeutete (**Tab. 11**).

Problematisch ist der Umgang mit Verletzungsrezidiven. Ekstrand (2006) fand in einem Beobachtungszeitraum von vier Jahren mit 17 internationalen Spitzenvereinen, dass Sprunggelenks- und Oberschenkelverletzungen eine hohe Rezidivrate von ca. 21 % besitzen. Hinzu kommt, dass Vorverletzungen in Zusammenhang mit einem höheren Alter sowie einem höheren Spieleinsatz bei gleichzeitig geringerer Regenerationszeit zwischen Training und Wettkampf einen signifikanten Einfluss auf die Rezidivrate bei Oberschenkelverletzungen, bei Leistenverletzungen, bei Sprunggelenksverletzungen sowie bei Knieverletzungen haben (Arnason et al., 2004a; Ekstrand et al., 2011).

Die erhobenen Verletzungsdaten in dieser Arbeit enthalten keine Informationen über mögliche Rezidivfälle. Jede dokumentierte Verletzung wurde daher als „neu“ eingestuft, was im ersten Moment eine überproportionale Darstellung der Verletzungen der unteren Extremität vermuten lässt. Relevante Studien bezifferten die Verletzungsrate bei 2,4 bis 18,5 Verletzungen pro 1000 h (Training und Wettkampf), was sich mit dem hier ermittelten Ausgangswert von 10,3 Verletzungen pro 1000 h (Saison 2006/07) deckt (Ekstrand, 2006; Hawkins & Fuller, 1999; Nielsen & Yde, 1989; Walden et al., 2005).

5.3 Entwicklungen der sportmotorischen Fähigkeiten im Beobachtungszeitraum von vier Jahren

Ein gutes technisches und taktisches Verständnis ist für einen Fußballspieler essentiell und unverzichtbar. Im Nachwuchsbereich sollte aber vor allem die Entwicklung der sportartspezifischen, konditionellen Fähigkeiten wie Kraft, Ausdauer und Schnelligkeit als Basisvoraussetzung einer optimalen Leistungsausprägung im Fokus der Ausbildung stehen, da diese im höheren Trainingsalter nur noch schwer zu verbessern sind (Hohmann et al., 2003; Kindermann et al., 1993; Steinhöfer, 2003; Weineck, 1998).

5.3.1 Entwicklung der Schnelligkeit im Beobachtungszeitraum von vier Jahren

Die Ergebnisse weisen eine sukzessive Reduktion der Sprintzeiten über 5 m (1,010 s auf 0,887 s; $p < 0,01$) wie auch über 30 m (4,098 s auf 3,979 s; $p \leq 0,01$) auf und liegen damit teils über den Werten von nationalen und internationalen Fußballvereinen (**Tab. 6**). Immer mehr Studien belegen den Wandel des Fußballspiels von einer Ausdauer-, hin zur mehr Schnelligkeitsanforderungen durch eine offensivere, tempoorientiertere Spielweise (Bangsbo, 1992a; Bangsbo et al., 2006; Loy, 1995; Müller & Lorenz; 1996; Winkler, 1983). Die meisten Autoren stimmen darin überein, dass in den vergangenen Jahrzehnten ein Zuwachs in der Intensität der Laufgeschwindigkeiten stattfand. Viele Experten vertreten die Meinung, *“[...] im modernen Fußball dominiere zunehmend eine offensivere Spielweise mit schnellerem Kombinationsspiel, erhöhter Dynamik und einer Zunahme an Zweikampfaktionen sowie längere, intensivere Laufstrecken“* (Meyer et al., 2000, S.274).

Diese Theorie wurde bereits von Bangsbo et al. (1991), Loy (1995), Müller und Lorenz (1996) und Winkler (1983) aufgegriffen. Vergleicht man deren Daten, ist ein Zuwachs der zurückgelegten Distanz mit hoher Geschwindigkeit (> 15km/h) in den letzten 20 Jahren während eines Spieles festzustellen. In den 80er Jahren gibt

Winkler (1983) diesen Anteil mit ca. 12 % an. Bei Bangsbo (1994) und Müller und Lorenz (1996) sind es in den 90er Jahren bereits 26-28 %. Loy (1995) erhielt bei der Auswertung der Fußball Weltmeisterschaften 1990 und 1994 ähnliche Werte. Aktuelle Studien von Broich (2008), Di Salvo et al. (2007), Siegle et al. (2012) und Vigne et al. (2010) sprechen von Werten zwischen 22 bis 31 %. Ein Vergleich ist aber nur bedingt möglich, da entweder die Stichproben sehr klein sind oder die Einteilung der Intensitäten unterschiedlich gewählt wurde (**Tab. 22**).

Tab. 22: Überblick der Laufintensitäten und der prozentualen Verteilung

Durchschnittswerte während eines 90min. Fußballspieles von 1996 bis 2012

Nach Bangsbo et al. (1991) n= 14		Nach Di Salvo et al. (2007) n= 300		Nach Broich et al. (2008) n = 17		Nach Vigne et al. (2010) n=25		Nach Siegle et al. (2012) n= 103	
Intensität [km/h]	Intensität [%]	Intensität [km/h]	Intensität [%]	Intensität [km/h]	Intensität [%]	Intensität [km/h]	Intensität [%]	Intensität [km/h]	Intensität [%]
Walking (4,0 - 8,0)	28,6	Walking, Jogging (0 - 11)	58,2- 69,4	Walking, Jogging (0 - 11)	62	Walking, Jogging (0-10,0)	38,9	Standing, Walking (0 - 7,1)	64,7
Jogging (8,1 -12,0)	26,9							Jogging, Low Speed Running	
Low Speed Running (12,1 - 16,0)	21	Low Speed Running (11,1 - 14)	13,4- 16,3	Low Speed Running (11.1 - 14)	15,5	Low Speed Running (10,1 - 13,0)	29,3	(7,2 - 14,3)	26,4
Running (16,1- 21,0)	14,3	Running (14,1 - 19)	12,3- 17,5	Running (14.1 - 20)	12,7	Running (13,1 - 16,0)	13,3	Running (14,4 - 19,7)	
High- Speed Running (21,1 - 30,0)	5,9	High- Speed Running (19,1 - 23)	3,9-6,1	High- Speed Running (21,1 - 24)	7,5	High- Speed Running (16,1 - 19,0)	8,4	High- Speed Running (19,8 - 25,1)	4,5
Sprinting (> 30)	3,3	Sprinting (> 23)	2,1-3,7	Sprinting (> 24)	2,34	Sprinting (> 19)	9,8	Sprinting (> 25,1)	1,2

Bereits Coen, Urhausen & Kindermann (1998) sahen eine hohe Bedeutung zwischen Schnelligkeit und erfolgreichem Fußballspiel. Gerade auf den einzelnen Positionen kann dies spieltechnische und taktische Unterschiede ausmachen. So absolvieren Mittelfeldspieler und Außenverteidiger mehr Wegstrecke bei Geschwindigkeit

zwischen 14,4 km/h und > 19,8 km/h als Stürmer oder Innenverteidiger (Bloomfield, Polman & O'Donoghue, 2007; Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi & Impellizzeri, 2007b).

Coen et al. (1998) bezeichneten die Schnelligkeit als wichtigstes Selektionskriterium einer Mannschaft. Einen derartigen Zusammenhang in Bezug auf die Ausdauer konnten sie nicht feststellen.

Wichtigste Ausprägungen der Schnelligkeitsleistung im Fußball sind das Sprintantrittsverhalten sowie die maximale Sprintgeschwindigkeit. Begründet wird dies durch die Länge der Sprintdistanzen. 96 % der Sprints in einem Fußballspiel liegen bei ca. 30 m. Davon liegen 49 % der Sprints bei 10 m und kürzeren Distanzen (Schlumberger, 2006; Young et al., 2001b).

Inwieweit die signifikante Verbesserung der sportmotorischen Schnelligkeit (**Tab. 12 & Tab. 13**) mit zum Erfolg der untersuchten Mannschaft beigetragen hat, kann abschließend nicht beantwortet werden. Festzuhalten ist jedoch, dass während dieser Zeit zwei Ligaaufstiege stattgefunden haben.

Ein weiterer Hinweis für den hohen Stellenwert der Schnelligkeit im Fußball präsentierten Vigne et al. (2010) in ihrer Arbeit. Sie ermittelten ein Arbeits-/Erholungsverhältnis von ca. 1/8 (2,2 s Sprinten mit anschließend 18 s Erholung/Gehpause). Demnach ist nicht die zurückgelegte Gesamtstrecke während eines Spiels von Bedeutung, sondern die Anzahl der absolvierten Sprints im hochintensiven Bereich (19-30 km/h) (Sporis, Jukic, Ostojic & Milanovic, 2009; Stroyer & Hansen, 2004).

5.3.2 Entwicklung der Ausdauer im Beobachtungszeitraum von vier Jahren

Nach Analyse der Ergebnisse konnten keine signifikanten Verbesserungen der Ausdauerleistungsfähigkeit (IAAS) im Beobachtungszeitraum festgestellt werden. Eine Arbeit von Schnittker, Weiß & Meyer (2011), in der die Ausdauerleistungsfähigkeit an der individuellen aeroben-anaeroben Schwelle

(4 mmol/l) bei 574 Fußballspielern aus der 1. Bundesliga über einen Zeitraum von 19 Jahren ermittelt wurde, zeigte ebenfalls keine signifikante Veränderung im Längsschnitt (1989: 3,95 m/s; 2005: 3,91 m/s). Bereits frühere Studien von Meyer et al. (2000) und Kindermann (2003) belegten die Stagnation der IAAS im Profifußball. Beide Studien zeigten, dass sich die Entwicklung der Laufgeschwindigkeit an der IAAS von 1990 (3,94 m/s) bis 1998 (3,97 m/s) nicht verändert hat. Obwohl ein direkter Vergleich mit den veröffentlichten Werten (IAAS in m/s) aufgrund der unterschiedlichen Auswertungsverfahren nicht möglich war, bestätigen diese Studien auch den in dieser Arbeit ermittelten, nicht signifikanten Verlauf der Ausdauerleistungsfähigkeit (2006: 4,30 m/s; 2010: 4,41 m/s).

Eine Vermutung, welche die hier ermittelten Ergebnisse begründen würde, liegt in der Gestaltung des durchgeführten Athletiktrainings. Das Ausdauertraining wurde in Form von Pendel- und Intervallläufen absolviert, welche im Fußball zur Verbesserung der Schnelligkeitsausdauer verwendet werden (Bisanz & Gerisch, 2008; Dargatz, 2008; Weineck, 1998). Eine eigene Studie konnte belegen, dass bei Einführung des Athletiktrainings im Jahr 2006 ein enormer Zuwachs in der Ausdauerleistungsfähigkeit stattfand (Stein et al. 2009). Eventuell wurde in dieser Zeit die optimale Leistungsfähigkeit in der Ausdauer der untersuchten Spieler erreicht und während der folgenden Saisons fand nur noch eine leichte Optimierung bzw. Erhaltung der Leistung statt. Wie bereits zahlreiche Autoren berichteten, ist eine maximale Ausprägung der Ausdauer im Fußball nicht erstrebenswert, da Fußballspieler vermehrt schnellzuckende Muskelfasern (60%) besitzen (Coen et al., 1998; Kindermann, 2003; Webber, Gerisch & Rutemöller, 1989; Weineck, 1998). Diese muskuläre Ausprägung entspricht demnach auch eher dem intervallartigen, anaeroben Anforderungsprofil eines Fußballspiels mit seinen kurzen Sprints, ständigen Richtungswechseln und Sprungbewegungen.

Dieser physiologischen Betrachtungsweise nach könnte dies aber auch zu einer Möglicherweise einseitigen Interpretation der Laktat-Leistungs-Kurve führen. Da mit zunehmender Einführung von Kraft- und Athletiktraining in den Profifußball es (wie erwähnt) zu einer Zunahme der Aktivierung schnellzuckender Muskelfasern bei

den Spielern kommt, was automatisch zu einem frühzeitigen Anstieg der Laktat-Leistungs-Kurve bereits auf niedrigen Belastungsintensitäten und damit einer vermeintlichen „Verschlechterung“ der Ausdauerleistungsfähigkeit führt.

Aufgrund dieser Tatsache, ist es nicht verwunderlich, dass in den letzten 10 bis 15 Jahren die Ausdauerleistungsfähigkeit an der IAAS (m/s) kaum noch empirisch untersucht wurde. Der Schwerpunkt vieler internationaler Arbeiten lag vielmehr auf der Analyse der Laufleistung bei verschiedenen Laufintensitäten (Bradley et al., 2010; Broich, 2009; Di Salvo et al., 2007; Siegle et al., 2012; Vigne et al., 2010) und der Messung der $VO_2\text{max}$ (McMillan, Helgerud, Macdanald & Hoff, 2005; Reilly, Bangsbo & Franks, 2000; Stolen et al, 2005; Stroyer & Hansen, 2004).

Hoff (2006) konstatierte, dass eine gewisse Grundlage in der Ausdauer und damit einhergehend eine Verbesserung der Sauerstoffaufnahme unverzichtbar ist, da Spieler mit einer hohen $VO_2\text{max}$ auch über eine große Glykogenreserve verbunden mit einer erhöhten Erholungsrate verfügen. Diese Spieler seien in der Lage, bei einer Abnahme der Glykogenreserve, den Fettstoffwechsel als sekundäre Energiequelle, effizienter zu nutzen. Einem Fußballspieler wäre es dadurch möglich, mehr Sprints in einem hoch intensiven Bereich ($> 15\text{km/h}$) durchzuführen, da das Glykogen als – schnelle Energiequelle – für intensivere Spielsituationen aufgespart wird (Gatterer, 2007; Hoff, Kähler & Helgerud, 2006). Die $VO_2\text{max}$ ist damit eine Determinante für die Entwicklung der Schnelligkeitsausdauer (Helgerud, Engen, Wislof & Hoff, 2001). Durch ein gezieltes Ausdauertraining kann eine Verbesserung der $VO_2\text{max}$ erreicht werden, jedoch steht dies nicht im Zusammenhang mit einer erhöhten Sprint oder Sprungkraftleistung (Arnason et al., 2004a; Hoppe, Baumgart, Jansen & Freiwald, 2011; Mercer, Gleeson & Mitchell, 1997).

Während dieser Arbeit wurde der $VO_2\text{max}$ -Wert nur zu Beginn jeder Saison erfasst und steht daher nicht als Kenngröße zur Verfügung.

5.3.3 Entwicklung der relativen Kraftleistung im Beobachtungszeitraum von vier Jahren

Die Analyse der relativen Maximalkraft [kg/kg Körpermasse] ergab signifikante Verbesserungen der Kniebeugeleistung (von 1,51 auf 1,71 kg/kg Körpermasse; $p \leq 0,01$) und der Leistung im Stoßen (von 0,86 auf 0,96 kg/kg Körpermasse; $p \leq 0,01$). Die Bankdrückleistung wies keine signifikante Verbesserung auf (von 1,09 auf 1,19 kg/kg Körpermasse; $p = 0,125$). Außer im Bankdrücken liegt die erreichte relative Maximalkraft unterhalb der von Tschan et al. (2001) und Wirth & Zawieja (2008) geforderten Leistung für Spitzenfußballer (Kniebeuge: 2,0-2,5 x KG; Reißen/Stoßen: 1,0-1,5 x KG). Dies zeigt aber das noch vorhandene Potential der untersuchten Spieler.

Für einen Fußballspieler ist die Maximalkraft sowie das Reaktivkraftvermögen in den unteren Extremitäten von Bedeutung, um schnellkräftige Bewegungen wie Torschüsse, Sprints und Sprünge zu realisieren (Kollath et al., 2006; Kotzamanidis, Chatzopoulos, Michailidis, Papaiaikovou & Patikas, 2005; Schlumberger, 2006).

Diverse Studien konnten bereits hohe Zusammenhänge zwischen der Maximalkraftleistung (1 RM = Repetition Maximum) in den unteren Extremitäten und der Schnelligkeitsleistung über 10 Meter und 30 Meter, der Sprungkraftleistung [in cm] beim *Counter Movement Jump* und *Squat Jump*, der Schusskraft sowie eine verbesserte Technik beim Richtungswechsel nachweisen (Almaasbakk & Hoff, 1996; Bührle & Schmidtbleicher, 1977; Hoff & Almaasbakk, 1995; Hoff, 2005; Masuda et al., 2005; Weineck, 2004; Wisloff et al., 2004).

Aufgrund der Tatsache, dass die Maximalkraft die Grundlage für jede Kraftkomponente (Kraftausdauer, Schnellkraft, Reaktivkraft) ist und damit eine Determinante der Schnelligkeit sowie der Sprungkraft darstellt (Ehlenz et al., 1995; Geese & Hillebrecht, 2006; Grosser, Renner & Mair, 2007; Hollmann & Strüder, 2009; Kubo et al., 2004), sollte das Training dieser Fähigkeit einem höheren Stellenwert in der Saisonplanung beigemessen werden.

Weiterhin konnten einige Studien belegen, dass die Fähigkeit zur schnellen Realisierung von hohen dynamischen Kräfteinsätzen als relevante Einflussfaktoren für die Sprint- und Sprungleistung gilt (Almaasbakk & Hoff, 1996; Bangsbo et al., 2006; Diallo, Dore, Duche & Van Praagh, 2001; Gissis et al., 2006; Moore, Hickey & Reiser, 2005; Meyer, 2006; Siegler, Gaskill & Ruby, 2003). Die Körpermassezunahme der Spieler von $80,5 \pm 3,2$ kg auf $82,4 \pm 3,3$ kg bei gleichzeitiger, nicht signifikanter Reduktion des Körperfettanteils von $9,9 \pm 2,0$ % auf $9,7 \pm 1,9$ %, lässt die Vermutung zu, dass ein Zuwachs der Muskelmasse ohne Anlagerung von überflüssigen Wasser oder Fettdepots stattgefunden hat.

Broich (2009, S. 49) geht davon aus, dass in Zukunft ein Schnellkraftorientiertes Maximalkrafttraining als standardmäßige Maßnahme zur Stärkung des Reaktivkraftvermögens im Fußball eingesetzt werden sollte. Ein kontinuierliches, langfristig angelegtes Krafttraining während der gesamten Saison ist aber die Voraussetzung dafür, dass es bei einer Vernachlässigung oder sogar Absetzung des Krafttrainings in bestimmten Perioden zu Einbußen bzw. Verminderung wichtiger Trainings- und Leistungsvoraussetzungen kommen kann (Steinhöfer, 2003).

5.3.4 Entwicklung der Sprungkraft im Beobachtungszeitraum von vier Jahren

Die Entwicklung der Sprungkraft, welche in Form der Sprunghöhen [cm] im *Counter Movement Jump* (mit und ohne Armeinsatz) erfasst wurden, wies keine signifikanten Veränderungen auf. Der Mittelwert beim CMJ (**ohne Armeinsatz**) lag 2006 bei 38,8 cm und 2010 bei 38,4 cm. Ein ähnliches Bild liegt bei der Darstellung der Ergebnisse des CMJ (**mit Armeinsatz**) vor. Hier lag der Mittelwert 2006 bei 44,1 cm und 2010 bei 44,2 cm.

In der Literatur werden Zusammenhänge zwischen der Maximalkraft, einer verbesserten Schnellkraftleistung und der Sprungkraft beschrieben (Kollath et al., 2006; Kubo et al., 2004; Wisloff et al., 1998).

Trotz des Zuwachses in der Maximalkraft [kg/kg Körpermasse] kam es in dieser Arbeit zu keiner Verbesserung der Sprungkraftleistung. Das Fehlen eines expliziten Sprungkrafttrainings sowie eines Reaktivkrafttrainings könnten Gründe für die nicht

signifikante Entwicklung der Sprungkraftleistung sein (Broich, 2009; Kollath et al., 2006; Kotzamanidis et al., 2005). Des Weiteren erfolgte das Krafttraining ohne explosive Bewegungsausführungen, was zu keinem positiven Transfer zwischen Kraft, Schnelligkeit und Sprungkraft führt, da die Aktivierung des neuronalen Systems zur Ansteuerung der beteiligten Muskelgruppen fehlt (Geese & Hillebrecht, 2006; Hoff et al., 2006; Pampus, 2001; Wirth & Zawieja, 2008).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Risiko- und die Verletzungsmuster im Fußball mittlerweile hinreichend bekannt sind. Zahlreiche Studien belegen, dass Muskelverletzungen im Profifußball der häufigste Verletzungsgrund sind. Etwa 42 % der Verletzungen entfielen auf die Oberschenkelmuskulatur (Oberschenkelzerrung 14 %, Leistenzerrung und Adduktorenprobleme 13 %) (Kuppig et al. 1993, Ekstrand, 2004).

Relevante Studien zeigen, dass die Ursache für diese Art von Verletzungen hohe muskuläre Beanspruchungen sind, hervorgerufen durch die charakteristischen Belastungen im Fußball (kurze, intensive Sprints, mit plötzlichen Drehungen gefolgt von explosiven Antritten und Abstoppbewegungen), was zu einer starken Verkürzung des Oberschenkels (rectus femoris), der Adduktoren sowie der Hüftstecker führt (Arnason et al., 2004a; Ekstrand und Gillquist, 1982; Ekstrand et al., 1983b; Papst, 2010).

Bislang konnte diese Art der Muskelverletzungen am Oberschenkel nur bei Sprintern beobachtet werden. Ekstrand (2004) schloss daraus, dass dies ein Hinweis auf ein erhöhtes Tempo und steigende Laufintensität im Fußball sein könnte. Diese Erkenntnisse bestätigten die Ergebnisse früheren Studien von Bangsbo et al. (1991), Loy (1995), Müller & Lorenz (1996) sowie Winkler (1983) und stützt die Aussage neuerer Studien von Broich et al. (2008); Di Salvo et al. (2007); Siegle et al. (2012) sowie Vigne et al. (2010), welche versucht haben mittels Spielbeobachtungen und Videoanalysen, die Laufintensitäten im Fußball zu bestimmen.

Konstatieren lässt sich weiterhin, dass eine Verbesserung in der Maximalkraft die Entwicklung in der Sprint- und Sprungkraftleistung begünstigt. Ein alleiniges plyometrisches Training führt nicht zur Steigerung der Maximalkraft oder der Sprintleistung (Mihailidis, Kotzamanidis, Chatzopoulos, Siatras & Frick, 2002; Rimmer & Sleivert, 2000).

Nur eine Kombination aus gleichzeitigem Kraft-, Sprung-, und Schnelligkeitstraining erhöht den Transfereffekt und sorgt so für eine effektivere Wirkungsweise der einzelnen Trainingsreize (Harris, Stone, O'Bryant, Proulx & Johnson, 2000; Wirth & Zawieja, 2008).

Die Ausdauerleistungsfähigkeit ist abhängig von der $VO_2\text{max}$, welche die Grundlage für eine gute Regenerationsfähigkeit darstellt und durch ein gezieltes Ausdauertraining verbessert werden kann (Hoff, 2005). Eine Verbesserung der Ausdauerfähigkeit bewirkt jedoch nicht gleichzeitig eine Verbesserung der anderen konditionellen, fußballspezifischen Fähigkeiten (Schnellkraft, Reaktivkraft und Maximalkraft) (Arnason et al., 2004a; Hoppe et al., 2011; Mercer et al., 1997; Steinhöfer, 2003).

Die dargestellten Ergebnisse dieser Studie, in der es nach Einführung eines kontinuierlichen Athletiktrainings zu teilweise signifikanten Verbesserungen einzelner sportmotorischer Leistungen kam, widerlegen zudem die Aussage von Kindermann (2003), der eine Anhebung des konditionellen Niveaus aufgrund der Verknappung der Trainings- und Regenerationszeiten durch den engen Terminkalender nicht als realisierbar sieht.

5.4 Zusammenhang zwischen der sportmotorischen Leistungsentwicklung und der Verletzungsprävention

Zahlreiche Studien untersuchten bereits einen Zusammenhang zwischen dem Abfall der Leistungsfähigkeit zum Ende eines Fußballspiels und die damit verbundene Häufung von Verletzungen sowie die mögliche Verbindung zum Wettkampferfolg einer Mannschaft (Arnason et al., 2004a; Hawkins & Fuller, 1999; Hawkins et al.

2001; Mohr et al., 2003). Meyer (2006, S.136) kam zu dem Schluss, dass demnach eine verbesserte körperliche Fitness langfristig zu weniger Verletzungen und besseren Spielergebnissen führen wird.

Angesichts der Veränderungen in den Anforderungsstrukturen des heutigen Fußballspiels (ansteigende körperliche und psychische Belastung, intensivere Trainings- und Wettkampfumfänge) muss ein professioneller Spieler seine sportmotorischen Fähigkeiten steigern. Eine Verbesserung der aeroben und anaeroben Leistungsfähigkeit ist erforderlich, um den körperlichen Anforderungen (Englische Woche, Pokalspiel) standhalten zu können (Balsom, 2010; Kleinert & Steinbacher, 2006).

Positiv wird in der Literatur vor allem die Komponente Kraft im Sinne einer Verletzungsprophylaxe hervorgehoben (Gorostiaga, Izquierdo, Ruesta et al., 2002). So bewirkt Krafttraining bei Sportarten mit unilateralem Training einen muskulären Ausgleich, wodurch Abnutzungserscheinungen und Verschleißrisiken minimiert werden. Weiterhin werden die Leistungsfähigkeit und die Stabilisierung des passiven Stütz- und Bewegungsapparates verbessert, was die Festigkeit und Belastbarkeit von Knochen, Knorpel, Bändern und Sehnen erhöht (Boeck-Behrens & Buskies, 2001; Dargatz, 2008; Meier & Schur, 2006).

Studien von Dupont, Akakpo & Berthoin (2004), Helgerud et al. (2001) und Siegler et al. (2003) zeigten bereits die positive Auswirkung eines kurzzeitig durchgeführten Athletiktrainings aus Kraft-, Sprung-, und Schnelligkeitselementen auf die Entwicklung der fußballspezifischen, konditionellen Fähigkeiten. Hinzu kommen die Ergebnisse von Hewett et al., (1999); Knoblauch et al. (2005); Mandelbaum et al. (2005) und Petersen, Braun, Bock et al. (2005b), die Zusammenhänge zwischen einer verbesserten motorischen Leistungsfähigkeit und der Verletzungshäufigkeit herausstellten.

Aufgrund der zum Teil nur kurz angelegten Beobachtungs- und Interventionszeiträume von sechs bis acht Wochen konnten Langzeiteffekte nicht untersucht werden.

Einzig die Studie von Lehnhard, Lehnhard, Young & Butterfield (1996), in der eine College-Fußballmannschaft über vier Jahre beobachtet wurde, konnte einen Langzeiteffekt zwischen verbesserter Kraftleistung und Verletzungshäufigkeit ähnlich dieser Arbeit belegen. Sie führten ein Krafttraining in der Vorbereitungsphase der Hin- und Rückrunde ein. Obwohl nur zweimal pro Woche die Muskulatur des Ober- und Unterkörpers trainiert wurde, konnte neben einer Verbesserung der Maximalkraft (Mittelwert der Mannschaft) auch ein Rückgang der Verletzungsinzidenz von 15,15/ 1000 h auf 7,99/ 1000 h verzeichnet werden. Aufgrund der unterschiedlichen Gruppenzusammensetzung innerhalb des Untersuchungszeitraumes konnten die dargestellten positiven Effekte jedoch nicht allein dem Krafttraining zugewiesen werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen zumindest einen tendenziellen Zusammenhang erkennen, auch wenn das Gesamtgefüge zu gering ausfiel ($n = 8$) und dadurch einer statistischen Analyse nicht standhielt.

Hinreichend bekannt ist, dass eine verminderte Kraftleistung das Verletzungsrisiko eines Spielers gerade zum Ende eines Fußballspieles erhöht, da in dieser Phase eine Intensivierung aller Aktionen auftritt und zusätzliche generelle Ermüdungseffekte die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. (Becker et al., 2006; Dvorak et al., 2000b; Rahnama et al., 2002, Vigne et al., 2010). Eine optimale Ausprägung der Beweglichkeit begünstigt dabei die Entwicklung der Kraft-, Schnelligkeits-, und Ausdauerleistungsfähigkeit.

Ziel eines Athletiktrainings im Fußball sollte es daher sein, langfristig die Maximalkraft, die Schnelligkeit und die Beweglichkeit zu verbessern, um eine spielspezifische, muskuläre Ermüdung soweit wie möglich hinauszuzögern (Rahanama, Reilly & Lees, 2003). Die Schnelligkeit gehört dabei zum Schlüsselement im Auslesefußball, da Spieler aufgrund der Spielschnelligkeit immer weniger Zeit und Raum für ihre Handlungen haben.

5.5 Limitationen der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist eine retrospektive Beobachtungsstudie auf der Grundlage eines Längsschnittdesigns (Panelstudie) (Diekmann, 2005; Schnell et al., 2005). Ziel war es, intra-individuelle Veränderungen und inter-individuelle Rückschlüsse in Hinblick auf die Verletzungshäufigkeit zu erfassen. Aufgrund der hohen Probandenfluktuation im Beobachtungszeitraum und den festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien kam es zu einer Minimierung der Stichprobe (Drop-out). Die Interpretation der statistisch erhobenen Kenngrößen (F -Wert, p -Wert, partielles η^2) muss daher mit Vorsicht betrachtet werden.

Eine Quantifizierung der Verletzungen scheiterte häufig an der uneinheitlichen Definition der Begrifflichkeit „Verletzung“, dem säumigen Meldeverhalten des Vereins und der Tatsache, dass es kein verbindliches ligaübergreifendes Dokumentationssystem gibt (Siebert, 2011). Zusätzlich bereitete die Definition von sogenannten „Wiederverletzungen“ Schwierigkeiten. Gewöhnlich wird eine Wiederverletzung als eine neue Verletzung definiert. Dadurch kommt es aber zu verzerrten Daten der Verletzungshäufigkeit. Die UEFA beschloss daher, dass Wiederverletzungen als eine Verletzung desselben Typs und Position einer vorherigen Verletzung definiert werden sollte, wenn diese innerhalb von zwei Monaten des letzten Rehabilitationstages der vorherigen Verletzung vorkommt (Hägglund et al., 2005). In welcher Art und Weise die Vereinsärzte der untersuchten Mannschaft mit der Dokumentation bzw. Erfassung von „Wiederverletzungen“ umgegangen sind, konnte im Nachhinein nicht mehr geklärt werden.

Eine detaillierte Darstellung aller auftretenden Verletzungen, wie sie Dvorak et al. (2011), Arnason et al. (2004b) oder Eksrtand, Hägglund, Kristenson, Magnusson & Walden (2013) für den internationalen Bereich anbieten und fordern, wäre wünschenswert gewesen.

Die in dieser Arbeit ermittelten Verbesserungen der Maximalkraft können nicht ausschließlich dem Athletiktraining gutgeschrieben werden, da es im Vorfeld zu keiner Validierung (Spieler absolvierten diese Tests ohne langes Training der Technik) der gewählten Testübungen kam. Der Einfluss einer Technikverbesserung

und/oder Ökonomisierung auf die Kraftentwicklung, kann so nachträglich nicht erfasst werden. Isolierte Krafttests an isometrischen Geräten (ISOMED 2000; Cybex) wären eine bessere Wahl gewesen, da die Komponente „Technik“ entfiel (Broich, 2009).

Die sportmotorische Beweglichkeit, ihr zugrunde liegt die Gelenkigkeit (Ausprägungsgrad der Schwingungsweite in den Gelenken) und die Dehnfähigkeit der Muskeln, Sehnen und Bänder (Hohmann et al., 2003), wurde in dieser Arbeit nicht berücksichtigt, obwohl sie eine wichtige Rolle in der Ausprägung von sportmotorischen Leistungen spielt und eine Kenngröße zur Vermeidung von Verletzungen ist (Schabel et al. 2008).

Studien von Eder & Hoffmann (2006); Dargatz (2008) und Weineck (2004), konnten belegen, dass es aufgrund der hohen stereotypischen Belastungen im Fußball (kurze Antritte, abrupte Richtungswechsel, Sprünge), vermehrt zu muskulären Dysbalancen zwischen Beinbeuger und Beinstrecker, Standbein und Schussbein sowie zu einer verkürzten Muskulatur in den Hüftstreckern, Hüftbeugern und der Wade kommt. In Kombination verringert dies die Elastizität, Dehnbarkeit und Entspannungsfähigkeit der für eine hochdynamische, azyklische Bewegung benötigten schnellkräftigen Muskulatur im Sinne einer guten Belastungsverträglichkeit. McHugh, Connolly & Eston (1999) konnten zeigen, dass Sportler mit einer erhöhten Muskelsteifigkeit (hoher Muskeltonus mit hoher Dehnungswiderstandsfähigkeit) ein größeres Verletzungsrisiko besitzen.

Eine Erfassung möglicher Parameter (Beuge-, Streckwinkel, Schwingungsweite) einzelner Muskelgruppen oder Gelenke, wie sie Janda (2000) und Dallinga, Benjaminse und Lemming (2012) definierten, fand nicht statt. Zudem gab es in der Trainingsdokumentation keinen Hinweis auf expliziertes oder individuell durchgeführtes Beweglichkeitstraining, sodass mögliche Einflüsse auf die Verletzungszahlen oder die sportmotorische Entwicklung nicht berücksichtigt werden konnten (Hohmann et al., 2003).

Abschließend kann festgehalten werden, dass ein Vergleich der erhobenen Ergebnisse in dieser Arbeit mit der aktuellen Studienlage aufgrund des unterschiedlichen Verständnisses des Konstruktes „Verletzungen“ sowie den Unterschieden in den gewählten Untersuchungsgruppen, Zeiträumen und Fragestellungen schlecht möglich ist.

Der **Neuigkeitswert dieser Arbeit** ist dennoch als sehr hoch einzuschätzen. Nach bisheriger Kenntnis gibt es weltweit keine Publikation, die über einen so langen Zeitraum und in dieser Kontinuität Daten erhoben hat. Hinzu kommt die außergewöhnliche Situation, dass neben dem Trainer auch die Verweildauer der acht Spieler in dem beobachteten Verein sehr hoch war. Nach einer Statistik des **CIES Football Observatory** der FIFA lag 2010 der durchschnittliche Verbleib eines Spielers in einem Verein bei 2,85 Jahren (http://www.football-observatory.com/IMG/swf/da2015_v01_eng.swf). Die acht Spieler in dieser Studie waren durchschnittlich 7,87 Jahren in dem beobachteten Verein.

Eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse oder eine Verallgemeinerung der getroffenen Aussagen war dennoch nicht der Anspruch dieser Arbeit. Vielmehr sollte der Langzeiteffekt eines Athletiktrainings, welches überwiegend aus Kraftelementen bestand, hinsichtlich des Auftretens von Verletzungen bei einer Gruppe, die kontinuierlich in einem vier Jahresverlauf beobachtet wurde, dargestellt werden.

6. Fazit

Verletzungen sind multivariat, Ihre Ursachen können daher nicht im Einzelnen betrachtet werden. Dvorak et al. (2000b) entwickelten einen multidimensionalen Score, der verletzungsanfällige Spieler frühzeitiger identifiziert. Sie erfassten 17 Risikofaktoren (intrinsisch und extrinsisch) sowie die Verletzungshäufigkeit bei 398 Spielern der tschechischen Liga über eine Saison. Ihre Ergebnisse bestätigten Erkenntnisse aus früheren Studien (Arnason et al., 1996; Ekstrand, 2004; Ekstrand et al., 2011; Nielson & Yde, 1989). Vorverletzungen und eine inadäquate Rehabilitationszeit wurden als wichtigste Risikofaktoren herausgearbeitet. Weiterhin sind Spieler mit einer längeren Reaktionszeit, ungenügender Ausdauerleistung und einem ausschweifenden Lebensstile (Rauchen, Alkoholgenuss, wenig Schlaf) prädestinierter für Verletzungen. Ein weiterer wichtiger Punkt, der bereits von Agre & Baxter (1987) sowie Ekstrand et al. (1983a) beschrieben wurde, ist das Problem eines unzureichenden Aufwärmprogrammes. Dadurch entstehen ca. 20 % der erfassten Muskelverletzungen (Dvorak et al., 2000b).

Für eine adäquate Erwärmung spricht die Tatsache, dass die meisten, vor allem muskulären, Verletzungen in den ersten 15 Minuten des Spiels bei einer Laufgeschwindigkeit von > 15 m/h stattfinden (Carling, Gall & Reilly, 2010). Seit einigen Jahren rückt auch die Psychologie als Indikator für Verletzung in den Fokus der Wissenschaft. Eine Studie von Kleinert & Steinbacher (2006) untersuchte mit Hilfe eines EDV-gestützten Befragungs- und Erfassungssystems die wahrgenommene körperliche und psychische Verfassung von Fußballspielern. Sie fanden heraus, dass die Befindlichkeit vor einer Verletzung abfiel und nach einer adäquaten Rehabilitationszeit wieder beim Ausgangsniveau lag. Mehr und mehr drängt sich daher die Frage nach Möglichkeiten der Verletzungsvorhersage in den Fokus der Wissenschaft. Arnason et al. (2004a) stellten fest, dass eine Anhäufung von kleineren Verletzungen (Prellung, Verstauchung, Überdehnung) an derselben Muskulatur ein hoher Prädiktor für das Auftreten einer neuen, schwereren

Verletzung ist. Sie begründeten dies mit einer möglichen Veränderung in der Struktur oder der Narbengewebsbildung im Muskel oder der Sehne, welche nach kleineren Verletzungen der Adduktoren oder der Kniesehne entstehen können (Arnason et al., 2004a). Bei Spielern mit permanenter Instabilität konnte eine geringe neuromuskuläre Kontrolle des Sprung- und Kniegelenkes nachgewiesen werden, welches wiederum ein Prädiktor für Umknicktraumen ist (Dvorak et al., 2000b). Einen weiteren wichtigen Prädiktor für das Entstehen von Verletzungen ist nach Arnason et al. (2004b) die Muskelermüdung, welche auf Grund von intensiven Trainingseinheiten oder gehäuften Spielintensitäten (englische Woche, Pokalspiele, Länderspiele usw.) auftreten kann.

Ein großes Manko der bestehenden Literatur liegt in den fehlenden Informationen über das durchgeführte Athletiktraining mit seinen gesamten Spektren an Belastungsnormativen und Präventionsinhalten sowie deren Behandlungsmethoden nach Verletzungen. Kausale Zusammenhänge zwischen aufgetretenen Verletzungen und durchgeführten Präventions- oder Interventionsprogrammen lassen sich so nicht analysieren.

7. Schlussbetrachtung

„Heutzutage ist der Berufsfußball ein ergebnisorientiertes Geschäft, in dem Siegen die Wissenschaft von der perfekten Vorbereitung ist.“

Dr. Paul Balsom

(MEDICINE MATTERS, S.7, 2010).

Aber wer sorgt für eine perfekte Vorbereitung? Ein Trainer allein kann dies nicht leisten! Mannschaften wie Glasgow Rangers, Manchester United oder FC Chelsea besitzen einen immensen Betreuerstab aus Co-Trainern, Physiotherapeuten, Sportwissenschaftlern, Mediziner, Fitness- und Krafttrainern sowie Psychologen und Ernährungswissenschaftlern. Die gesamte Expertise bringt jedoch nur etwas, wenn die Zusammenarbeit und die Kommunikation mit und untereinander funktioniert (Mitrostatius, Sotiropoulos, Zarotis, Varsamis & Katsagolis, 2004).

Eine siebenjährige Studie der UEFA belegt, dass in Vereinen, in denen eine enge Koordination und Kommunikation zwischen dem Trainerstab, den Managern und dem medizinischen Team besteht, deutlich weniger Verletzungen auftreten als anderswo (Balsom, 2010; Ekstrand, 2009).

Nur wenn Sportwissenschaftler, Ärzte und Physiotherapeuten bei wichtigen Entscheidungen Mitspracherecht haben, kann die richtige Präventions- und Behandlungsmethode gefunden werden oder eine Früherkennung stattfinden, welche einen Spieler vor dem Spiel auf Erschöpfung, fehlende mentale Physis oder Anzeichen für körperliche Probleme prüft.

Zurzeit existieren aber keine zuverlässigen und wissenschaftlichen Parameter, welche uns sagen könnten, ob eine Verletzung vollständig auskuriert ist. Man vertraut auf die Aussagen der Ärzte, der Spieler und der Physiotherapeuten und schaut sich eventuell noch die aktuelle Leistungsfähigkeit an.

Obwohl es Studien wie die von Ekstrand et al. (2012); Gibbs, Cross, Cameron & Houang (2004); Koulouris, Conell, Bruncker & Schneider (2007) und Verrall,

Slavotinek, Barenes et al. (2006) gibt, in denen Hinweise gefunden wurden, dass gerade bei Muskelverletzungen die genauere Abklärung des Schweregrades durch den Einsatz von MRT- und Ultraschallbildern die „Return to play“ Zeit effektiver bestimmbar ist und dadurch die Zahl der Wiederverletzungen reduziert werden kann, finden solche oder ähnliche Maßnahmen noch nicht regelhaft Zugang in die professionelle Betreuung von Fußballspielern.

Vorbehaltlich einer noch ausstehenden eindeutigen prognostischen Evidenz singulärer Diagnosetools sollte eventuell ein schon publizierter Gedanke von Dvorak und Kollegen erneut aufgegriffen werden, in der zur Abschätzung einer erhöhten Verletzungsgefahr das Ausmaß einer ‚Risikofaktorenkumulation‘ – im Sinne von ‚red and yellow flags‘ – herangezogen wird (Dvorak et al., 2000b).

Insgesamt lässt sich durch das postempirische Wissen zusammenfassen, dass durch ein integriertes Athletiktraining einer möglichen Stagnation oder einem Rückgang der sportmotorischen Leistungsfähigkeit innerhalb einer oder mehrerer Saisons entgegengewirkt werden kann und dass eine gleichzeitige, kontinuierliche Reduktion der Verletzungen als Existenz eines möglichen Zusammenhanges vermutet werden darf.

8. Zusammenfassung

8.1 Kurzfassung

Verletzungen, die zu einer Spielpause führen, sind für Spieler und Vereine immer eine Misere, da nicht nur die Mannschaft unter dem Ausfall leidet sondern auch die finanzielle Auswirkung auf Vereine und Spieler immens sein kann. Daher ist es nicht verwunderlich, dass seit Jahrzehnten auf verschiedenen Ebenen der Medizin, der Sport- und Trainingswissenschaften, der Medien und der Ausrüsterfirmen nach Ursachen und Präventionsmöglichkeiten von Verletzungen im Fußball gesucht wird. Metaanalytische Vergleiche werden jedoch erschwert, da keine Einigkeit darüber besteht, was als Verletzung definiert wird. Generell stimmt man überein, dass Verletzungen im Fußball als solche definiert werden, sobald ein Ausfall im Training- oder Wettkampf die Folge sind. Der Schwerpunkt der Verletzungen im Fußball wurde an den unteren Extremitäten ausgemacht. Die meisten der bestehenden Präventionsprogramme und Trainingsmethoden zielen auf die muskuläre Stärkung und/oder koordinative Verbesserung dieser Region ab. Zusammenhänge zwischen einer verbesserten Leistungsfähigkeit und einer Reduktion von Verletzungen an den unteren Extremitäten liegen bereits vor. Langzeitanalysen, die diese Effekte in Ihrer Nachhaltigkeit stützen, fehlen bislang.

Die vorliegende Arbeit beruht auf der Grundlage von Ergebnissen einer intern durchgeführten Untersuchung, welche ergab, dass nach Einführung eines Athletiktrainings sich innerhalb einer Saisonhälfte nicht nur die konditionellen Fähigkeiten verbesserten, sondern auch die Verletzungszahlen eines Kollektivs identischer Spieler minimiert hatten. Daraus folgend sollte dieses Ergebnis über einen längeren Zeitraum beobachtet werden.

Von 2006 bis 2010 (vier Saisons) wurden unter konstanten Bedingungen bei einer Fußballmannschaft sowohl medizinische als auch sportmotorische Daten erhoben. Unter Berücksichtigung der Einschluss- und Ausschlusskriterien verblieben nach Beendigung der Datenerhebung noch acht Spieler.

Die hier aufgeführten Verletzungsmuster und die Testung der sportmotorischen Fähigkeiten entsprechen der aktuellen Studienlage. Im Beobachtungszeitraum kam es zu einer signifikanten Verbesserung (Reduktion) der Anzahl an Verletzungen an den unteren Extremitäten sowie zu einer signifikanten Steigerung der Schnelligkeit im Bereich fünf Meter und 30 Meter und der Maximalkraft im Bereich der Kniebeuge (1RM) und im Stoßen (1RM).

Trotz systematischer Entwicklungen konnten Zusammenhänge zwischen einer verbesserten sportmotorischen Leistungsfähigkeit und einer Reduktion der Verletzungen im Bereich der unteren Extremitäten aufgrund der zu geringen Stichprobe ($n = 8$) nicht belegt werden.

Abschließend wird empfohlen die in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse mit einer höheren Stichprobe mittels *cross over-Design* (abhängige Stichproben) oder einer kontrollierte Studien im Paralleldesign (unabhängige Stichproben) zu überprüfen.

8.2 Abstract

Injuries leading to an interception are always a misery for both players and clubs. The consequences are twofold, on the one hand the team suffers from the failure, and on the other hand the financial impact can be significant for clubs and players. Therefore, it is not surprising that for decades medical and sports sciences have been searching for possibilities to prevent injuries in soccer. Meta-analytic comparisons are difficult since no common definition of soccer injuries exists. Generally, the literature is in line that injuries in the field of soccer are defined as a non-attendance during training or competition. Most of the injuries in soccer concern in the lower extremities. Many prevention programs or training methods focus on improving muscle strength and coordination. Correlations between an improved performance and a reduction of injuries to the lower extremities are already available.

Long-run analyses supporting these effects are missing so far.

The results of this research are based on an internally conducted investigation. It was shown that after the introduction of athletic training within one half of a

season the conditional skills improved and the amount of injuries of a collective of identical players were reduced.

From 2006 to 2010 (four seasons), both medical information and sports motoric aptitudes were collected under constant conditions from a soccer team. All mentioned injury patterns and testings of sports motoric aptitudes match the latest studies.

A significant reduction of injuries to the lower extremities, as well as a significant increase of sprint performance and maximum strength (1RM) was observed. Despite systematic developments no correlations could be shown concerning an improvement of sports performance and a reduction of injuries.

These results should be verified with a higher number of players by means of a cross over design (dependent samples) or a controlled trial of parallel design (independent samples).

9. Literaturverzeichnis

1. Agre, J.C. & Baxter, T. L. (1987). Musculoskeletal profile of male collegiate soccer players. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 68(3), 147-150.
2. Allmann, H. (2012). Konditionsmotorische Leistungsdiagnostik im Fußball. Vortrag anlässlich der Schulung des Bundes deutschen Fußball Lehrer (BDFL) im Februar 2012, Zugriff am 12. August 2013 unter http://www.bdf.de/tl_files/bdf/aktuell/2012/LEISTUNGSDIAGNOSTIK.pdf
3. Alentorn-Geli, E., Myer, G.D., Silvers, H.J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C. & Cugat, R. (2009a). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17, 705-729.
4. Alentorn-Geli, E., Myer, G.D., Silvers, H.J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C. & Cugat, R. (2009b). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: A review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17, 859-879.
5. Almaasbakk, B. & Hoff, J. (1996). Coordination, the determinant of velocity Specificity. *Journal of Applied Physiology*, 80, 2046-2052.
6. Andersen, T., Tenga, A., Engebretsen, L. & Bahr, R. (2004). Video analysis of injuries and incidents in Norwegian professional football. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 626-631.
7. Arnason, A., Gudmundsson, A., Dahl, H. & Johannson, E. (1996). Soccer injuries in iceland. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 6, 40-45.
8. Arnason, A., Sigurdsson, S.B., Gudmundsson, A., Holme I., Engebretsen L. & Bahr, R. (2004a). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medical Science of Sports Exercise*, 36, 278-285.
9. Arnason, A., Sigurdsson, S.B., Gudmundsson, A., Holme I., Engebretsen L. & Bahr, R. (2004b). Risk factors for injuries in football. *British Journal of Sports Medicine*, 32(suppl 1), 5-16.

10. Askling, C., Karlsson, J. & Thorstensson, A. (2005). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 15 (1), 65.
11. Aune, A.K., Ekeland, A. & Nordsletten, L. (1995). Effect of quadriceps or hamstring contraction on the anterior shear force to anterior cruciate ligament failure: An in vivo study in the rat. *Acta Orthopaedica Scandinavian*, 66, 261-265.
12. Aziz, A.R., Chia, M., & Teh, K.C. (2000). The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(3), 195-200.
13. Baechle, T. (1994). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Champaign, Ill. USA: Human Kinetics.
14. Balsom, P. (2010). *Die Einbindung der Wissenschaft in den Fußball*. Zugriff am 01.Juni 2014 unter http://www.uefa.org/MultimediaFiles/Download/MedicineMatt/uefaorg/Publications/01/46/79/02/1467902_DOWNLOAD.pdf
15. Bangsbo, J., Norregaard, L. & Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sports Sciences*, 16, 110-116.
16. Bangsbo, J. (1992a). Time and motion characteristics of competition soccer. *Science and Football I*, 34-40.
17. Bangsbo, J. & Lindquist, F. (1992b). Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *International Journal of sports medicine*, 13(2), 125-132.
18. Bangsbo, J., (1994). Energy demands in competitive soccer. *Journal of sports science*, 12, 5-12.
19. Bangsbo, J., Mohr, M. & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665-674.
20. Baratta, R. Solomonow, M., Zhou, B.H. & Letson, D. (1988). Muscular coactivation. The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. *American Journal of Sports Medicine*, 16, 113-122.
21. Batsilas, D. (1999). *Trainingsplanung im Fußball- dargestellt am Beispiel der Vorbereitung einer deutschen und einer griechischen Mannschaft der*

- höchsten Spielklasse*. Zugriff am 20. Mai 2014 unter <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/1999/68/pdf/BatsilasDimitrios-1999-07-01>
22. Becker, A., Gaulrapp, H. & Hess, H. (2006). *Verletzungen im Frauenfußball - Ergebnisse einer prospektiven Jahresstudie*. Stuttgart: Sportverlag Sportschad.
 23. Best, T.M. & Tietze, D. (2013). Risk factors for hamstring injuries: a current view of the literature. *ASPETAR –Sports Medicine Journal*, Zugriff am 21. April 2014 unter <http://www.aspetar.com/journal/viewarticle.aspx?id=43#.UywnQYU6uno>
 24. Bisanz, G. & Gerisch, G. (2008). *Fußball: Kondition-Technik-Taktik & Coaching* (2.Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
 25. Bloomfield, J., Polman, R. & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League Soccer. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45, 58-70.
 26. Boeck-Behrens, W.U. & Buskies, W. (2001). *Fitness-Krafttraining. Die besten Übungen und Methoden für Sport und Gesundheit* (Aufl. 3). Hamburg: Rowohlt Verlag.
 27. Bös, K. (Hrsg.) (1987). *Handbuch sportmotorischer Tests*. Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH.
 28. Bös, K., Hänsel, F. & Schott, N. (2000). *Empirische Untersuchungen in der Sportwissenschaft*. Ahrensburg bei Hamburg: Czwalina Verlag.
 29. Boyle, M. (2004). *Functional Training for Sports*. USA: Human Kinetics.
 30. Bradley, P.S., Mascio, M.D., Peart, D., Olsen, P. & Sheldon, B. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *Journal of Strength and Conditional Research*, 24, 2343-2351.
 31. Breuer, F. & Reichertz, J. (2001). Forum: Qualitative Social Research Zugriff am 03. November 2014, unter <http://www.qualitative-research.net/fqs-texte/3-01/3-01breuerreichertz-d.htm>
 32. Broich, H. (2009). Quantitative Verfahren zur Leistungsdiagnostik im Leistungsfußball-Empirische Studien und Evaluationen verschiedener leistungsrelevanter Parameter. *Dissertation*, Universität Köln, Zugriff am 30 November 2013 unter <http://esport.dshs-koeln.de/177/>
 33. Bührle, M. & Schmidtbleicher, D. (1977). The influence of maximal strength training on movement velocity. *Leistungssport*, 7, 3-10.

34. Bundesliga-Report 2012. *Die wirtschaftliche Situation im Lizenzfußball*. Zugriff am: 11.November 2014 unter **Fehler! Hyperlink-Referenz ungültig.**[dfi bl wirtschaftssituation 2012 01-12 dt 72dpi.pdf](#)
35. Camathias, C. & Valderrabano, V. (2008). Fußball. In: Valderrabano, V. & Engelhardt, M. (Hrsg.), *Fuß & Sprunggelenk und Sport*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 254-259.
36. Caraffa, A., Cerulli, G., Projetti, M. & Rizzo, A. (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 4, 19-21.
37. Carling,C., Gall, F.L. & Reilly, T.P. (2010). Effects of physical efforts on injury in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 180-185.
38. Coen, B. (1997). *Individuelle anaerobe Schwelle*. Köln: Sport und Buch Strauß.
39. Coen, B., Urhausen, A. & Kindermann,W. (1998). Der Fußball-Score: Bewertung der körperlichen Fitness. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49, 6187-191.
40. Cometti, G., Maffiuletti, N.A., Pousson, M., Chatard, J.C. & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22 (1), 45-51.
41. Currell, K. & Jeukendrup, A.D. (2008). Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Medicine*, 38, 297-316.
42. Dallinga, J.M, Benjaminse, A. & Lemming,K. (2012). Which Screening Tools Can Predict Injury to the Lower Extremities in Team Sports? *Sports Medicine*, 42 (9), 791-815.
43. Dargatz, T. (2008). *Fußball-Konditionstraining 1: Schnelligkeit und Kraft*. München: Copress Verlag GmbH.
44. Davis, H.A., Basset, J., Hughes P. & Gass, G.C. (1983). Anaerobic threshold and lactate turning point. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 383-392.
45. Diallo, O., Dore,E., Duche, P. & Van Praagh, E. (2001). Effects of plyometric training followed by a reduced raining programme on physical performance in prepubescent soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 342-348.

46. Diekmann, A. (2005). *Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen* (Aufl. 1). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verlag, 304–312.
47. DiSalvo, V., Baron, R. & Tschan, H. (2007). Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. *International Journal of Sports Medicine*; 28, 222-227.
48. Dupont, G., Akakpo, K. & Berthoin, S. (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *Journal of Strength and Conditional Research*, 18, 584-589.
49. Düring, M. (2011). *Profifußball: Wettkampfleistungsstruktur und konditionelle Leistungsvoraussetzungen* (Aufl.1). München: Akademische Verlagsgemeinschaft.
50. Dvorak, J. & Junge, A. (2000a). Football Injuries and physical symptoms. *American Journal of Sports Medicine*, 28, 3-9.
51. Dvorak, J., Junge, A., Chomik, J., Graf-Baumann, T., Peterson, L., Rosch, D. & Hodgson, R. (2000b). Risk factor analysis for injuries in football players. Possibilities for a prevention program. *American Journal of Sports Medicine*, 28, 69-74.
52. Dvorak, J., Junge, A. & Grimm, K. (2009a). F-MARC- Football Medicine Manual. Zugriff am 21. März 2014 unter [http://www.ffiri.ir/Uploads/AeenNameh/FMM Medicine %20Manual FINAL E.pdf](http://www.ffiri.ir/Uploads/AeenNameh/FMM_Medicine_%20Manual_FINAL_E.pdf)
53. Dvorak, J., Grimm, K., Schmied, C. & Junge, A (2009b). Development and Implementation of a Standardized Precompetition Medical Assessment of International Elite Football Players-2006 FIFA World Cup Germany, *Clinical Journal of Sport Medicine*, 19,316-321.
54. Dvorak, J., Junge, A., Derman, W. & Schwellnus, M. (2011). Injuries and illnesses of football players during the 2010 FIFA World Cup. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 626-630.
55. Eder, K. & Hoffmann, H. (2006). *Verletzungen im Fußball*. München: Urban&Fischer.
56. Ehlenz, H., Grosser, M., Zimmermann,E. & Zintl, F. (1995). *Krafttraining - Grundlagen, Methoden, Übungen, Leistungssteuerung, Trainingsprogramme*. (Aufl.5), München: BLV Verlagsgesellschaft mbH.

57. Ekstrand, J. & Gillquist, J. (1982). The frequency of muscle tightness and injuries in soccer players. *American Journal of Sports Medicine*, 10, 75-78.
58. Ekstrand, J. Gillquist, J., Möller, M., Oberberg, B. & Liljedahl, S.O. (1983a). Incidence of soccer injuries and their relation to training and team success. *American Journal of Sports Medicine*, 11, 63-67.
59. Ekstrand, J. Gillquist, J. & Liljedahl, S.O. (1983b). Prevention of soccer injuries. Supervision by doctor and physiotherapist. *American Journal of Sports Medicine*, 11, 116-120.
60. Ekstrand, J. (2003a). *Verletzungsliste – Ergebnisse der UEFA-Verletzungsstudie im europäischen Berufsfußball*. Medicine Matters. Zugriff am 27. Februar 2014 unter de.uefa.org/newsfiles/156573.pdf
61. Ekstrand, J. (2003b). *Der Fußballkalender und das Wohlbefinden der Spieler*. Medicine Matters. Zugriff am 27. Februar 2014 unter de.uefa.org/newsfiles/156573.pdf
62. Ekstrand, J. (2004). *Verletzungsstudie Euro 2004*. Medicine Matters. Zugriff am 27. Februar 2014 unter de.uefa.org/newsfiles/264421.pdf
63. Ekstrand, J. (2006). *Hohes, aber tendenziell abnehmendes Risiko*. Medicine Matters. Zugriff am 27. Februar 2014 unter de.uefa.org/newsfiles/448434.pdf
64. Ekstrand, J. (2009). *Welche Rolle spielen Trainer und Manager bei der Prävention von Verletzungen?* Medicine Matters. Zugriff am 27. Februar 2014 unter de.uefa.org/newsfiles/71969.pdf
65. Ekstrand, J., Hägglund, M. & Waldén, M. (2011). Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football. *American Journal of Sports Medicine*, 39, 1226-1232.
66. Ekstrand, J., Healy, J.H., Walden, M., Lee, J.C. & English, B. (2012). Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *British Journal of Sports Medicine*, 46, 112-117.
67. Ekstrand, J., Hägglund, M., Kristenson, K., Magnusson, H. & Waldén, M. (2013). Fewer ligament injuries but no preventive effect on muscle injuries and severe injuries: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 47, 732-737.
68. Engebretsen, A.H., Myklebust, G. Holme, I. & Bahr, R. (2010). Intrinsic risk factors for hamstring injuries among male soccer player: a prospective cohort study. *American Journal of Sports Medicine*, 38, 1147-1153.

69. Engelhardt, M., Freiwald, J. & Rittmeister, M. (2002). Rehabilitation nach vorderer Kreuzbandplastik. In: *Der Orthopäde* (S. 791-798). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
70. Faude, O., Junge, A., Kindermann, W. & Dvorak, J. (2005). Art und Häufigkeit von Verletzungen im Spitzenfußball der Frauen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (7/8), 263-267.
71. Faude, O. & Meyer, T. (2008). Methodische Aspekte der Laktatbestimmung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 59, 205-208.
72. Faude, O., Schnittker, R., Fries, M., Schwindling, S., Kindermann, W. & Meyer, T. (2009a). Methodische Aspekte der Schnelligkeitstestung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 11, 180-184.
73. Faude, O. Meyer, T., Federspiel, B. & Kindermann, W. (2009b). Verletzungen im deutschen Profifußball- eine Analyse auf Basis von Medieninformationen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 60 (6), 139-144.
74. Faude, O., Schlumberger, A. & Meyer, T. (2010). Leistungsdiagnostische Testverfahren im Fußball – methodische Standards. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 61 (6), 129-132.
75. Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160. Zugriff am 20. Mai 2014 unter http://www.gpower.hhu.de/fileadmin/redaktion/Fakultaeten/Mathematisch-Naturwissenschaftliche_Fakultaet/Psychologie/AAP/gpower/GPower31-BRM-Paper.pdf
76. Freiwald, J., Baumgart, C., Hoppe, M., Jansen, C., Cardose, M. & Schneider, U. (2011). Ressourcenmodell, Leistungsdiagnostik und Training der konditionellen Fähigkeiten im Frauen- und Männerfußball. *SportOrthoTrauma*, 27, 27-34.
77. Frick, U., Schmidtbleicher, D. & Wörn, C. (1991). Vergleich biomechanischer Messverfahren zur Bestimmung der Sprunghöhe bei Vertikalsprüngen. *Leistungssport*, 2, 48-53.
78. Friedrich, W. (2005). *Optimales Sportwissen*. Balingen: Spitta Verlag GmbHCo.KG,
79. Fuller, C.W., Ekstrand, J., Junge, A., Anderson, T.E., Bahr, R., Dvorak, J. & Häggglund, M. (2006). Consensus statement on injury definitions and data

- collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 193-201.
80. Gatterer, H., (2007) Sauerstoffaufnahme während eines Fußballspiels. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58 (3), 83 – 85.
81. Gaulrapp, H., Becker, A. & Hess, H. (2007). Verletzungen beim Frauenfußball: Eine prospektive Studie aus der ersten Frauenfußball-Bundesliga: In Zusammenarbeit mit dem DFB, 23 (2), 126-132.
82. Geese, R. & Hillebrecht, M. (2006). *Schnelligkeitstraining* Auflage 2. Aachen: Meyer & Meyer Sport.
83. Gibbs, N.J., Cross, T.M., Cameron, M. & Houang, M.T. (2004). The accuracy of MRI in predicting recovery and recurrence of acute grade one hamstring muscle strains within the same season in Australian Rules football players. *Journal of Science Medicine in Sports*, 7, 248-258.
84. Gissis, I., Papadopoulos, C., Kalapotharakos, V. I., Sotiropoulos, A., Komsis, G. & Manolopoulos, E.(2006). Strength and speed characteristics of elite, subelite, and recreational young soccer players. *Research of Sports Medicine*, 14(3), 205-214.
85. Giza, E., Fuller, C., Junge, A. & Dvorak, J. (2003). Mechanisms of Foot and Ankle Injuries in Soccer. *American Journal of Sports Medicine*, 31, 550-554.
86. Gorostiaga, E.M., Izquierdo, M., Ruesta, M., Iribarren, J., Gonzalez-Badillo, J. & Ibanez, J. (2002). Effects of Explosive type strength training on force production, sprint performance, endurance and serum hormones in soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (5), 125-130.
87. Grooms, D.R., Palmer, T., Onate, J.A., Myer, G. & Grindstaff, T. (2013). Soccer-specific warm-up and lower extremity injury rates in collegiate male soccer players. *Journal of Athletic Training*. Zugriff am 15. Juni 2014 unter <http://www.natajournals.org/doi/pdf/10.4085/1062-6050-48.4.08>
88. Grosser, M., Renner, T & Mair, J. (Hrsg.) (2007). *Schnelligkeitstraining: Grundlagen, Methoden, Leistungssteuerung, Programme für alle Sportarten*. München, BLV Buchverlag.
89. Hägglund, M., Walden, M., Bahr, R. & Ekstrand, J. (2005). Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 340-346.

90. Hagood, S., Solomonow, M., Zhou, B.H., Barrata, R. & D'Ambrosia, R. (1990). The effect of joint velocity on the contribution of the antagonist musculature to knee stiffness and laxity. *American Journal of Sports Medicine*, 18, 182-187.
91. Harris, G., Stone, H., O'Bryant, M., Proulx, M.C. & Johnson, R. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14, 14-21.
92. Haugen, T., Tonnessen, E. & Seiler, S. (2013). *Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995-2010. International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8, 148-156.
93. Hawkins, R.D. & Fuller C.W. (1999). A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *British Journal of Sports Medicine*, 33, 196-203.
94. Hawkins, R.D., Hulse, M.A., Wilkinson, C., Hodson, A. & Gibson, M. (2001). The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. *British Journal of Sports Medicine*, 35, 43-47.
95. Heidt, R. S., Sweeterman, L.M., Carlonas, R. L., Traub, J. A. & Tekulve, F. (2000). Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *American Journal of Sports Medicine*, 28 (5), 659 – 662.
96. Helgerud, J., Engen, L.C., Wislof, U. & Hoff, J. (2001). *Aerobic endurance training improves soccer performance. Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (1), 1925 – 1931.
97. Henke, T. (2005). Sportunfälle im Berufsfußball- Epidemiologie und Prävention. Unveröffentlichte Auftragsstudie der Verwaltungsberufsgenossenschaft, VBG.
98. Henke, T., Schulz, D. & Platen, P. (2006). Verletzungen im Profifußball- Epidemiologie und Aspekte der Prävention. In Henke, T., Schulz, D., Platen, P. (Hrsg.). *Sicherheit im Sport: Ein Leben mit Sport – aber sicher*. Beiträge zum 4. Dreiländerkongress zur Sportunfallprävention, 21.–23. September 2006 in Bochum. Köln: Sportverlag Strauss, 249-261.
99. Hewett, T., Stroupe, A.L., Nance, T.A. & Noyes, F.R. (1996). Plyometric Training in Female Athletes. Decreased Impact Forces and Increased Hamstring Torques. *American Journal of Sports Medicine*, 24, 765-773.
100. Hewett, T., Lindenfeld, T., Riccobene, J. & Noyes, F. (1999). The Effect of Neuromuscular Training on the Incidence of Knee Injury in Female

- Athletes. A Prospective Study. *American Journal of Sports Medicine*, 27, 699-706.
101. Hoff, J. & Almåsbaek, B. (1995). The effects of maximum strength training on throwing velocity and muscle strength in female team-handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9, 255-258.
102. Hoff, J. & Helgerud, J. (2004). Endurance and Strength Training for Soccer Players. *Sports Medicine*, 34 (3), 165-180.
103. Hoff, J. (2005). Trainings and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 573-582.
104. Hoff, J., Kähler, N. & Helgerud, J.(2006). *Training sowie Ausdauer- und Krafttests von professionellen Fußballspielern. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57 (5), 116-124.
105. Hohmann, A., Lames, M. & Letzelter, M. (2003). *Einführung in die Trainingswissenschaft* (3. Auflage). Wiebelsheim: Limpert Verlag GmbH.
106. Hollmann, W. & Strüder, H.K. (2009). *Sportmedizin: Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin* (5. Auflage). Stuttgart: Schattauer GmbH.
107. Hoppe, M.W., Baumgart, C., Jansen, C.T. & Freiwald, J. (2011). Maximale Sauerstoffaufnahme, Laktatschwelle und Laufökonomie als individuelle Ressourcen der fußballspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Hochleistungsfußball. In: Jansen, C.T., Baumgart, C., Hoppe, M.W., & Freiwald, J. (Hrsg.), *23. Jahrestagung der dvs-Kommission Fußball, Tagungsband 222*, Hannover, 79-85.
108. Huston, L.J. & Wojtyś, E.M. (1996). Neuromuscular Performance Characteristics in Elite Female Athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 24, 427-436.
109. Inklaar, H.(1994). Soccer injuries. In: Incidence and severity. *Sports Medicine*,18, 55-73.
110. Inklaar, H., Bol, E.,Schmikli, S.L. & Mosterd, W.L. (1996). Injuries in male soccer players: team risk analysis. *International Journal of Sports Medicine*, 17 (3), 229-234.
111. Janda, V. (Hrsg.) (2000). *Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik*. München: Elsevier Verlag.
112. Jakob, E. (1998). Sportmedizinische Leistungsdiagnostik. *Der Fußball Trainer*, 10, 8-10.

113. Jansen, C. (2011). *Wissenschaftliche Gütekriterien bei sportmotorischen Tests: Reliabilität, Validität und Zusammenhangsmerkmale ausgewählter leistungsdiagnostischer Verfahren*. Hamburg: Diplomica Verlag GmbH.
114. Juneja, H., Verma, S-K., Khanna, G-L. (2010). Isometric strenght and ist relationship to dynamic performance: A systematic Review. *Journal of Excercise Science and Physiotherapy*, 6, 60-69.
115. Junge, A., Dvorak, J. (2000). Influence of definition and data collection on the incidence of injuries in Football. *The American Journal of Sports Medicine*. 28, 40-46.
116. Junge, A., Rösch, D., Peterson, L. & Dvorak, J. (2002). Prevention of Soccer Injuries: A Prospective Intervention Study in Youth Amateur Players. *American Journal of Sports Medicine*, 30, 652-659.
117. Käser, I. (2013). *Epidemiologie von Fußballverletzungen nach Einführung einer neuen deutschen Profiligena*. Dissertation an der Universität Regensburg. Zugriff am 30. Juni 2014 unter http://epub.uni-regensburg.de/28497/1/Dissertation_24.1.2013.pdf
118. Kindermann, W., Coen, B. & Urhausen, A. (1993). Sportmedizinische Leistungsdiagnostik im Fußball.. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 44, 232-243.
119. Kindermann,W., Coen, B. & Urhausen, A. (1998). Leistungsphysiologische Maßnahmen im Fußball und Handball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 (19, 56-60.
120. Kindermann, W. (2003). Konditionelle Leistungsdiagnostik. *Medicine Matters*. Zugriff am 01. Mai 2014 unter de.uefa.org/newsfiles/156573.pdf
121. Kindermann, W. (2006). Gesundheit und Leistung im Profifußball. *Deutsches Ärzteblatt*, 103, Heft 23, 1605-1610.
122. Kielbassa, M. (2008). Das gläserne Spiel. 23.04.2008. *Süddeutsche-Zeitschrift*, Zugriff am 25. November 2014 unter www.sueddeutsche.de/sport/352/440094/text/9/
123. Kleinert, J. & Steinbacher, A. (2006). (Knie-)Verletzungen im Hochleistungsfußball: Psychologisch orientierte Optimierung der Prävention, Rehabilitation und Wiederverletzungsprophylaxe. Zugriff am 26. März 2014 unter http://www.bisp.de/SharedDocs/Publikationen/SpoPsy/DE/Infoportal_BIS_p_Projekte_Forschungsprojekte/kleinert2006.pdf?__blob=publicationFile

124. Knoblauch, K., Martin-Schmitt, S., Gössling, T., Jagodzinski, M., Zeichen, J. & Krettek, C. (2005). Prospektives Propriozeptions- und Koordinationstraining zur Verletzungsreduktion im professionellen Frauenfußball. In *Sportverletzung und Sportschaden* (S.123-129). Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG, Zugriff am 4. Dezember 2014 unter http://www.docjago.com/wp-content/uploads/2010/01/16_Knobloch_frauen_fussball.pdf
125. Krutsch, W. & Angele, P. (2013). Prävention von VKP-Rupturen. *Medicalsports Network*, Zugriff am 22. April 2013, unter _____.
126. Kollath E. & Quade K. (1993). Measurement of sprinting speed of professional and amateur soccer players. In: T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Hrsg.), *Science and football II* (S.31–6). London: E&FN Spon.
127. Kollath E., Merheim, G., Braunleder, A. & Kleinöder, H. (2006). Kraft- und Schnelligkeit jugendlicher Leistungsfußballer. In: Weber, K., Augsutin, D., Maier, P. & Roth, K. (Hrsg.), *Wissenschaftlicher Transfer für die Praxis der Sportspiele*. Köln: Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Band 9, 320-324.
128. Koulouris, G., Connell, D.A., Brukner, P. & Schneider-Kolsky, M. (2007). Magnetic Resonance Imaging Parameters for Assessing Risk of Recurrent Hamstring Injuries in Elite Athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 35, 1500-1506.
129. Köhler, T. (2008). Statistische Einzelfallanalyse: *Eine Einführung mit Rechenbeispielen*. Weinheim: Beltz Verlag.
130. Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakevou, G. & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 369-75.
131. Kubbig, R. & Heisel, J. (1993). Fußball: Typische Verletzungsmuster in einer 7-Jahres-Analyse. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 44 (6), 244-252.
132. Kubo, K., Akima, H., Ushiyama, J., Tabata, I. & Fukuoka, H. (2004). Effects of 20 days of bed rest on the viscoelastic properties of tendon structures in lower limb muscles. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 324-330.
133. Lehnhard, R.A., Lehnhard, H.R., Young, R. & Butterfield, S.A. (1996). Monitoring injuries on a collage soccer team: the effect of strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10, 115-119.

134. Lewin, G. (1989). The incidence of injury in an English professional soccer club during one competitive season. *Physiotherapy*, 75, 601-605.
135. Lienert, G.A. & Raatz, U. (1998). *Testaufbau und Testanalysen* (Auflage 6). Weinheim: Psychologie Verlag Union.
136. Little, T. & Williams, A. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 19(1), 76-78.
137. Loy, R. (1995). Systematische Spielbeobachtung im Fußball. *Leistungssport* 25 (3), 15-20.
138. Mandelbaum, B., Silvers, H., Watanabe, D., Knarr, J., Thomas, S., Griffin, L., Kirkendall, D. & Garrett, W. (2005). Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: 2-Year Follow-up. *American Journal of Sports Medicine*, 33, 1003-1010.
139. Manolopoulos, E., Papadopoulos, C., & Kellis, E. (2006). Effects of combined strength and kick coordination training on soccer kick biomechanics in amateur players. *Scandinavian Journal of Medicine, Science and Sports*, 16, 102-110.
140. Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (1993). *Handbuch Trainingslehre*. Schorndorf: Hoffmann Verlag.
141. Masuda, K., Kikuhara, N., Demura, S., Katsuta, S. & Yamanaka, K. (2005). Relationship between muscle strength in various isokinetic movements and kick performance among soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(1), 44-52.
142. McHugh, M.P., Connolly, D. & Eston, R.G. (1999). The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage. *American Journal of Sports Medicine*, 27, 594-9.
143. McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R. & Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 273-277.
144. Meier R. & Schur, A. (2006). *Verletzungen im Fußball erfolgreich behandeln*. Aachen: Meyer&Meyer Verlag.
145. Mercer, T.H., Gleeson, N.P. & Mitchell, J. (1997). Fitness Profiles of Professional Soccer Players before and after Pre-Season Conditioning. In: T.

- Reilly, J. Bangsbo & M. Hughes (Hrsg.), *Science and Football III* (S. 112-117). New York: Taylor & Francis.
146. Meyer, T., Ohlendorf, K. & Kindermann, W. (2000). Konditionelle Fähigkeiten deutscher Spitzenfußballer im Längsschnitt. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51(7/8), 271-277.
147. Meyer, T. (2006). Trainingsgestaltung im Leistungsfußball -wissenschaftliche Erkenntnisse vs. sportartspezifische Tradition. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57 (5), 132-137.
148. Meyer, T. & Faude, O. (2006). Feldtests im Fußball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57 (5), 147-148.
149. Mihailidis, H., Kotzamanidis, H., Chatzopoulou, D., Siatras, T. & Frick, U. (2002). Auswirkung eines Kombinationsprogramms aus Kraft- und Schnelligkeitstraining auf die Laufgeschwindigkeit von Fußballspielern. *Leistungssport*, 4, 14-18.
150. Mitrostasius, M., Sotiropoulos A., Zarotis, G.F., Varsamis, P. & Katsagolis A. (2004). Erfolgsursachen von Fußballtrainern in der Bundesliga. *Leistungssport*, 1, 51-54.
151. Mohr, M., Krstrup, P. & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21, 439-449.
152. Moore, E. W., Hickey, M.S. & Reiser, R. F. (2005). Comparison of two twelve week off-season combined training programs on entry level collegiate soccer players' performance. *Journal of Strength and Conditional Research*, 19(4), 791-798.
153. Mujika, I., Padilla, S., Ibañez, J., Izquierdo, M. & Gorostiaga, E. (2000). Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. *Medicine Science and Sports Exercise*, 32(2), 518-525.
154. Müller, E. & Lorenz, H. (1996). Computergestütztes Spielanalysesystem im Spitzenfußball. *Leistungssport* 26, 59-62.
155. Myklebust, G., Engebretsen, L., Brækken, I., Skjølberg, A., Olsen, O. & Bahr, R. (2003). Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Team Handball Players: A Prospective Intervention Study Over Three Seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13, 71-78.
156. Nielsen, A., Yde J. (1989). Epidemiology and traumatology of injuries in soccer. *American Journal of Sports Medicine*, 17, 803-807.

157. Ogushi T, Ohashi J, Nagahama H, Isokawa M, Suzuki S. (1993). Work intensity during soccer match-play. In: T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe [Hrsg.], *Science and football II* (S.121-123). London: Taylor & Francis.
158. Orchard, J., Seward, H., McGiven, J. & Hoff, S. (1999). Rainfall, evaporation and the risk of non-contact anterior cruciate ligament injury in the Australian Football League, *The Medical Journal of Australia*, 170, 304-306.
159. Papst O. (2010). Prävalenz und Prävention von Verletzungen der unteren Extremitäten im Profifußball. Universität Regensburg. Zugriff am 11. Februar 2014 unter: [http://epub.uniregensburg.de/21122/1/Pr%C3%A4valenz und Pr%C3%A4vention von Verletzungen der unteren Extremit%C3%A4t im Profifu%C3%9Fball.pdf](http://epub.uniregensburg.de/21122/1/Pr%C3%A4valenz%20und%20Pr%C3%A4vention%20von%20Verletzungen%20der%20unteren%20Extremit%C3%A4t%20im%20Profifu%C3%9Fball.pdf)
160. Pampus, B. (2001). Schnellkrafttraining. Theorie, Methoden, Praxis. Aachen: Meyer & Meyer Sport.
161. Petermann, F. & Hehl, F.-J. (Hrsg.) (1995). Einzelfallanalyse (3 Aufl.). München: Oldenbourg.
162. Petersen, W., Zantop, T., Rosenbaum, D. & Raschke, M. (2005a). Rupturen des vorderen Kreuzbandes bei weiblichen Athleten. Teil 2: Präventionsstrategien und Präventionsprogramme. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56, 157-164.
163. Petersen, W., Braun, C., Bock, W., Schmidt, K., Weimann, A., Drescher, W., Eiling, E., Stange, R., Fuchs, T., Hedderich, J. & Zantop, T. (2005b). A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 125, 614-621.
164. Peterson, L., Junge, A. & Chomiak, J. (2000). Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. *American Journal of Sports Medicine*, 28, 51-57.
165. Price, R.J., Hawkins, R.D. & Hulse, M.A (2004). The Football Association medical research programme: an audit of injuries in academy youth football. *British Journal of Sports Medicine*, 38,466-471.
166. Poulsen, T., Freund, K., Madsen, F. & Sandvej, K. (1991). Injuries in high-skilled and low-skilled soccer: a prospective study. *British Journal of Sports Medicine*, 25 151-153.
167. Rahnama, N., Reilly, T., Lees, A. (2002). Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 354-359.

168. Rahnama, N., Reilly, T. & Lees, A. (2003). Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *Journal of Sports Sciences*, 21, 933-942.
169. Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S.M., Ferrari Bravo, D., Sassi, R. & Impellizzeri, F.M. (2007a). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *Journal of Sports Medicine*, 28(3), 228-235.
170. Rampinini, E., Coutts, A.J., Castagna, C.D., Sassi, R. & Impellizzeri, F.M. (2007b). Variation in Top Level Soccer Match Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 1018-1024.
171. Rehhagel, J. (2011). Entwicklung einer Testbatterie zur Diagnostik und Steuerung der Schnelligkeit im Sportspiel Fußball. Dissertation, Universität Köln, Zugriff am 15. Juli 2014 <http://esport.dshs-koeln.de/244/>
172. Reilly, T. & Thomas, V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies*, 2, 87-97.
173. Reilly T., Bangsbo J. & Franks A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 669-683.
174. Rienzi, T., Drust, B., Reilly, T., Carter, J.E. & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate-profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(2), 162-169.
175. Rimmer, E. & Sleivert, G. (2000). Effects of Plyometrics Programm on Sprint Performance. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 14, 295-301.
176. Reiche D. (2003). *Roche Lexikon Medizin* (Auflage 5). München: Urban & Fischer Verlag.
177. Rohde, H.C. & Espersen, T. (1988). Work intensity during soccer-match play. In Reilly T., Lees A., Davids K & Murphy W.J. (Hrsg.), *Science and Football* (S.68-75). London/New York: E & FN Spon.
178. Rose T. & Imhoff A. (2006). Verletzungen beim Fußball. *Deutsches Ärzteblatt*.. Zugriff am: 12.0 Februar 2014 unter <http://www.aerzteblatt.de/pdf/103/23/a1611.pdf>
179. Roth, K. & Willimczik, K. (Hrsg.). (1999). *Bewegungswissenschaften*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH.

180. Schache, A.G., Crossley, K.M., Macinodde, I.G., Fahrner, B.B. & Pandy, M.G. (2011). Can a clinical rest of hamstring strength identify football players at risk of hamstring strain? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19, 38-41.
181. Schlumberger A. (2006). Sprint und Sprungkrafttraining bei Fußballspielern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 5, 125 – 131.
182. Schmidt, R.F. & Thews, G. (Hrsg.). (2000). *Physiologie des Menschen* (Auflage 22). Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
183. Schnabel, G., Harre, D. & Krug, J. (2008). *Trainingslehre- Trainingswissenschaften. Leistung, Training, Wettkampf*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
184. Schnell, R. Hill P.B. & Esser E. (2005). *Methoden der empirischen Sozialforschung*. (Aufl.7), München : Oldenbourg.
185. Schnittker, R., Weiß, M. & Meyer, T. (2011). Entwicklung der Grundlagenausdauer im deutschen Profifußball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 62, (7/8), 221-242.
186. Semenick, D. (1994). Evaluating Test Data. In: Th. Beachle (Hrsg.). *Essentials of Strength Training and Conditioning* (S.274-282). Stanningley: Human Kinetics.
187. Siebert, C.H. (2011). Verletzungen im Profi-Fußball In: Jansen, C.T., Baumgart, C., Hoppe, M.W. & Freiwald, J. (Hrsg.). *23. Jahrestagung der dvs-Kommission Fußball*, Tagungsband 222, Hannover, 180-182.
188. Siegle, M., Geisel, M. & Lames, M. (2012). Zur Aussagekraft von Positions- und Geschwindigkeitsdaten im Fußball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 63(9), 278-282.
189. Siegler, J., Gaskill, K. & Ruby, B. (2003). Changes evaluated in soccer-specific power endurance either with or without a 10 week, in season, intermittent, high- intensity training protocol. *Journal of Strength and Conditional Research*, 17, 379-387.
190. Soligard, T., Nilstad, A., Steffen, K., Myklebust, G., Holme, I., Dvorak, J., Bahr, R. & Andersen, T.E. (2010). Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. *British Journal of Sports Medicine*, 44 (11), 787-793.

191. Sporis,G., Jukic,I., Ostojic, S. & Milanovic, D. (2009). Fitness Profiling in Soccer: Physical and Physiologic Characteristics of Elite Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1974-1953.
192. Steffen, K., Myklebust, G., Olsen, O.E., Holme, I. & Bahr. R. (2008). Preventing injuries in female youth football – a cluster-randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18 (5), 605-614.
193. Steffen, K., Meeuwisse, W.H., Romiti, M., Kang, J., McKay, C., Bizzini, M, Dvorak, J., Finch, C., Myklebust, G. & Emery, C.A. (2013a). Evaluation of how different implementation strategies of an injury prevention programme (FIFA 11+) impact team adherence and injury risk in Canadian female youth football players: a cluster randomised trail. *British Journal of Sports Medicine*, 3, 1-8.
194. Steffen, K., Emery, C.A , Romiti, M., Kang, J., Bizzini, M, Dvorak, J., Finch, C. & Meeuwisse, W.H. (2013b). High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian female youth football players: a cluster randomised trail. *British Journal of Sports Medicine*, 6, 1-10.
195. Stein, D., Gonzalez, P., Patra, S., Holz, J.& Braumann K.M. (2009). Modernes Athletiktraining im Profifußball, Verletzungszahlen und sportlicher Erfolg. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 60, 7-8, Book of Abstract (p.182), Zugriff am 10. September 2014 unter http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/content/archiv2009/heft07_08/abstracts_komplett.pdf.
196. Stein, D., Wellmann, K., Reer, R. & Braumann, K.M. (2011). Zusammenhang zwischen konditioneller Leistungsfähigkeit und sportlichem Erfolg im Profi Fußball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 62, 7-8, Book of Abstract (p.199), Zugriff am 10. September 2014 unter http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/content/archiv_2011/heft07_08/online_78_2011/24_abstract_don_vorm_65_96.pdf.
197. Stein, D., Wellmann, K., Schröder, J., Braumann, K.M. & Reer, R. (2013). Positionsspezifische Merkmale bei ausgewählten konditioneller Fähigkeiten für eine Fußballmannschaft der 2.Bundesliga. In: Fußball in Forschung und Lehre, Beiträge und Analysen zum Fußballsport XIX. 24. Jahrestagung der dvs-Kommission Fußball, (p.109).

198. Steinhöfer, D. (2003). *Grundlagen des Athletiktrainings. Theorie und Praxis zu Kondition, Koordination und Trainingssteuerung im Sportspiel*. Münster: Philippka Sportverlag.
199. Stengel, D., Bhandari, M. & Hanson, B. (Hrsg.).(2011). *Statistik und Aufbereitung klinischer Daten*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
200. Stolen, T., Chamari, K., Castagna, c. & Wisloff, U. (2005). Physiology of Soccer. *Sports Medicine*, 35 (6), 501-536.
201. Stork, H.-M., Grabow, V. & Friedhoff, T. (1988). Computergestützte Trainingsdokumentation. In: Steinacker, J.M. (Hrsg.), *Rudern. Sportmedizinische und sportwissenschaftliche Aspekte* (S.313-321). Heidelberg: Springer Verlag Berlin
202. Stroyer, J. & Hansen, L. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine of Science and Sports Exercise*, 36(1), 168-174.
203. Sugimoto, D., Myer, G.D., Bush, H.M., Klugman, M.F., McKeon, J.M & Hewett, T.E. (2012). Compliance with neuromuscular training and anterior cruciate ligament injury risk reduction in female athletes: a meta-analysis. *Journal of Athletic Training*, 47 (6), 714-723.
204. Tegtbur, U, Griess M, Braumann K-M, Busse M, Maassen N. (1989). Eine Methode zur Ermittlung der Dauerleistungsgrenze bei Mittel- und Langstreckenläufern. In: D. Böning, KM. Braumann, M. Busse, N. Maassen & W. Schmidt (Hrsg.). *Sport - Rettung oder Risiko für die Gesundheit?* (S. 463-466). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
205. Tegtbur, U., Busse, M.W., Braumann, K.M. & Maassen, N. (1991). Die „Laktatsenke“- Eine Methode zur Ermittlung der individuellen Dauerleistungsgrenze. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 42 (6), 240-246.
206. Tschan H., Baron R., Smekal G. & Bachl N. (2001). Belastungs-Beanspruchungsprofil im Fußball aus physiologischer Sicht. *Österreichisches Journal für Sportmedizin*, 1, 7-18.
207. Valderrabano, V. (2008). Verletzungen im Fußball. *Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*. Newsletter 5/2008. Zugriff am 20 Januar 2014 unter http://www.gots.org/downloads/newsletter/GOTS_Newsletter_2008-05.pdf
208. Verrall G.M., Slavotinek, J.P, Barnes,P.G., Fon, G.T. & Esterman, A. (2006). Assessment of Physical Examination and Magnetic Resonance Imaging

- Findings of Hamstring Injury as Predictors for Recurrent Injury. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 36, 215-224.
209. Vestegen, M. (2006). *Core Performance* (Auflage 1). München: riva Verlag.
210. Vigne, G., Gaudino, C. & Rogowski, I. (2010). Activity Profile in elite Italian Soccer Team. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 304-310.
211. Walden, M., Häggglund, M. & Ekstrand, J. (2005). UEFA Champions League study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001-2002 season. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 542-546.
212. Walden, M. Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P. & Haggglund, M. (2012). Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trail. *British Medical Journal*, 344-348.
213. Webber, K., Gerisch, G., & Rutemöller, E. (1989). Sportmedizinische Aspekte zur Diagnostik und Trainings- bzw. Wettkampfsteuerung im Fußball. In: Gerisch, G., Rutemöller, E. (Hrsg.). *Leistungsfußball im Blickpunkt* (S.93-115). Köln: Sport u. Buch Strauss.
214. Wedderkopp, N., Kaltoft, M., Lundgaard, B., Rosendahl, M. & Froberg, K. (1999). Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scandinavian Journal of Science and Sports*, 9, 41-47.
215. Wedderkopp, N., Kaltoft, M., Holm, R. & Froberg, K. (2003). Comparison of two intervention programmes in young female players in European handball – with and without ankle disc. *Scandinavian Journal of Science and Sports*, 13, 371-375.
216. Weineck, J. (1998). *Optimales Fußballtraining. Teil1: Das Konditionstraining des Fußballspielers*. Balingen: Spitta Verlag GmbH & Co.
217. Weineck, J. (2004). *Optimales Training*. Balingen, Spitta Verlag GmbH & Co.
218. Winkler, W. (1983). Spielbeobachtung bei Fußballspielen im Zusammenhang mit Spielerposition, Spielsystem und Laufbelastung. *Leistungsfußball*, 21(6), 63-68.
219. Wirhed, R. (2001). *Sportanatomie und Bewegungslehre*(Auflage 3). Stuttgart: Schattauer GmbH.
220. Wirth, K. & Zawieja, M. (2008). Erfahrungen aus dem Gewichtheben für das leistungssportliche Krafttraining. *Leistungssport*, 5, 10-13.

221. Wirth, K., Schlumberger, A. & Zawieja, M. (2012). *Krafttraining im Leistungssport. Theoretische und praktische Grundlagen für Trainer und Athleten (Auflage 1)*. Köln: Sportverlag Strauss.
222. Wisloff, U., Helgerud, J. & Hoff, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 462 – 467.
223. Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 285-288.
224. Withers, R.T., Maricic, Z., Wasilewski, S. & Kelly, L. (1982). Match analysis of Australian professional soccer players. *Journal of Human Movement Studies*, 8, 159–176.
225. Witvrouw, E., Danneels, L., Asselmann, P., D’Have, T. & Cambier, D. (2003). Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players: A Prospective Study. *American Journal of Sports Medicine*, 31, 41-46.
226. Wrage A., Schröder J. & Ziegler M. (2005). Vergleich verschiedener Konzepte zur Bestimmung des Maximalen Laktat-Steady-State. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (7/8), 219-220.
227. Woods, C., Hawkins, R.D., Hulse, M. & Hodson, A. (2002). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football; analysis of preseason injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 436-441.
228. Young, W.B., Benton, D., Duthie, G. & Pryor, J. (2001a). Resistance training for short sprints and maximum speed sprints. *Journal of Strength and Condition Research*, 23, 7-13.
229. Young, W.B., McDowell, M.H. & Scarlett, B.J. (2001b). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Condition Research*, 15, 315-319.
230. Zawieja, M. (2008). *Leistungsreserve Langhanteltraining. Handbuch des Gewichthebens für alle Sportarten*. Münster: Philippka Sportverlag.

Internetquellen:

231. CIES Football Observatory. Zugriff am 27.05.2105 unter http://www.football-observatory.com/IMG/swf/da2015_v01_eng.swf
232. Die Welt (2014a). Zugriff am 04. Dezember 2014 unter <http://www.welt.de/133168221>
233. Die Welt (2014b). Zugriff am 04. Dezember 2014 unter <http://www.welt.de/133188811>
234. FIFA. Zugriff am 12.12.2014 unter: <http://de.fifa.com/aboutfifa/organisation/index.html>
235. Physioroom: Zugriff am 13.12.2014 unter: http://www.physioroom.com/news/english_premier_league/2006_07/injury_analysis_1.php
236. UNric. Zugriff am 13.12.2014 unter: <http://www.unric.org/de/pressemitteilungen/4116-die-192-mitgliedstaaten-der-vereinten-nationen>

Ehrenwörtliche Erklärung

Verfasser: Daniela Stein

Wohnhaft in: Fraenkelstr. 10

22307 Hamburg

Ehrenwörtliche Erklärung zu meiner Dissertation mit dem Titel: Auswirkung einer verbesserten konditionellen Leistungsfähigkeit auf das Auftreten von fußballspezifischen Verletzungen - Längsschnittanalyse einer professionellen Fußballmannschaft – :

Hiermit erkläre ich laut §7, Absatz 4 der Promotionsordnung der Fakultät für Psychologie und Bewegungswissenschaften im Fachbereich Bewegungswissenschaften der Universität Hamburg (Amtlicher Anzeiger Nr. 86, Dienstag, den 2. November 2010) an Eides statt, dass ich die Dissertation selber verfasst habe und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel genutzt habe.

Ich versichere außerdem, dass keine kommerzielle Promotionsberatung in Anspruch genommen wurde und dass ich die Arbeit nur in diesem und keinem anderen Promotionsverfahren eingereicht habe.

Ort,

Datum,

Unterschrift

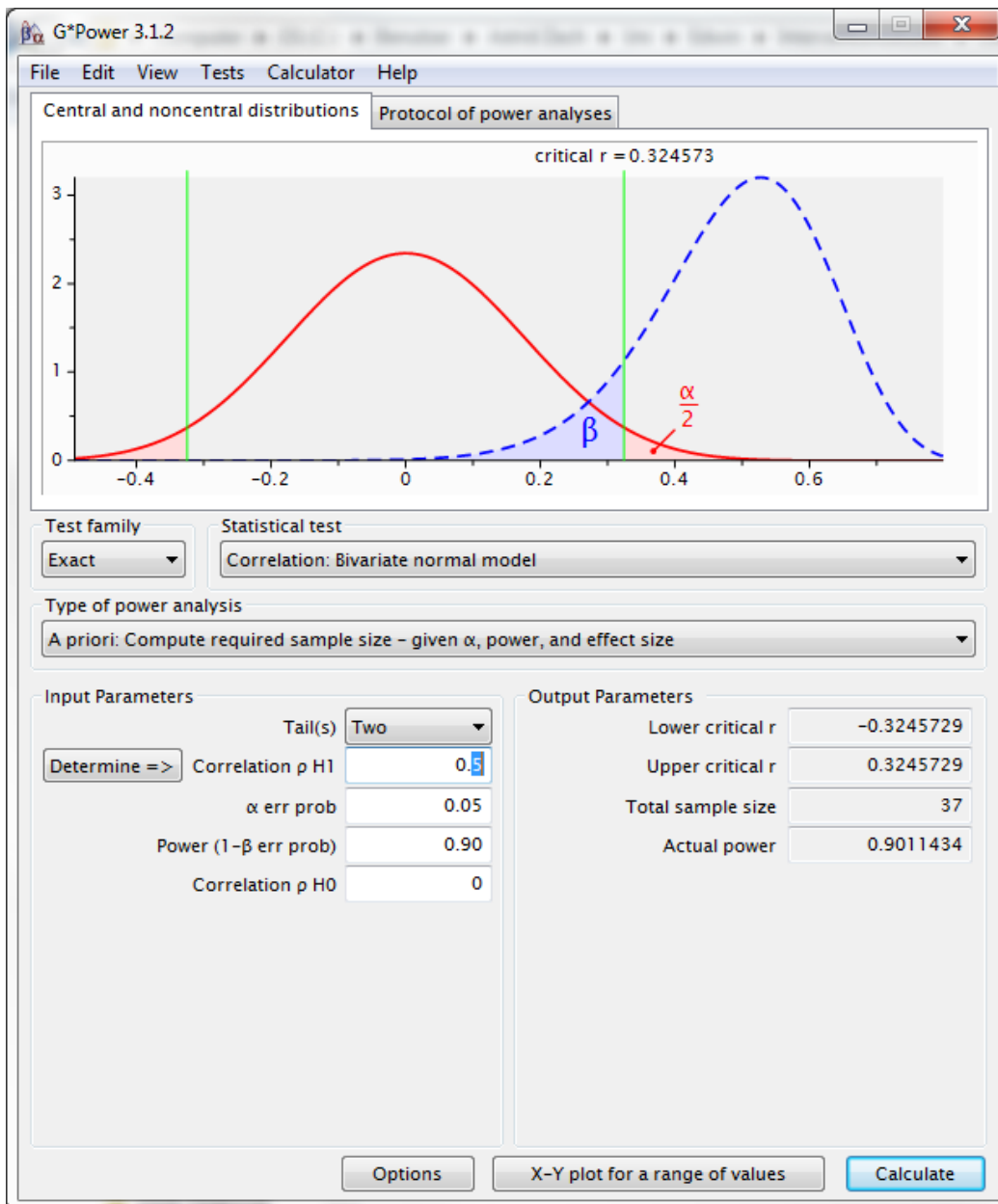
Anhänge

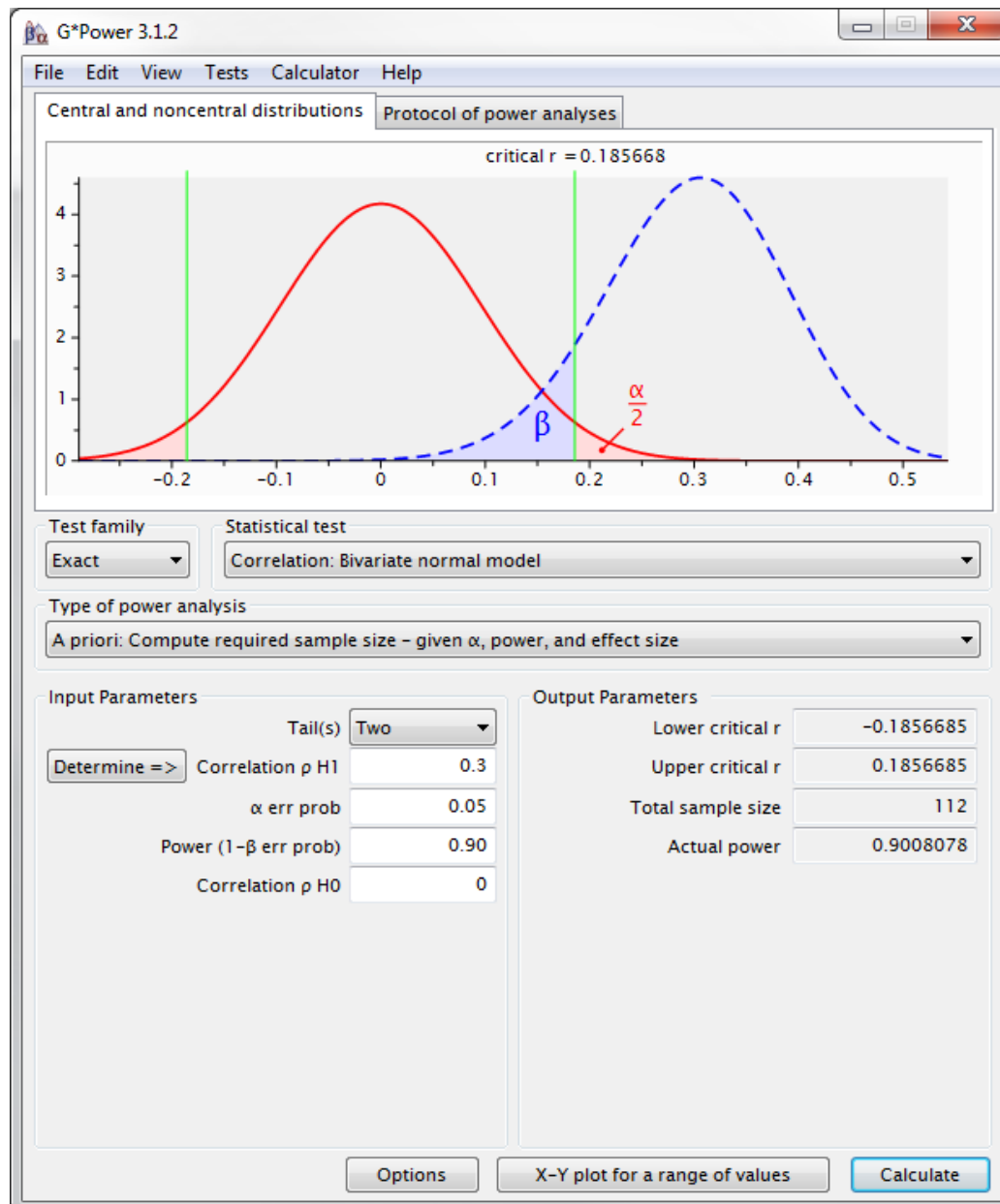
Anhangsverzeichnis

Anhang 1:	A priori Poweranalyse	148
Anhang 2:	Überprüfung auf Normalverteilung	151
Anhang 3:	Rechnung Entwicklungsverlauf der Verletzungen (Hfk.)	153
Anhang 4:	Rechnung Entwicklungsverlauf der Sprintzeit über 5m (s).....	154
Anhang 5:	Rechnung Entwicklungsverlauf der Sprintzeit über 30m (s).....	155
Anhang 6:	Rechnung Entwicklungsverlauf der Sprungkraftleistung im CMJ.....	156
Anhang 7:	Rechnung Entwicklungsverlauf der Sprungkraftleistung im CMJ.....	156
Anhang 8:	Rechnung Entwicklungsverlauf der Ausdauerleistungsfähigkeit.....	157
Anhang 9:	Rechnung Entwicklungsverlauf der Kraftleistung im Bankdrücken.....	157
Anhang 10:	Rechnung Entwicklungsverlauf der Kraftleistung in der Kniebeuge	158
Anhang 11:	Rechnung Entwicklungsverlauf der Kraftleistung im Stoßen	159
Anhang 12:	Publikationen während der Erarbeitung der Dissertation	160

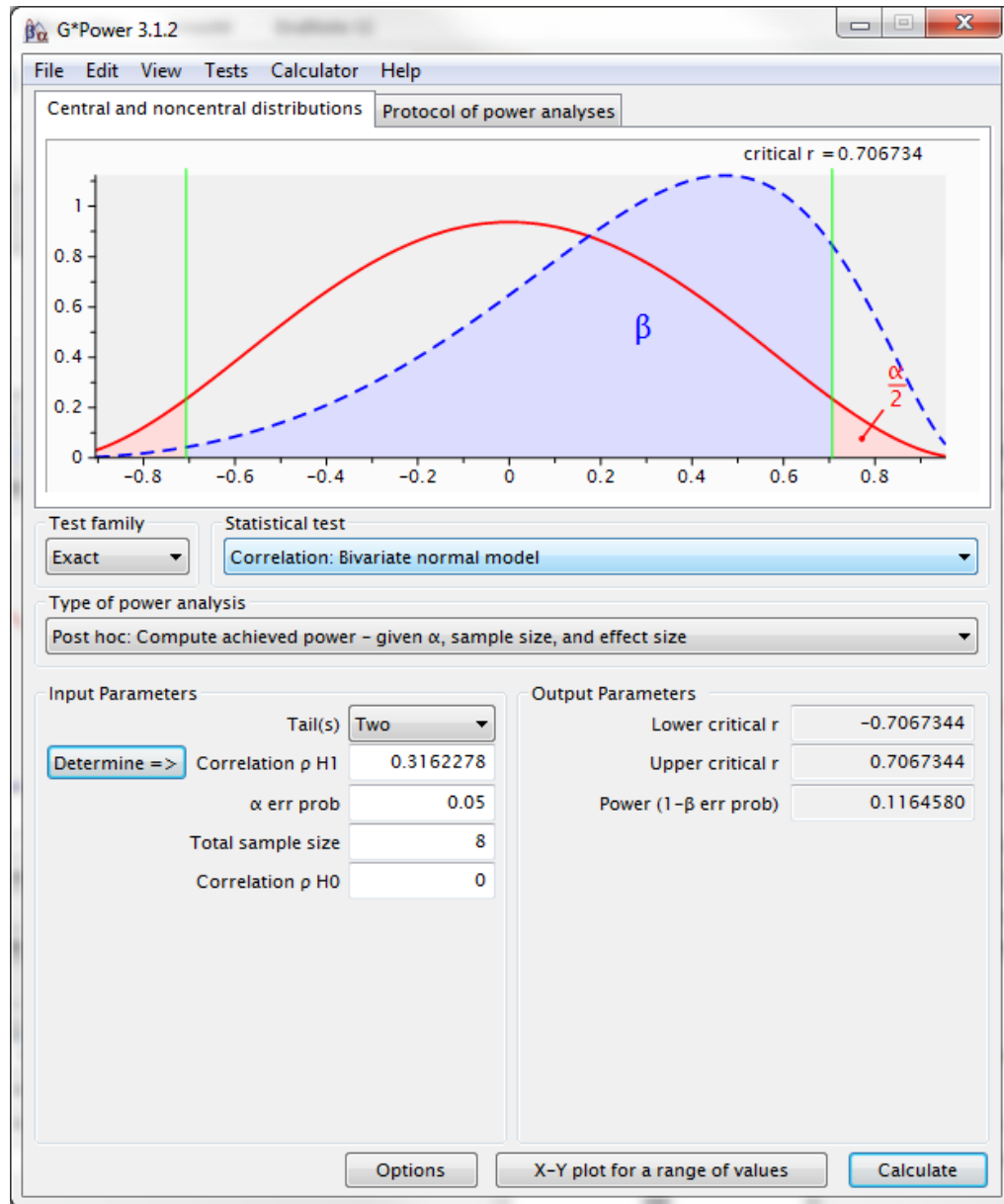
Anhang 1: A priori Poweranalyse

1.1 A priori Analyse bei einem erwartetem Korrelationskoeffizienten von $r = 0,5$



1.2 A priori Analyse bei einem erwartetem Korrelationskoeffizienten von $r = 0,3$ 

1.3 theoretische Post hoc Analyse bei einer Stichprobengröße von $n=8$



Anhang 2: Überprüfung auf Normalverteilung

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
CMJoA_Mai07	,152	8	,200*	,952	8	,728
CMJoA_März08	,147	8	,200*	,959	8	,805
CMJoA_März09	,135	8	,200*	,956	8	,774
CMJoA_März10	,153	8	,200*	,948	8	,687
CMJmA_Mai07	,225	8	,200*	,916	8	,398
CMJmA_März08	,156	8	,200*	,977	8	,947
CMJmA_März09	,164	8	,200*	,955	8	,762
CMJmA_März10	,236	8	,200*	,937	8	,579
IAAS_Mai07	,176	8	,200*	,976	8	,943
IAAS_März08	,183	8	,200*	,954	8	,755
IAAS_März09	,188	8	,200*	,934	8	,549
IAAS_März10	,241	8	,191	,827	8	,056
S30m_März07	,203	8	,200*	,859	8	,116
S30m_März08	,222	8	,200*	,872	8	,159
S30m_März09	,144	8	,200*	,959	8	,801
S30m_März10	,253	8	,142	,900	8	,290
S5m_März07	,188	8	,200*	,955	8	,761
S5m_März08	,285	8	,055	,842	8	,079
S5m_März09	,180	8	,200*	,918	8	,414
S5m_März10	,151	8	,200*	,944	8	,651
Stoßen_März07	,276	8	,073	,903	8	,310
Stoßen_Oktober08	,144	8	,200*	,986	8	,987
Stoßen_Oktober09	,157	8	,200*	,932	8	,535
Stoßen_März10	,250	8	,150	,920	8	,431
Knieb_März07	,188	8	,200*	,888	8	,224
Knieb_Oktober08	,194	8	,200*	,950	8	,711
Knieb_Oktober09	,145	8	,200*	,930	8	,515
Knieb_März10	,181	8	,200*	,948	8	,695

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
Bank_März07	,125	8	,200*	,992	8	,997
Bank_Oktober08	,221	8	,200*	,868	8	,143
Bank_März10	,212	8	,200*	,868	8	,144
Bank_Oktober09	,152	8	,200*	,960	8	,809
T0607_all_u_Ex	,308	8	,024	,824	8	,051
T0708_all_u_Ex	,166	8	,200*	,967	8	,870
T0809_all_u_Ex	,199	8	,200*	,917	8	,404
T0910_all_u_Ex	,205	8	,200*	,931	8	,522

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

*. Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.

Anhang 3: Berechnung des Entwicklungsverlaufes der Verletzungen (Hfk.) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

3.1 Deskriptive Statistiken

	Mittelwert [Hfk.]	Standardabweichung	N
Saison 2006/07	4,25	1,488	8
Saison 2007/08	4,38	2,504	8
Saison 2008/09	3,50	2,878	8
Saison 2009/10	2,50	,926	8

3.2 Tests der Innersubjektkontraste (1-way ANOVA mit 1 Messwiederholungsfaktor)

Quelle	Faktor1	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Faktor1	Linear	15,006	17,673	,004	,716

a. Unter Verwendung von Alpha = ,05 berechnet

3.3 Paarweise Vergleiche (Post-hoc: LSD)

Saison	Saison	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig. ^a	95% Konfidenzintervall für die Differenz ^a	
					Untergrenze	Obergrenze
06/07	07/08	-,125	,811	,882	-2,044	1,794
	08/09	,750	,840	,402	-1,236	2,736
	09/10	1,750*	,559	,017	,428	3,072
07/08	06/07	,125	,811	,882	-1,794	2,044
	08/09	,875	,789	,304	-,991	2,741
	09/10	1,875	,833	,059	-,095	3,845
08/09	06/07	-,750	,840	,402	-2,736	1,236
	07/08	-,875	,789	,304	-2,741	,991
	09/10	1,000	1,086	,388	-1,567	3,567
09/10	06/07	-1,750*	,559	,017	-3,072	-,428
	07/08	-1,875	,833	,059	-3,845	,095
	08/09	-1,000	1,086	,388	-3,567	1,567

Basiert auf den geschätzten Randmitteln

*. Die mittlere Differenz ist auf dem ,05-Niveau signifikant.

**Anhang 4: Berechnung des Entwicklungsverlaufes der Sprintzeit über 5m (s)
von 'Saison 2006/07' bis Saison 2009/10`**

4.1 Deskriptive Statistiken

	Mittelwert [s]	Standardabweichung	N
Saison 2006/07	1,01000	,036986	8
Saison 2007/08	,96971	,026219	8
Saison 2008/09	,92672	,037033	8
Saison 2009/10	,88725	,045962	8

4.2 Tests der Innersubjektkontraste (1-way ANOVA mit 1 Messwiederholungsfaktor)

Quelle	Saisonende	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Beobachtete Schärfe ^a
Faktor1	Linear	,068	83,567	,000	1,000

a. Unter Verwendung von Alpha = ,05 berechnet

4.3 Paarweise Vergleiche (Post-hoc: LSD)

(I)Saisonende	(J)Saisonende	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig. ^b	95% Konfidenzintervall für die Differenz ^b	
					Untergrenze	Obergrenze
06/07	07/08	,040 [*]	,010	,005	,017	,064
	08/09	,083 [*]	,009	,000	,063	,104
	09/10	,123 [*]	,013	,000	,091	,155
07/08	06/07	-,040 [*]	,010	,005	-,064	-,017
	08/09	,043 [*]	,010	,004	,019	,067
	09/10	,082 [*]	,015	,001	,047	,118
08/09	06/07	-,083 [*]	,009	,000	-,104	-,063
	07/08	-,043 [*]	,010	,004	-,067	-,019
	09/10	,039 [*]	,010	,006	,015	,064
09/10	06/07	-,123 [*]	,013	,000	-,155	-,091
	07/08	-,082 [*]	,015	,001	-,118	-,047
	08/09	-,039 [*]	,010	,006	-,064	-,015

Basiert auf den geschätzten Randmitteln

*. Die mittlere Differenz ist auf dem ,05-Niveau signifikant.

Anhang 5: Berechnung des Entwicklungsverlaufes der Sprintzeit über 30m (s) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

5.1 Deskriptive Statistiken

	Mittelwert [s]	Standardabweichung	N
Saison 2006/07	4,0976	,10393	8
Saison 2007/08	4,0690	,09340	8
Saison 2008/09	4,0756	,16439	8
Saison 2009/10	3,9791	,11588	8

5.2 Tests der Innersubjektkontraste (1-way ANOVA mit 1 Messwiederholungsfaktor)

Quelle	Saisonende	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Beobachtet e Schärfe ^a
Faktor1	Linear	,049	22,592	,002	,981

a. Unter Verwendung von Alpha = ,05 berechnet

5.3 Paarweise Vergleiche (Post-hoc: LSD)

(I)Saisonende	(J)Saisonende	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig. ^b	95% Konfidenzintervall für die Differenz ^b	
					Untergrenze	Obergrenze
06/07	07/08	,029	,018	,155	-,014	,071
	08/09	,022	,029	,466	-,046	,090
	09/10	,118 [*]	,018	,000	,077	,160
07/08	06/07	-,029	,018	,155	-,071	,014
	08/09	-,007	,033	,847	-,085	,072
	09/10	,090 [*]	,020	,003	,042	,138
08/09	06/07	-,022	,029	,466	-,090	,046
	07/08	,007	,033	,847	-,072	,085
	09/10	,096 [*]	,020	,002	,049	,144
09/10	06/07	-,118 [*]	,018	,000	-,160	-,077
	07/08	-,090 [*]	,020	,003	-,138	-,042
	08/09	-,096 [*]	,020	,002	-,144	-,049

Basiert auf den geschätzten Randmitteln

*. Die mittlere Differenz ist auf dem ,05-Niveau signifikant.

b. Anpassung für Mehrfachvergleiche: Geringste signifikante Differenz (entspricht keinen Anpassungen).

Anhang 6: Berechnung des Entwicklungsverlaufes der Sprungkraftleistung im CMJ ohne Armeinsatz (cm) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

6.1 Deskriptive Statistiken

	Mittelwert [cm]	Standardabweichung	N
Saison 2006/07	38,84	3,853	8
Saison 2007/08	39,19	3,939	8
Saison 2008/09	37,54	3,305	8
Saison 2009/10	38,44	3,646	8

6.2 Tests der Innersubjektkontraste (1-way ANOVA mit 1 Messwiederholungsfaktor)

Quelle	Saisonenden	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Nichtzentralitäts-Parameter	Beobachtete Schärfe ^a
Faktor1	Linear	3,249	1,035	,343	1,035	,143

a. Unter Verwendung von Alpha = ,05 berechnet

Anhang 7: Berechnung des Entwicklungsverlaufes der Sprungkraftleistung im CMJ mit Armeinsatz (cm) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

7.1 Deskriptive Statistiken

	Mittelwert [cm]	Standardabweichung	N
Saison 2006/07	44,1125	5,36482	8
Saison 2007/08	44,1250	4,67325	8
Saison 2008/09	42,9875	4,69664	8
Saison 2009/10	44,1625	4,65309	8

7.2 Tests der Innersubjektkontraste (1-way ANOVA mit 1 Messwiederholungsfaktor)

Quelle	Saisonende	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Nichtzentralitäts-Parameter	Beobachtete Schärfe ^a
Faktor1	Linear	,390	,084	,780	,084	,057

a. Unter Verwendung von Alpha = ,05 berechnet

Anhang 8: Berechnung des Entwicklungsverlaufes der Ausdauerleistungsfähigkeit an der IAAS (m/s) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

8.1 Deskriptive Statistiken

	Mittelwert [m/s]	Standardabweichung	N
Saison 2006/07	4,3000	,13093	8
Saison 2007/08	4,5237	,11795	8
Saison 2008/09	4,2175	,14150	8
Saison 2009/10	4,4138	,17992	8

8.2 Tests der Innersubjektkontraste (1-way ANOVA mit 1 Messwiederholungsfaktor)

Quelle	Saisonende	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta- Quadrat ^a
Faktor1	Linear	,000	,097	,765	,014

a. Unter Verwendung von Alpha = ,05 berechnet

Anhang 9: Berechnung des Entwicklungsverlaufes der Kraftleistung im Bankdrücken (kg/kg Körpermasse) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

9.1 Deskriptive Statistiken

	Mittelwert [kg/kg]	Standardabweichung	N
Saison 2006/07	1,0586	,14269	8
Saison 2007/08	1,1263	,08348	8
Saison 2008/09	1,1575	,08084	8
Saison 2009/10	1,1863	,13060	8

9.2 Tests der Innersubjektkontraste (1-way ANOVA mit 1 Messwiederholungsfaktor)

Quelle	Saisonende	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta- Quadrat ^a
Faktor1	Linear	,069	3,041	,125	,303

a. Unter Verwendung von Alpha = ,05 berechnet

Anhang 10: Berechnung des Entwicklungsverlaufes der Kraftleistung in der Kniebeuge (kg/kg Körpermasse) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

10.1 Deskriptive Statistiken

	Mittelwert [kg/kg]	Standardabweichung	N
Saison 2006/07	1,5164	,23628	8
Saison 2007/08	1,6963	,15240	8
Saison 2008/09	1,6538	,23892	8
Saison 2009/10	1,7100	,23391	8

10.2 Tests der Innersubjektkontraste (1-way ANOVA mit 1 Messwiederholungsfaktor)

Quelle	Faktor1	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta- Quadrat ^a
Faktor1	Linear	,116	10,393	,015	,598

a. Unter Verwendung von Alpha = ,05 berechnet

10.3 Paarweise Vergleiche (Post-hoc: LSD)

(I)Saisonende	(J)Saisonende	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig. ^a	95% Konfidenzintervall für die Differenz ^a	
					Untergrenze	Obergrenze
06/07	07/08	-,180 [*]	,062	,024	-,327	-,032
	08/09	-,137	,070	,089	-,302	,027
	09/10	-,194 [*]	,050	,006	-,313	-,074
07/08	06/07	,180 [*]	,062	,024	,032	,327
	08/09	,042	,050	,419	-,075	,160
	09/10	-,014	,054	,806	-,141	,113
08/09	06/07	,137	,070	,089	-,027	,302
	07/08	-,042	,050	,419	-,160	,075
	09/10	-,056	,055	,340	-,186	,074
09/10	06/07	,194 [*]	,050	,006	,074	,313
	07/08	,014	,054	,806	-,113	,141
	08/09	,056	,055	,340	-,074	,186

Basiert auf den geschätzten Randmitteln

*. Die mittlere Differenz ist auf dem ,05-Niveau signifikant.

a. Anpassung für Mehrfachvergleiche: Geringste signifikante Differenz (entspricht keinen Anpassungen).

Anhang 11: Berechnung des Entwicklungsverlaufes der Kraftleistung im Stoßen (kg/kg Körpermasse) von 'Saison 2006/07' bis 'Saison 2009/10'

11.1 Deskriptive Statistiken

	Mittelwert [kg/kg]	Standardabweichung	N
Saison 2006/07	,8563	,05502	8
Saison 2007/08	,8863	,05069	8
Saison 2008/09	,8913	,04673	8
Saison 2009/10	,9575	,07778	8

11.2 Tests der Innersubjektkontraste (1-way ANOVA mit 1 Messwiederholungsfaktor)

Quelle	Faktor1	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta- Quadrat ^a
Faktor1	Linear	,038	18,226	,004	,723

a. Unter Verwendung von Alpha = ,05 berechnet

11.3 Paarweise Vergleiche (Post-hoc: LSD)

(I)Saisonende	(J)Saisonende	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig. ^a	95% Konfidenzintervall für die Differenz ^a	
					Untergrenze	Obergrenze
06/07	07/08	-,030	,021	,194	-,079	,019
	08/09	-,035	,017	,073	-,074	,004
	09/10	-,101 [*]	,027	,007	-,165	-,038
07/08	06/07	,030	,021	,194	-,019	,079
	08/09	-,005	,013	,717	-,036	,026
	09/10	-,071 [*]	,017	,004	-,111	-,031
08/09	06/07	,035	,017	,073	-,004	,074
	07/08	,005	,013	,717	-,026	,036
	09/10	-,066 [*]	,024	,030	-,124	-,009
09/10	06/07	,101 [*]	,027	,007	,038	,165
	07/08	,071 [*]	,017	,004	,031	,111
	08/09	,066 [*]	,024	,030	,009	,124

Basiert auf den geschätzten Randmitteln

a. Anpassung für Mehrfachvergleiche: Geringste signifikante Differenz (entspricht keinen Anpassungen).

*. Die mittlere Differenz ist auf dem ,05-Niveau signifikant.

Anhang 12: Publikationen während der Erarbeitung der Dissertation

(chronologisch, jüngste Arbeiten oben, inkl. Zweitautorenschaften)

2014

Reer, R., **Stein, D.**, Wellmann, K., Schröder, J., Serge, P. & Braumann, K. M. (2014). Position-Specific Indices of Selected Physiological Abilities of Professional Soccer Players. In: *Medicine & Science in Sports & Exercise*; 46 (5) Suppl.; (p.736), Zugriff am 10.09.2014 unter: <http://acsmannualmeeting.org/wp-content/uploads/2014/05/Saturday-Abstracts.pdf>.

Schröder, J., **Stein, D.**, Wellmann, K., Kianmarz, Y., Reer, R., & Braumann, K. M. (2014). Der Functional Movement Screen (FMS®) in der Verletzungsprognostik im Freizeitfußball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 65, 7-8, Book of Abstract (p.201), Zugriff am 10.09.2014 unter: http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/content/archiv2014/Heft_7-8/abstract_65_96.pdf.

Kianmarz, Y., **Stein, D.** & Mattes, K. (2014). Analysis of Knee Extensor and Flexor Strength for Injuries Prevention in German Soccer Players. In: *World Conference on Science and Soccer 4.0*, Book of Abstract, (p.143), Zugriff am 10.09.2014 unter: <http://wordpress.up.edu/wcss2014usa/files/2013/02/WCSS-Abstract-Book-Final.pdf>.

Reer, R., **Stein, D.**, Wellmann, K., Schröder, J. & Braumann, K. M. (2014). Speed and Power Abilities of Young German Soccer Talents Recruited for National Development Training Center. In: *19th Annual Congress of the European College of Sport Science*, Book of Abstract, Zugriff am 10.09.2014 unter: <http://www.ecss-congress.eu/2014/14/index.php/scientific-programme/search-engine>.

2013

Stein, D., Wellmann, K., Schröder, J., Reer, R., & Braumann, K. M. (2013). Positionsspezifische Merkmale bei ausgewählten konditioneller Fähigkeiten für eine Fußballmannschaft der 2. Bundesliga. In: *Fußball in Forschung und Lehre, Beiträge und Analysen zum Fußballsport XIX*. 24. Jahrestagung der dvs-Kommission Fußball, (p.109).

Reer, R., **Stein, D.**, Wellmann, K., Serge, P. & Braumann, K. M. (2013). Integrative Training Reduces the Frequency of Injuries in Professional Soccer Players. In: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(5) Suppl., Book of Abstract (524-526), Zugriff am 10.09.2014 unter: <http://journals.lww.com/acsm-msse/toc/2013/05001>.

2012

Reer, R., **Stein, D.**, Wellmann, K. & Serge, P. (2012). The Relationship Between Sports Conditioning and Success in Professional Soccer. In: *Medicine & Science in Sports & Exercise*; 44 (5) Suppl., Book of Abstract (p.114), Zugriff am: 10.09.2014 unter: <http://journals.lww.com/acsm-msse/toc/2012/05002>.

Reer, R., **Stein, D.**, Wellmann, K. & Braumann, K.M. (2012). The Importance of Conditioning for Performance in Soccer. In: *XXXII WORLD CONGRESS Of SPORTS MEDICINE*. Book of Abstract, (p.724), Zugriff am: 10.09.2014 unter: <http://www.fmsitv.org/dmdocuments/20121114-1.pdf>.

Stein, D., Wellmann, K., Millenet, M., Reer, R., Braumann, K.M. & Holz, J. (2012). Mögliche Auswirkungen eines integrierten Athletiktrainings auf die Verletzungszahlen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 63, 7-8, Book of Abstract (p.198), Zugriff am 10.09.2014 unter: http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/content/archiv2012/Heft_7_8/abstract_1_36_bg.pdf.

2011

Stein, D., Wellmann, K., Reer, R. & Braumann, K.M. (2011). Zusammenhang zwischen konditioneller Leistungsfähigkeit und sportlichem Erfolg im Profi Fußball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 62, 7-8, Book of Abstract (p.199), Zugriff am 10.09.2014 unter: http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/content/archiv2011/heft07_08/online_78_2011/24_abstract_don_vorm_65_96.pdf.

2009

Stein, D., Gonzalez, P., Patra, S., Holz, J., Braumann K.M. (2009). Modernes Athletiktraining im Profifußball, Verletzungszahlen und sportlicher Erfolg. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 60, 7-8, Book of Abstract (p.182), Zugriff am 10.09.2014 unter: http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/content/archiv2009/heft07_08/abstracts_komplett.pdf

Lebenslauf

Persönliche Angaben

Daniela Stein
Fraenkelstraße 10
22307 Hamburg

Tel.: 0174 – 9910856

E-Mail: stein@sportmedizin-hamburg.com

Geb. 08. September 1980 in Schwerin

Staatsangehörigkeit: deutsch

Beruflicher Werdegang

- | | |
|---------------|--|
| 2015 | Abgabe der Dissertation, Thema: Auswirkung einer verbesserten konditionellen Leistungsfähigkeit auf das Auftreten von fußballspezifischen Verletzungen
- Längsschnittanalyse einer professionellen Fußballmannschaft - |
| seit Nov.2006 | Mitarbeiterin im Institut für Sport- und Bewegungsmedizin e.V., in den Bereichen – AG Fußball, Leistungsdiagnostik, Trainingswissenschaften und individuelle Bewegungstherapie |
| 09/05 – 10/06 | Honorartätigkeit im Institut für Sport- und Bewegungsmedizin e.V. |
| 10/99-10/04 | Abschluss des Studiums der Sportwissenschaften, Politikwissenschaften und Erziehungswissenschaften an der Universität Rostock, Masterarbeitsthema: <i>Vergleich der Drehstoß und O'Brien Technik im Kugelstoßen anhand von biomechanischen Parametern.</i> |

Tätigkeiten in der Ausrichtung und Durchführung von Fort- und Weiterbildungen

seit 2014	Planung und Durchführung von Gesundheitsevents für das Institut für Sport- und Bewegungsmedizin in Hamburg
Mai 2013	Ausbilderin in der Grone Schule - für den Bereich Fitnesstrainer (B-Lizenz)
seit 2013	Dozentin im Bereich, Medizinischer Fitnesstrainer, Personal-Trainer, B-Lizenz Ausbildung
seit Sept. 2007	A-Lizenz-Ausbilderin in der Meridian Akademie für den Bereich Kraft- und Konditionstrainer
seit 10/06	Referentin im Bereich Leistungsdiagnostik/Bewegungstherapie
seit Okt. 2006	Planung und Durchführung von Kongressen und Seminaren: <ul style="list-style-type: none">- Arzt im Fitnessstudio (AiF)- Sylt Symposium- Qualitätszirkel „Bewegung und Gesundheit“- DGSP Hamburg