

Biomechanische und sportmotorische Analyse des Frauen- und Männerfußballs

Untersuchung des Spielverhaltens und der Ballbehandlung
von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen –
Schlussfolgerungen für die Konstruktion
geschlechtsspezifischer Fußballschuhe

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades Dr. phil.

der Fakultät für Bildungswissenschaften
an der Universität Duisburg-Essen

vorgelegt von

Katharina Althoff
geboren am 08.12.1982 in Coesfeld

Datum der Einreichung: 24.08.2015
Datum der Disputation: 10.12.2015
Erstgutachter: Prof. Ewald M. Hennig, PhD
Zweitgutachter: Prof. Dr. Eric Eils

Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Ewald M. Hennig, PhD. Ich danke ihm für sein Vertrauen in meine Arbeit, für die vielen fachlichen und anregenden Diskussionen, für die Möglichkeit, mich auch auf internationaler Ebene mit Fachkolleginnen und Fachkollegen austauschen zu können und ganz besonders für seine emotionale Unterstützung während der gesamten Zeit meiner Promotion.

Weiterhin danke ich Herrn Prof. Dr. Eric Eils für die Anfertigung des Zweitgutachtens.

Den wissenschaftlichen und studentischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Biomechaniklabors möchte ich für die sehr gute und bereichernde Zusammenarbeit und die persönliche Unterstützung danken. Dabei habe ich über viele Jahre große Unterstützung von Nina Völkel und Stephan Fischer erfahren. An dieser Stelle möchte ich besonders Ann-Kathrin Hömme danken, die mir stets in fachlichen Fragen half, motivierende Worte fand und mir immer freundschaftlich zur Seite stand.

Danken möchte ich auch allen Studierenden, die mir bei der Erfassung der Daten geholfen haben und allen Probandinnen und Probanden, die an den Studien teilgenommen haben. Ohne ihre engagierte und zuverlässige Mitarbeit wäre die Erstellung dieser Arbeit nicht möglich gewesen.

Jan Schilling möchte ich für das gewissenhafte Lektorat dieser Arbeit danken.

Außerdem bedanke ich mich bei Prof. Dr. Ulf Gebken und seiner Arbeitsgruppe, die mir die notwendigen Freiräume für die Erstellung dieser Arbeit gewährt haben.

Schließlich gilt mein besonderer Dank meiner Familie. Sie gaben mir die Möglichkeit, meinen Weg zu gehen und haben mich dabei immer unterstützt.

Danke!

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	IX
1. Einleitung	1
2. Literaturbesprechung	9
2.1. Biologische Voraussetzungen des sportlichen Leistungsvermögens von Frauen und Männern	9
2.1.1. Anatomische, konstitutionelle und physiologische Unterschiede	9
2.1.2. Verletzungen im Fußball	13
2.1.3. Fußmorphologie	15
2.2. Anforderungen an Fußballschuheigenschaften	17
2.2.1. Traktionseigenschaften eines Fußballschuhs	18
2.3. Plantare Druckverteilung bei fußballspezifischen Bewegungen	21
2.3.1. Einflussfaktoren auf die plantare Druckverteilung	22
2.3.1.1. Bewegung	23
2.3.1.2. Untergrund	24
2.3.1.3. Schuhkonstruktion	25
2.3.1.4. Geschlecht	27
2.4. Schusspräzision	28
2.4.1. Quantifizierung von Schussgenauigkeit	30
2.4.2. Einflussfaktoren auf die Schussgenauigkeit	33
2.4.2.1. Fußballspieler/in	33
2.4.2.2. Spielsituation	41
2.4.2.3. Spielbedingung	42

Inhaltsverzeichnis

2.4.2.4. Equipment	43
2.5. Sportspielanalysen im Fußball.....	46
2.5.1. Sportspielanalysemethoden.....	47
2.5.2. Sportspielanalysen im Frauenfußball.....	50
3. Systematische Spielanalyse der Frauenfußball-Weltmeisterschaften 2011 und 2003 und der Männerfußball-Weltmeisterschaft 2002.....	56
3.1. Methodik	58
3.1.1. Untersuchungsgegenstand	59
3.1.2. Spielanalyse.....	60
3.1.3. Spielfeldeinteilung.....	62
3.1.4. Beobachtungskategorien	63
3.1.5. Pass- und Schusstechniken.....	67
3.1.6. Erfolgreiche Torversuche und Tore.....	70
3.1.7. Methodenkritik.....	71
3.2. Ergebnisse und Diskussion.....	72
3.2.1. Aktionen mit Ball	72
3.2.2. Bewegungsaktionen.....	77
3.2.3. Pass- und Schusstechniken.....	79
3.2.4. Lokalisierung auf dem Spielfeld	86
3.2.5. Tore.....	91
3.3. Zusammenfassung	93
4. Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen	97
4.1. Methodik	98
4.1.1. Studie 1: Schussgenauigkeitsmessungen im Labor	98
4.1.1.1. Versuchsablauf.....	98

Inhaltsverzeichnis

4.1.1.2. Versuchspersonen.....	100
4.1.1.3. Bodenbedingung	101
4.1.1.4. Schuhbedingungen.....	102
4.1.1.5. Ball.....	102
4.1.1.6. Messung der Schussgenauigkeit.....	102
4.1.1.7. Messung der Schussgeschwindigkeit.....	104
4.1.1.8. Analyse der Schusstechniken	104
4.1.2. Studie 2: Schussgenauigkeitsmessungen auf dem Fußballfeld	106
4.1.2.1. Versuchsablauf.....	107
4.1.2.2. Versuchspersonen.....	107
4.1.2.3. Bodenbedingung	109
4.1.2.4. Schuhbedingung.....	109
4.1.2.5. Ball.....	109
4.1.2.6. Messung der Schussgenauigkeit.....	109
4.1.2.7. Analyse der Schusstechniken	111
4.1.3. Statistische Auswertung.....	111
4.1.4. Methodenkritik.....	112
4.2. Ergebnisse und Diskussion.....	112
4.2.1. Schussgenauigkeit im Labor.....	112
4.2.2. Schussgeschwindigkeit bei Genauigkeitsschüssen.....	116
4.2.3. Analyse der Schusstechniken bei Genauigkeitsschüssen im Labor.....	119
4.2.4. Schussgenauigkeit auf dem Fußballfeld	123
4.2.5. Analyse der Schusstechniken bei Genauigkeitsschüssen auf dem Fußballfeld	127
4.3. Zusammenfassung	130
5. Untersuchungen zur geschlechtsspezifischen Fußballschuhkonstruktion.....	133

5.1. Einfluss des Fußballschuhs auf die Laufgeschwindigkeit und auf die plantare Druckverteilung von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen.....	133
5.1.1. Methodik	134
5.1.1.1. Versuchsablauf.....	134
5.1.1.2. Versuchspersonen.....	135
5.1.1.3. Bodenbedingung	136
5.1.1.4. Schuhbedingungen.....	136
5.1.1.5. Traktionsparcours.....	138
5.1.1.6. Zeitmessung	139
5.1.1.7. Subjektive Einschätzung der Laufzeiten.....	140
5.1.1.8. Beurteilung der Schuhe	140
5.1.1.9. Druckverteilungsmessung	142
5.1.1.10. Statistische Auswertung.....	143
5.1.2. Ergebnisse und Diskussion.....	144
5.1.2.1. Laufzeiten der Proband/innen	144
5.1.2.2. Subjektive Einschätzung der Laufzeiten und der Schuhe	148
5.1.2.3. Druckverteilung.....	152
5.1.2.3.1. Gehen	153
5.1.2.3.2. Laufen	157
5.1.3. Zusammenfassung	160
5.2. Geschlechtsspezifische Anforderungen an Fußballschuhmodelle	163
5.2.1. Methodik	164
5.2.1.1. Stichprobe	164
5.2.1.2. Fragenkatalog.....	165
5.2.1.3. Statistische Auswertung	166
5.2.2. Ergebnisse und Diskussion.....	166
5.2.2.1. Angaben der Proband/innen zu den eigenen Fußballschuhen	166

Inhaltsverzeichnis

5.2.2.2. Bevorzugte Eigenschaften von Fußballschuhmodellen.....	167
5.2.2.3. Gründe für den Kauf eines Fußballschuhs	169
5.2.2.4. Änderungswünsche der Proband/innen bezüglich aktueller Schuhmodelle.....	171
5.2.2.5. Präferierte Farbgestaltung von Fußballschuhen	173
5.2.3. Zusammenfassung	174
6. Zusammenfassung	178
7. Fazit und Ausblick.....	184
8. Literaturverzeichnis.....	187
Anhang	201

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verteilung der Fußtypen im Geschlechtervergleich (modifiziert nach Krauss et al., 2008, S. 1703)	16
Abbildung 2: Ursachen für ungenaue Schüsse: Kraft wirkt a) in die falsche Richtung, b) versetzt (modifiziert nach Wesson 2002, S. 26)	29
Abbildung 3: Prozessmodell einer „Systematischen Spielanalyse“ (modifiziert nach Winkler 2000, S.64)	48
Abbildung 4: Einteilung des Spielfeldes	62
Abbildung 5: Slidingtackling (Bisanz & Peter, 2000, S.98)	67
Abbildung 6: Blocktackling (Bisanz & Peter, 2000, S.98)	67
Abbildung 7: Innenseitstoß (Düwel, 2005, S. 35)	68
Abbildung 8: Innenspannstoß (Düwel, 2005, S. 41)	69
Abbildung 9: Vollspannstoß (Düwel, 2005, S. 48)	70
Abbildung 10: Außenspannstoß (Düwel, 2005, S. 44)	70
Abbildung 11: Gesamtanzahl der Aktionen mit Ball	73
Abbildung 12: Prozentuale Verteilung der Aktionen mit Ball	75
Abbildung 13: Zweikämpfe am Boden und in der Luft einer Mannschaft pro Minute Nettospielzeit	78
Abbildung 14: Prozentuale Verwendung der verwendeten Techniken bei allen Aktionen mit Ball	80
Abbildung 15: Prozentuale Verteilung der verwendeten Techniken bei kurzen Pässen	81
Abbildung 16: Prozentuale Verteilung der verwendeten Techniken bei langen Pässen	82
Abbildung 17: Prozentuale Verteilung der kurzen Pässe auf dem Spielfeld	87
Abbildung 18: Prozentuale Verteilung der Torschüsse auf dem Spielfeld	90
Abbildung 19: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus der Schuss- genauigkeitsmessungen im Labor (nicht maßstabsgetreu)	100
Abbildung 20: Versuchsaufbau der Genauigkeitsmessungen im Labor	102
Abbildung 21: Elektronisches Target	103
Abbildung 22: Exemplarischer Ausschnitt der Videoaufzeichnung eines Innenseitstoßes	104
Abbildung 23: Beurteilung des Standbeinaufsatzes in Relation zur Ballmitte (= rote Linie)	105
Abbildung 24: Beispiel eines instabilen Fußgelenkes während des Ballkontaktes	106
Abbildung 25: Unterteilung des Fußballtores in 15 Feldern	110

Abbildung 26: Nummerierung der Torfelder und der mittlere Abstand zum Mittelpunkt des zentralen Feldes	111
Abbildung 27: Absolute Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen aus 8 und 11 m Entfernung	113
Abbildung 28: Relative Trefferanzahl der vier Quadranten	114
Abbildung 29: Schussgenauigkeit der vier Quadranten in Relation zur mittleren Schussgenauigkeit.....	115
Abbildung 30: Absolute Schussgeschwindigkeit bei Genauigkeitsschüssen von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen aus 8 und 11 m Entfernung	117
Abbildung 31: Relative Schussgeschwindigkeit bei Genauigkeitsschüssen von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen aus 8 und 11 m Entfernung	118
Abbildung 32: Standbeinaufsatz in Relation zum Ball	120
Abbildung 33: Stabilität des Fußgelenkes während der Genauigkeitsschüsse ...	121
Abbildung 34: Schussgenauigkeit und -geschwindigkeit bei stabilem, indifferentem und instabilem Fußgelenk.....	122
Abbildung 35: Absolute Schussgenauigkeit: Zusammenhang von Geschlecht und Entfernung	123
Abbildung 36: Schussgenauigkeit in Relation zur Schussdistanz	125
Abbildung 37: Relative Trefferhäufigkeit der einzelnen Felder über alle Entfernungen	126
Abbildung 38: Prozentualer Anteil der verwendeten Schusstechniken bei unterschiedlichen Entfernungen	128
Abbildung 39: Adidas F50 adizero.....	137
Abbildung 40: Nike Mercurial Superfly	137
Abbildung 41: Puma V1.11	137
Abbildung 42: Deichmann Victory	138
Abbildung 43: Schematische Darstellung des Testparcours	139
Abbildung 44: Fragebogen zur subjektiven Einschätzung der Laufzeiten.....	140
Abbildung 45: Fragebogen zur Beurteilung der Schuhmodelle	141
Abbildung 46: Anbringung des Druckerfassungssystems	142
Abbildung 47: Unterteilung der Messsohle in zehn anatomische Regionen	143
Abbildung 48: Absolute Gesamtzeit des Traktionsparcours: Zusammenhang von Geschlecht und Schuhbedingung	145
Abbildung 49: Absolute Laufzeiten des Traktionsparcours der weiblichen und männlichen Proband/innen mit den vier Schuhbedingungen	146

Abbildung 50: Absolute Gesamtzeit und Zwischenzeiten des Traktionsparcours der weiblichen Probandinnen unterteilt nach den vier Schuhbedingungen.....	147
Abbildung 51: Absolute Gesamtzeit und Zwischenzeiten des Traktionsparcours der männlichen Probanden unterteilt nach den vier Schuhbedingungen.....	148
Abbildung 52: Objektiv gemessene und subjektiv beurteilte Rangfolge der Laufzeiten der vier Schuhbedingungen unterteilt nach weiblichen und männlichen Proband/innen	149
Abbildung 53: Beurteilung der vier Schuhbedingungen bezüglich ihrer Bequemlichkeit	151
Abbildung 54: Beurteilung der vier Schuhbedingungen bezüglich des Haltes im Schuh.....	151
Abbildung 55: Beurteilung der vier Schuhbedingungen bezüglich der Traktion auf dem Rasens	152
Abbildung 56: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen bezüglich des Spitzendruckes während des Gehens	154
Abbildung 57: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen bezüglich des Druck-Zeit-Integrals während des Gehens	155
Abbildung 58: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen bezüglich der relativen Last während des Gehens	155
Abbildung 59: Darstellung der Sohlenkonfiguration der vier Schuhbedingungen	157
Abbildung 60: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen bezüglich des Spitzendruckes während des Laufens	158
Abbildung 61: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen bezüglich des Druck-Zeit-Integrals während des Laufens	158
Abbildung 62: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen bezüglich der relativen Last während des Laufens	159
Abbildung 63: Prioritätenliste von Fußballschuheigenschaften	168
Abbildung 64: Wichtige Aspekte für den Kauf eines Fußballschuhs	170
Abbildung 65: Änderungswünsche bei aktuellen Fußballschuhmodellen bezüglich der Passform, des Obermaterials, der Sohlenflexibilität und der Stollenlänge	172

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einflussfaktoren der Schussgenauigkeit.....	45
Tabelle 2: Analyisierte Begegnungen der Frauenfußball-Weltmeisterschaft 2003	59
Tabelle 3: Analyisierte Begegnungen der Frauenfußball-Weltmeisterschaft 2011	59
Tabelle 4: Analyisierte Begegnungen der Männerfußball-Weltmeisterschaft 2002	60
Tabelle 5: Prozentuale Verteilung der gespielten Richtung der kurzen und langen Pässe.....	76
Tabelle 6: Prozentuale Verteilung der verwendeten Techniken bei Ballannahmen, Flanken und Torschüssen	84
Tabelle 7: Prozentuale Verteilung der Entfernungen zum Tor bei erfolglosen Torversuchen.....	85
Tabelle 8: Durchschnittliche Entfernung zum Tor bei erfolgreichen Torschüssen	85
Tabelle 9: Prozentualer Anteil der Spielfeldzonen an der Gesamtfläche und prozentualer Anteil der Aktionen mit Ball in den Spielfeldzonen	86
Tabelle 10: Prozentuale Verteilung der langen Pässe und Flanken auf dem Spielfeld	88
Tabelle 11: Prozentuale Verteilung der Dribblings auf dem Spielfeld	91
Tabelle 12: Durchschnittliche Entfernung, Anzahl der Pässe und Ballbesitzzeiten der Tore aus dem Spiel	92
Tabelle 13: Anthropometrische Daten der Proband/innen (Mittelwert \pm Standardabweichung).....	100
Tabelle 14: Ligazugehörigkeit und Vereinserfahrung der Proband/innen	101
Tabelle 15: Anthropometrische Daten der Proband/innen (Mittelwert \pm Standardabweichung).....	108
Tabelle 16: Ligazugehörigkeit, Vereinserfahrung und durchschnittliche Trainingszeit der Proband/innen	108
Tabelle 17: Differenz der Schussgenauigkeitswerte der beiden Haupteffekte Geschlecht (= rot) und Entfernung (= schwarz).....	124
Tabelle 18: Anthropometrische Daten der Proband/innen (Mittelwert \pm Standardabweichung).....	135
Tabelle 19: Ligazugehörigkeit und Vereinserfahrung der Proband/innen	136
Tabelle 20: Mittelwerte \pm Standardabweichung der Gesamtzeit und Zwischenzeiten des Traktionsparcours der Frauen.....	147
Tabelle 21: Mittelwerte \pm Standardabweichung der Gesamtzeit und Zwischenzeiten des Traktionsparcours der Männer	148
Tabelle 22: Alter, Vereinserfahrung und Trainingspensum der befragten Fußballspieler/innen.....	164
Tabelle 23: Ligazugehörigkeit der befragten Fußballspieler/innen.....	165

Tabellenverzeichnis

Tabelle 24: Prozentuale Verteilung der Anzahl der Fußballschuhpaare von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen	167
Tabelle 25: Mittelwerte und Standardabweichungen der Änderungswünsche bei aktuellen Fußballschuhmodellen	172
Tabelle 26: Präferierte Farbgestaltung von Fußballschuhen.....	174

1. Einleitung

„Das Fußballspiel als Spielform ist [...] wesentlich eine Demonstration der Männlichkeit, so wie wir diese auf Grund unserer traditionellen Auffassungen verstehen, und wie sie zum Teil durch die körperliche Anlage [...] hervorgerufen wird. Es ist noch nie gelungen, Frauen Fußball spielen zu lassen,...“ (Buytendijk, 1953, S.20).

Dieses Zitat des niederländischen Psychologen Fred J. J. Buytendijk aus seiner Studie „Das Fußballspiel. Eine psychologische Studie.“ (Buytendijk, 1953) nutzte der Deutsche Fußball-Bund (DFB) als Argumentationshilfe, um auf seinem Bundestag am 30. Juli 1955 den Frauenfußball in Deutschland offiziell zu verbieten und ihn sogar unter Strafe zu stellen (Hoffmann & Nendza, 2006). Den deutschen Vereinen wurde es untersagt, Frauenfußball-Abteilungen zu gründen oder ihre Sportplätze für Frauenfußball zur Verfügung zu stellen. Außerdem wurde es den Schieds- und Linienrichtern verboten, Frauenfußball-Spiele zu pfeifen (Holsten & Wörner, 2011). Viele Frauen ließen sich jedoch von diesen Verboten nicht abschrecken und spielten – außerhalb des Dachverbandes – auf kommunalen Plätzen Fußball. Laut Schätzungen waren gegen Ende der 1960er Jahre zwischen 40.000 und 60.000 Mädchen und Frauen aktiv (Holsten & Wörner, 2011). Darüber hinaus erfreute sich der Frauenfußball auch bei der Presse und den Zuschauer/innen großer Beliebtheit. Aller Verbote und Einschränkungen zum Trotz fanden bis zum Jahr 1963 siebzig inoffizielle Länderspiele mit bis zu 18.000 Zuschauer/innen statt.

Diese positive Resonanz und die Tatsache, dass immer mehr Frauen aktiv Fußball spielten, brachten den DFB in zunehmendem Maße unter Druck. Er befürchtete angesichts der Entwicklungen die Gründung eines eigenen Frauenfußball-Verbandes. Um diesen zu verhindern, beschloss er auf seinem Bundestag am 31. Oktober 1970 die offizielle Zulassung des Frauenfußballs in Deutschland (Hoffmann & Nendza, 2006). Zwar war sein 15 Jahre währendes Verbot damit hinfällig, jedoch wurde der Frauenfußball nur unter Auflagen und besonderen Regeln zugelassen: Die Frauen hatten auf einem kleineren Spielfeld und mit kleineren, leichteren Jugendbällen zu spielen. Zusätzlich wurde ihre Spielzeit auf zweimal 30 Minuten verkürzt und sie mussten eine halbjährige

Winterpause einlegen. Zum Schutz des Körpers war absichtliches Handspiel erlaubt und das Tragen eines Brustpanzers Pflicht, das Tragen von Stollenschuhen hingegen verboten (Hennies & Meuren, 2009).

Nach der offiziellen Erlaubnis des DFBs führten viele Landesverbände Meisterschaften und Pokalwettbewerbe ein und im Jahr 1974 wurde die erste Deutsche Meisterschaft im Frauenfußball ausgetragen. Diese fand zunächst in einem Turniermodus statt, ehe 1990 schließlich die Frauen-Bundesliga gegründet wurde (Hoffmann & Nendza, 2006), während die Männer-Bundesliga bereits 1962 konstituiert worden war (Grüne, 2003). Der Wettbewerb um den DFB-Pokal wurde bei den Frauen 1981 eingeführt, 46 Jahre später als bei den Männern. Die positive Entwicklung des Frauenfußballs vollzog sich jedoch nicht nur in Deutschland, sondern war auch europa- und sogar weltweit zu beobachten. So organisierte der europäische Fußballverband (UEFA) 1984 die erste Frauenfußball-Europameisterschaft (EM), welche Deutschland 1989 zum ersten Mal gewann. Dieser unerwartete Erfolg kann als „Durchbruch für den Frauenfußball in Deutschland“ (Hoffmann & Nendza, 2006, S. 58) bezeichnet werden. Seitdem hat die deutsche Nationalmannschaft – mit einer Ausnahme im Jahr 1993 – an jeder Europameisterschaft teilgenommen und dabei achtmal den Titel gewonnen (bis 1997 fand die EM im zwei- beziehungsweise drei-jährigem Turnus statt, seit 1997 wird sie alle vier Jahre ausgetragen). Die Premiere der Frauenfußball-Weltmeisterschaft fand 1991 in China statt. Bei dieser spielten die Frauen noch über eine kürzere Spielzeit als die Männer, nämlich zweimal 40 Minuten. Bei der folgenden Weltmeisterschaft im Jahr 1995 in Schweden wurden dann die Spielregeln denen der Männer angeglichen. Bisher konnte die deutsche Frauennationalmannschaft den Weltmeistertitel 2003 in den USA und 2007 in China gewinnen (Hennies & Meuren, 2009; Hoffmann & Nendza, 2006; Holsten & Wörner, 2011).

Diese großen internationalen Erfolge der deutschen Nationalmannschaft haben einen wichtigen Beitrag dazu geleistet, dass sich der Mädchen- und Frauenfußball in Deutschland heute großer Beliebtheit erfreut und in den vergangenen Jahren einen enormen Zuwachs erlebte. In den Jahren 2005 bis 2014 hat die Zahl aktiver Mädchen im Juniorinnenbereich (bis 18 Jahre) um beachtliche 65,9 % zugenommen. Auch für den Seniorinnenbereich lässt sich eine deutliche Steigerung

der Aktiven um 30 % feststellen. Im Gegensatz dazu verzeichneten die Vereine im gleichen Zeitraum bei den männlichen Junioren eine Abnahme um 1,9 % und bei den erwachsenen Männern nur einen vergleichsweise leichten Anstieg um 5,4 %. In absoluten Zahlen waren im Jahr 2014 insgesamt 444.005 Mädchen bis einschließlich 18 Jahre und 646.235 Frauen über 19 Jahre in einem Fußballverein gemeldet. Bezogen auf die Gesamtmitgliederzahlen macht dies einen Anteil von 19,1 % beziehungsweise 14,3 % aus. Im Vergleich dazu lag der Anteil an weiblichen Mitgliedern im Jahr 2005 noch bei lediglich 12,3 % (bis einschließlich 18 Jahre) beziehungsweise 13,9 % (über 19 Jahre) (Deutscher Sportbund, 2005; Deutscher Olympischer Sportbund, 2014). Diese hier kurz skizzierte Entwicklung der weiblichen Mitgliederzahlen ist nicht nur in Deutschland, sondern auch global zu beobachten. Laut Angaben des internationalen Fußballverbandes (FIFA) spielten im Jahr 2000 weltweit etwa 21,9 Millionen Mädchen und Frauen Fußball. Bis zum Jahr 2006 stieg diese Zahl um 19 % auf 26 Millionen (FIFA, 2007), und einer aktuellen Umfrage zur Folge registrierte die FIFA 2014 bereits 30 Millionen Fußballspielerinnen (FIFA, 2015).

Es kann festgehalten werden, dass sich der Frauenfußball gegen viele Widerstände durchsetzen musste. Dennoch konnte er in einer verhältnismäßig kurzen Zeitspanne nicht nur einen enormen Zuwachs an Mitgliedern verzeichnen, sondern erfuhr auch zunehmende gesellschaftliche Beachtung und Zuspruch. Besonders deutlich wird diese Entwicklung an der Einstellung des Deutschen Fußball-Bundes. 1955 berief er sich noch auf die eingangs zitierte Studie von Buytendijk und proklamierte, dass der Fußball keine Sportart für Frauen sei. Im Jahr 2009 dagegen wird der damalige DFB-Präsident Dr. Theo Zwanziger folgendermaßen zitiert:

„Entscheidend ist, dass wir jedem Mädchen, das Fussball [sic] spielen will, auch künftig die Möglichkeit dazu bieten. Das ist für uns beim DFB ein Kernantrieb.“ (FIFA, 2009).

Der Deutsche Fußball-Bund toleriert den Frauenfußball demnach nicht mehr nur, sondern hat sich auch dessen aktive Förderung zum Ziel gesetzt. An dieser Stelle sei kritisch angemerkt, dass trotz der formalen Gleichberechtigung von Frauen und Männern im Regelwerk und beim Zugang zum Fußballsport und trotz der

positiven Unterstützung durch den Verband noch immer Unterschiede bestehen. Besonders präsent sind diese in der Bezeichnung der Sportart: „Männer spielen Fußball, Frauen spielen Frauenfußball“ (Meyer, 2005, S. 79). Das bedeutet: Wenn geschlechtsneutral formuliert wird, ist für gewöhnlich der Männerfußball gemeint. Das spiegelt sich selbst im Internetauftritt des internationalen Fußballverbandes (FIFA) wider. Dort bezeichnet der „FIFA World Cup“ die Weltmeisterschaft der Männer und der „FIFA Women’s World Cup“ die Weltmeisterschaft der Frauen (FIFA, www.fifa.com). Andere Sportarten hingegen sind zunächst neutral und erhalten erst durch eine Erweiterung eine geschlechtsspezifische Zuweisung. So wird beispielsweise das Tennis je nach dem zum Damen- oder Herrentennis (Müller, 2007).

Die vorliegende Arbeit soll stets vor dem Hintergrund dieser historischen und sozial-gesellschaftlichen Unterschiede zwischen dem Frauen- und dem Männerfußball betrachtet werden. So blickt der Männerfußball auf eine wesentlich längere Entwicklungszeit zurück und verfügt über einen deutlich höheren Professionalisierungsgrad (Jansen et al., 2011; Klein, 2007; Zimmermann, 2012). Das hat unmittelbare Auswirkungen auf die Trainingsgestaltung, die Infrastruktur, die medizinische Versorgung und somit auch auf die in dieser Arbeit untersuchte sportmotorische Leistungsfähigkeit. Darüber hinaus existieren bedeutsame biologisch bedingte Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen. Diese werden im Rahmen der Literaturübersicht ausführlich dargestellt, da sie maßgeblich sportmotorische sowie biomechanische Auswirkungen nach sich ziehen.

Trotz dieser unterschiedlichen Voraussetzungen nimmt die vorliegende Arbeit einen Geschlechtervergleich vor. Aufgrund der oben dargestellten Unterschiede wird dabei auf eine qualitative Bewertung verzichtet. Vielmehr werden Unterschiede zwischen den Geschlechtern aufgedeckt und quantifiziert, um Trainingsmaßnahmen und Sportequipment geschlechtsspezifisch (weiter) entwickeln zu können.

Im Vergleich zum Männerfußball fand der Frauenfußball in der Forschung bisher deutlich weniger Beachtung. Das allgemein zunehmende Interesse am Frauen-

fußball und die steigende Anzahl fußballspielender Frauen verdeutlichen jedoch die Notwendigkeit, sich auch auf sportwissenschaftlicher Ebene mit dem Frauenfußball ausführlicher zu beschäftigen und so bestehende Forschungslücken zu schließen. Dazu leistet diese Arbeit einen Beitrag, indem sie durchgeführte Studien zum Spielverhalten und zur Ballbehandlung von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen sowie zur geschlechtsspezifischen Fußballschuhkonstruktion vorstellt.

Zunächst wird in der Literaturübersicht gezeigt, dass sich Frauen und Männer hinsichtlich ihrer biologischen Voraussetzungen unterscheiden. Männer besitzen eine höhere Ausdauerleistungsfähigkeit sowie größere Schnell- und Maximalkraftfähigkeiten. Studien konnten zeigen, dass während eines Fußballspiels diese höhere sportmotorische Leistungsfähigkeit der Männer nicht zu einer höheren absoluten Laufdistanz, wohl aber zu einer höheren Anzahl an Läufen mit sehr hoher Geschwindigkeit führt. Weiterhin verfügen männliche Fußballspieler bei Schüssen über ein größeres Kraftpotential sowie eine höhere effektive Masse und können somit im Vergleich zu weiblichen Fußballspielerinnen eine höhere maximale Schussgeschwindigkeit erzielen. Wie bereits angeführt, existieren darüber hinaus strukturelle Unterschiede zwischen dem Frauen- und dem Männerfußball. Der Männerfußball verfügt über eine längere Tradition und über einen höheren Professionalisierungsgrad. Es ist zu vermuten, dass diese Unterschiede zwischen Frauen und Männern beziehungsweise dem Frauen- und Männerfußball Auswirkungen auf das Spielverhalten im Allgemeinen und auf die Ballbehandlung im Konkreten haben. Daher geht die vorliegende Arbeit zunächst zum einen der Frage nach, welche Unterschiede im Spielverhalten von Frauen und Männern existieren und zum anderen, ob sich das Spiel von Frauen im Laufe der vergangenen Jahre verändert hat. Die Sichtung der bestehenden Forschungsliteratur zeigt, dass die Anzahl der Spielanalysen im Frauenfußball mit steigendem allgemeinen Interesse am Frauenfußball zugenommen hat, sie aber immer noch deutlich unter dem der Männer liegt. Ein Großteil der Analysen betrachtet dabei physiologische oder medizinische Parameter wie die Laufleistung oder Verletzungshäufigkeiten und -mechanismen.

An dieser Forschungslücke setzt die erste empirische Studie dieser Arbeit an und ergänzt eine systematische Spielanalyse der Fußballweltmeisterschaften 2002 der Männer und 2003 der Frauen um eine Analyse der Frauenfußball-Weltmeisterschaft 2011. Untersucht wurden sämtliche Spielaktionen mit dem Ball und in Ballnähe. Dabei wurden die jeweils verwendeten Pass- und Schusstechniken sowie die Lokalisation auf dem Spielfeld erfasst. Diese Analyse gibt Auskunft über geschlechtsspezifische Spielweisen und Entwicklungstendenzen im Frauenfußball, welche wertvolle Informationen für spezifische Trainingsmaßnahmen liefern. Weiterhin lässt sich aus einer umfangreichen Spielanalyse das konkrete Beanspruchungsprofil für Fußballschuhe ablesen und systematische Unterschiede in der Ballbehandlung oder dem Spielverhalten können die Anforderungen an die geschlechtsspezifische Schuhkonstruktion beeinflussen.

Die Spielanalyse zeigt, dass Frauen und Männer Pass- und Schusstechniken nicht in der derselben Art und Weise verwenden. Ursächlich können hierfür Unterschiede in der technischen Ausbildung oder auch in den Kraftfähigkeiten sein. Jedoch erfasste die Spielanalyse nicht den Erfolg des jeweiligen Passes oder Schusses und dokumentierte nicht die exakte Distanz, die überbrückt wurde. Daher wurden zwei weitere Studien durchgeführt, welche die Schussgenauigkeit aus unterschiedlichen Entfernungen analysierten und die dabei verwendeten Schusstechniken von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen betrachteten. Nach aktuellem Forschungsstand findet die Schussgenauigkeit – im Vergleich zur Schussgeschwindigkeit – verhältnismäßig wenig Beachtung. Diesbezügliche geschlechtsspezifische Aspekte sind bisher vollständig unbeachtet. Dieser Umstand ist unverständlich, wenn man bedenkt, dass in einem Fußballspiel die Schussgenauigkeit bei jedem Pass und jedem Schuss ein entscheidendes Leistungskriterium darstellt. Die Studien dieser Arbeit liefern einerseits einen systematischen Überblick über die Schusspräzision aus verschiedenen Distanzen und sie erheben andererseits die veränderten Schusstechniken bei unterschiedlichen Entfernungen. Die Ergebnisse helfen, Einflussfaktoren der Schussgenauigkeit zu bestimmen und Unterschiede zwischen

den Geschlechtern aufzuzeigen. Daraus können in Konsequenz spielrelevante Trainingsempfehlungen abgeleitet werden.

Neben den Fragen zu Charakteristika des Spielverhaltens und der Ballbehandlung von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen rücken weiterhin die geschlechtsspezifischen Anforderungen an die Fußballschuhkonstruktion in den Fokus dieser Arbeit. Die Analyse der Forschungsliteratur zeigt, dass die wichtigsten Kriterien eines Fußballschuhs der Schutz vor Verletzungen, die Steigerung der Leistungsfähigkeit sowie der Schuhkomfort sind. Hinsichtlich aller drei Kriterien existieren Unterschiede zwischen den Geschlechtern: Die Füße der Frauen stellen keine *kleineren Männerfüße* dar, sondern weisen eine eigene, charakteristische Fußmorphologie auf. Dies sollte unmittelbare Konsequenzen für die Gestaltung der Schuhe haben, um dem Anspruch eines möglichst komfortablen Schuhs gerecht zu werden. Weiterhin verfügen Frauen im Vergleich zu Männern über ein erhöhtes Verletzungsrisiko des Kniegelenkes. Da diese Verletzungen auch in Zusammenhang mit zu hohen Traktionseigenschaften der Fußballschuhe gebracht werden, muss diskutiert werden, ob weibliche Fußballspielerinnen durch veränderte Traktionseigenschaften ihr Verletzungsrisiko senken können. Darüber hinaus haben die Traktionseigenschaften eines Schuhs unmittelbaren Einfluss auf die Laufgeschwindigkeit bei plötzlichen Richtungswechseln sowie bei Beschleunigungs- oder Abbremsbewegungen. Aufgrund der Unterschiede von Frauen und Männern in der Bewegungsausführung und in den Kraftfähigkeiten sollte auch hier die Frage nach geschlechtsspezifischen Traktionseigenschaften der Fußballschuhe gestellt werden.

In der bisherigen Forschung wurden die konkreten Auswirkungen dieser Geschlechterunterschiede auf die Fußballschuhkonstruktion nur unzureichend thematisiert. Hinsichtlich des Fußballschuhs untersucht die vorliegende Arbeit zwei Fragestellungen: Erstens, ob der Fußballschuh einen Einfluss auf die Laufgeschwindigkeit und auf die plantare Druckverteilung bei weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen hat. Dabei werden die Laufzeiten in vier verschiedenen Fußballschuhmodellen mithilfe eines funktionalen Traktionsparcours erfasst. Außerdem wird die plantare Druckverteilung beim Gehen und

Laufen in diesen Schuhmodellen ermittelt. Analysiert wird jeweils, welchen Effekt das Geschlecht und die Schuhbedingung haben und ob es Interaktionseffekte zwischen Geschlecht und Schuhbedingung gibt. Zweitens werden die subjektiven, geschlechtsspezifischen Anforderungen an die Fußballschuhkonstruktion mittels eines Fragebogens analysiert. Weibliche und männliche Fußballspieler/innen unterschiedlicher Spielniveaus werden nach präferierten Schuheigenschaften und Änderungswünschen von Schuhmodellen befragt. Eine vergleichbare Befragung wurde in der bisherigen Sportschuhforschung nicht durchgeführt, daher liefert diese Studie erste grundlegende Erkenntnisse bezüglich der Anforderungen an eine geschlechtsspezifische Fußballschuhkonstruktion, so wie sie von den Spieler/innen selbst formuliert werden.

Die vorliegende Arbeit liefert somit Ergebnisse zum Spielverhalten, zur Ballbehandlung und zur Fußballschuhkonstruktion von Fußballspieler/innen. Dabei liegt der Fokus der Untersuchung jeweils auf dem Frauenfußball, weil – wie dargestellt – insbesondere in diesem Bereich noch viele unbeantwortete Fragen existieren und Forschungslücken zu schließen sind.

2. Literaturbesprechung

2.1. Biologische Voraussetzungen des sportlichen Leistungsvermögens von Frauen und Männern

Im folgenden Kapitel werden die unterschiedlichen biologischen Voraussetzungen von Frauen und Männern aufgezeigt. Dieser Überblick soll helfen, Unterschiede bezüglich der Spielcharakteristika und der Leistungsfähigkeit sowie den geschlechtsspezifischen Anforderungen an Fußballschuhkonstruktionen zu diskutieren.

2.1.1. Anatomische, konstitutionelle und physiologische Unterschiede

Bis zu einem Alter von etwa 12 bis 14 Jahren unterscheiden sich Mädchen und Jungen bezüglich ihrer sportlichen Leistungsfähigkeit kaum voneinander (Sanborn & Janowski, 1994; Weineck, 2010). Mit Einsetzen der Pubertät und den damit einhergehenden, hormonellen Veränderungen setzen jedoch geschlechtsspezifische körperliche Entwicklungen ein. Insbesondere die vermehrte Ausschüttung des Hormons Testosteron bei den Jungen und des Hormons Östrogen bei den Mädchen führt zu den nachfolgend aufgezeigten anatomischen, konstitutionellen und physiologischen Unterschieden zwischen erwachsenen Frauen und Männern (Wilmore & Costill, 1994).

Durchschnittlich sind Frauen 10 bis 15 cm kleiner und 10 bis 20 kg leichter als Männer. Charakteristisch für den weiblichen Körper ist eine relativ gesehen größere Rumpflänge (= *Rumpfbetonung*). Männer verfügen dagegen über längere Extremitäten (= *Extremitätenbetonung*). Darüber hinaus sind die Schultern der Frauen schmaler als die der Männer, ihr Becken dagegen breiter. Dieser Umstand führt bei Frauen zu einer Verlagerung des Körperschwerpunkts nach unten (O'Brien, 1995), was negative Auswirkungen auf ihre Lauf- und Sprungleistungen hat (Weineck, 2010). Zusätzlich dazu verändert sich aufgrund des breiteren Beckens der Frauen die Ausrichtung der unteren Extremitäten. Im Vergleich zu Männern verfügen sie im Mittel über einen größeren Quadrizepssehnenwinkel (Q-Winkel). Als Q-Winkel wird der Winkel zwischen den Verbindungslinien vom

vorderen unteren Darmbeinstachel zum Zentrum der Patella und vom Patellazentrum zum Ansatz der Patellasehne am proximalen Ende der Schienbeinkante definiert. Ein größerer Q-Winkel führt zu einer Valgusstellung der Beine und zu einer höheren Belastung des Knies. Er wird daher oftmals in Verbindung mit einem höheren Risiko für Knieverletzungen diskutiert (Gokeler, Zantrop & Jöllenbeck, 2010; Horton & Hall, 1989). Weiterhin ist das weibliche Skelett leichter und weist eine weniger stabile Knochengeometrie und somit eine geringere mechanische Belastbarkeit auf. Demnach brechen die Knochen von Frauen bereits bei geringeren Kraftereinwirkungen und besitzen ein höheres Risiko von Ermüdungsbrüchen (Looker, Beck & Orwoll, 2001; Nieves et al., 2005; Wentz et al., 2011).

Weitere wesentliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern finden sich in der Körperzusammensetzung. Der Anteil der fettfreien Masse, bezogen auf das Körpergewicht, beträgt bei den Frauen zwischen 62 und 66 % und bei den Männern zwischen 73 und 76 % (Frontera et al., 1991; Lindle et al., 1997; Neder et al., 1999). Weiterhin macht die Muskulatur bei den Frauen 25 bis 35 % des Körpergewichtes aus, bei den Männern sind dies 40 bis 45 % (Hollmann & Hettinger, 2000; Thein & Thein, 1996). Frauen besitzen demnach sowohl absolut als auch relativ gesehen weniger Muskelmasse und entsprechend weniger Muskelkraft. Aufgrund des erhöhten Anteils an eingelagertem Fett haben sie auch eine geringere Muskelkraft pro cm^2 Muskelquerschnitt. Die geringere Krafftähigkeit der Frauen zeigt sich in der Maximalkraft-, Kraftausdauer- und Schnellkrafftähigkeit (Weineck, 2010). Die Differenzen zwischen den Geschlechtern variieren jedoch in Abhängigkeit von der betrachteten Muskelgruppe. Während Frauen hinsichtlich der unteren Extremitäten (Hüftbeuger, -strecker, Unterschenkelbeuger) etwa 80 % der Kraft der Männer erreichen, beträgt die Krafftähigkeit der Frauen bezogen auf alle Muskelgruppen durchschnittlich 66 bis 70 % der Kraft der Männer (Drinkwater, 1989; Hollmann & Hettinger, 2000).

In Bezug auf Herz-Kreislauf-Leistungsparameter weisen Frauen im Geschlechtervergleich ebenfalls geringere beziehungsweise unökonomischere Werte auf. Durchschnittlich besitzen untrainierte Frauen ein absolutes

Herzvolumen von 500 bis 600 ml und ein relatives Herzvolumen von 9,5 bis 10 ml/kg Körpergewicht. Das Herz untrainierter Männer hat durchschnittlich ein Volumen von 600 bis 800 ml beziehungsweise 11 bis 12 ml/kg Körpergewicht (König et al., 1961; Roskamm et al., 1961; Weineck, 2010). Aufgrund der geringeren Größe des Herzens müssen Frauen im Vergleich zu Männern unter Belastung den Sauerstoffmehrbedarf über eine unökonomische Steigerung der Herzfrequenz decken. Männer können dagegen aufgrund ihres höheren Schlagvolumens mit derselben Herzfrequenz ein höheres Herzminutenvolumen erzielen (Weineck, 2010). Darüber hinaus besitzen Frauen durchschnittlich eine geringere Blutmenge (Frauen: 3,8 l; Männer: 5,1 l), geringere Hämatokritwerte (Frauen: 37-47 %; Männer: 40-54 %) sowie einen geringeren Hämoglobingehalt (Frauen: 12-16 g/dl; Männer: 13-18 g/dl) (Astrand et al., 1973; O'Brien, 1995; Thein & Thein, 1996; Weineck, 2010). Auch die pulmonalen Werte zeigen eine ähnliche Ausprägung: Die Vitalkapazität der weiblichen Lunge beträgt zwischen 3,5 und 4,0 l. Die Männer verfügen dagegen über eine durchschnittliche Vitalkapazität von 4,5 bis 5,0 l. Weiterhin besitzen Frauen ein durchschnittliches absolutes Atemminutenvolumen von 90 l/min und ein relatives, auf das Körpergewicht bezogene, Atemminutenvolumen von 1,5 l/kg. Die Männer erreichen sowohl absolut als auch relativ höhere Werte von 110 l/min beziehungsweise 1,6 l/kg. Zusätzlich dazu besitzen Frauen eine schlechtere periphere Sauerstoffausschöpfung und -verwertung, da sie eine niedrigere Anzahl an Mitochondrien besitzen (Astrand et al., 1973; Schmidt, Lang & Heckmann, 2010; Thein & Thein, 1996; Weineck, 2010). Diese geringeren und unökonomischeren kardio-pulmonalen Werte der Frauen führen zu einer absoluten und relativen geringeren maximalen Sauerstoffaufnahme (Frauen: absolut 2000 ± 200 ml, relativ 32-40 ml/kg; Männer: absolut 3300 ± 200 ml, relativ 40-55 ml/kg), welche als Bruttokriterium der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit gilt (Astrand, 1973; Schmidt, Lang & Heckmann, 2010; Weineck, 2010).

Hinsichtlich der motorischen Hauptbeanspruchungsformen *Ausdauer*, *Kraft* und *Schnelligkeit* lässt sich konstatieren, dass Frauen aufgrund der gezeigten geschlechtsspezifischen anatomisch-konstitutionellen sowie kardio-pulmonalen Unterschiede über eine geringere Ausdauerleistungsfähigkeit verfügen als

Männer. Weiterhin besitzen Frauen ein ungünstigeres Last-Kraft-Verhältnis und eine geringere Muskelmasse, sodass sie Männern in allen Krafteigenschaften unterlegen sind. Die größten Unterschiede zeigen sich dabei in der Maximalkraftfähigkeit. Keine geschlechtsspezifischen Unterschiede zeigen sich hingegen bezüglich der Schnelligkeit, jedoch nur in Bezug auf kraftunabhängige, koordinative Eigenschaften. So haben Frauen eine vergleichbare Reaktionszeit und können ähnliche, teilweise sogar höhere Bewegungsfrequenzen erzielen. Sobald aber Kraft eine Rolle spielt, sind Frauen den Männern sowohl in der azyklischen als auch der zyklischen Schnelligkeit deutlich unterlegen (Weineck, 2010).

Sichtbar werden diese geschlechtsspezifischen körperlichen Voraussetzungen unter anderem in den erzielten Wettkampfleistungen von Frauen und Männern. Beispielsweise liegen die Weiten und Zeiten der aktuellen Weltrekorde (Stand: 05.05.2015) von Frauen in den leichtathletischen Lauf- und Sprungdisziplinen in etwa 9 bis 16 % unter denen von Männern (100 m-Lauf: 9,5 %; 800 m-Lauf: 12,0 %; 10 km-Lauf: 12,3 %; Marathon: 9,2 %; Hochsprung: 14,7 %; Weitsprung: 16,0 %; Dreisprung: 15,2 %) (IAAF, www.iaaf.org). Bei der Betrachtung der Ergebnisse von Leistungstests, die mit weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen durchgeführt wurden, ist auffällig, dass die Leistungsdifferenz zwischen den Geschlechtern größer ist als aufgrund der biologischen Unterschiede zu erwarten. Mujika et al. (2009) führten den *Yo-YoIR1-Test* mit weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen der jeweils höchsten spanischen Fußballliga durch. Der *Yo-YoIR1* ist ein Testverfahren zur Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit von Sportler/innen und besteht aus 2x20 m Pendelläufen, die mit stetig ansteigenden Geschwindigkeiten gelaufen werden müssen. Kann die vorgegebene Zeit nicht mehr eingehalten werden, wird die bis dahin gelaufene Strecke notiert. Dieser Test steht in einem engen Zusammenhang zu den Leistungsanforderungen eines Fußballspiels (Krustrup et al., 2003). Die Ergebnisse von Mujika et al. (2009) zeigen, dass die weiblichen Spielerinnen im Vergleich zu den Männern etwa nur halb so viel Strecke absolvierten. Somit ist die Leistungsdifferenz deutlich höher als beispielsweise bei den erwähnten Weltrekorden in der Leichtathletik. Als Ursache für die größeren Unterschiede

diskutieren die Autoren den höheren Professionalisierungsgrad im Männerfußball, welcher zu besseren Trainingsmöglichkeiten und einer besseren medizinischen Versorgung führt. Außerdem besteht im Männerfußball im Vergleich zum Frauenfußball eine höhere Leistungsauslese, welche zu einer höheren Leistungsfähigkeit im Spitzenbereich führt.

Die unterschiedlichen körperlichen Voraussetzungen von Frauen und Männern führen – neben den strukturell-organisatorischen Differenzen – zu einer jeweils charakteristischen Spielweise. Insbesondere die geringeren Ausdauerleistungs- und Kraftfähigkeiten der Frauen haben unmittelbare Auswirkungen auf das Spielgeschehen und werden im Rahmen dieser Arbeit näher beleuchtet. Weiterhin ziehen die biologisch bedingten Unterschiede unmittelbare Konsequenzen für geschlechtsspezifische Fußballschuhkonstruktionen nach sich. Die Verletzungsprophylaxe und der Schuhkomfort stellen dabei zwei der wichtigsten Anforderungen an einen Fußballschuh dar (siehe Kapitel 2.2). Darauf beziehend werden nachfolgend anatomisch-physiologische Unterschiede zwischen Frauen und Männern dargestellt, auf deren Grundlage geschlechtsspezifische Schuhkonstruktionen diskutiert werden sollten.

2.1.2. Verletzungen im Fußball

Mithilfe des *International Surveillance Systems* (ISS) der *National Collegiate Athletic Association* (NCAA) werden Verletzungen und ihre Entstehungsgeschichte von Studierenden an amerikanischen Universitäten erfasst. Diese Datenbank liefert seit 1988 repräsentative Daten über die Verletzungshäufigkeiten und -mechanismen unterschiedlicher Sportarten (Dick, Agel & Marshall, 2007). Dick et al. (2007) und Agel et al. (2007) stellen auf Grundlage des ISS die Verletzungen von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen von 1988 bis 2003 dar. In diesem Untersuchungszeitraum wurden 11206 Verletzungen im Frauenfußball und 12974 im Männerfußball registriert. Die Verletzungsrate divergierte abhängig davon, ob es sich um eine Trainings- oder eine Wettkampfsituation handelte. Im Vergleich zum Training war die Verletzungsrate in einer Wettkampfsituation bei Frauen dreimal und bei Männern viermal höher. Bei beiden Geschlechtern betraf der Großteil der Verletzungen die unteren

Extremitäten. Die häufigsten Verletzungen waren Bänderdehnungen im Sprunggelenk (Frauen: 18,3 %; Männer: 17 %), gefolgt von Bänder- und/oder Meniskusverletzungen im Knie (Frauen: 15,9 %; Männer: 11 %). In Wettkampfspielen erfolgten die meisten Verletzungen während des Kontaktes mit Gegenspieler/innen (Frauen: 53,7 %; Männer: 61,0 %).

Im Folgenden geht diese Arbeit näher auf die Ruptur des vorderen Kreuzbandes ein. Wenngleich diese Verletzung verhältnismäßig selten auftritt, so muss sie doch wegen ihrer Schwere und aufgrund der deutlich unterschiedlichen Häufigkeit bei den Geschlechtern detaillierter betrachtet werden. Basierend auf den Daten von Dick et al. (2007) und Agel et al. (2007) lässt sich festhalten, dass im Männerfußball die Kreuzbandrupturen sowohl im Training als auch im Wettkampfspiel weniger als 1 % der gesamten Verletzungen ausmachten und dabei überwiegend während eines Kontaktes mit einem Gegenspieler entstanden. Im Frauenfußball lag der prozentuale Anteil der Kreuzbandrupturen bezogen auf die Gesamtanzahl der Verletzungen bei 6 % (Wettkampfspiel) beziehungsweise bei 2 % (Training). Frauen erlitten eine Kreuzbandruptur – im Gegensatz zu den Männern – jedoch meist ohne Kontakt mit einer Gegenspielerin. Das erhöhte Risiko einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes bei Frauen stellen auch Waldén et al. (2011) fest. Sie berichten auf Grundlage der Sichtung von 33 Veröffentlichungen von einem durchschnittlich zwei- bis dreimal höheren Verletzungsrisiko für Frauen. Auch zeigen Waldén et al. (2011), dass sich Frauen im Vergleich zu Männern tendenziell in jüngeren Jahren verletzen.

Die Ursachen für das erhöhte Verletzungsrisiko der Frauen sind multifaktoriell und nicht allein anatomisch, biomechanisch oder strukturell begründbar (Arendt, Agel & Dick, 1999). Hormonelle Einflüsse oder die anatomische Struktur des Kreuzbandes konnten bisher nicht eindeutig als Risikofaktoren identifiziert werden (Nehrer, 2013; Silvers & Mandelbaum, 2011; Renstrom et al., 2008). Dagegen scheint eine größere Valgusstellung des Knies der Frauen (siehe Kapitel 2.1.1) zu einer höheren Belastung der unteren Extremitäten und auch des vorderen Kreuzbandes zu führen (Gokeler, Zantrop & Jöllenbeck, 2010; Horton & Hall, 1989; Renstrom et al., 2008). Außerdem haben Frauen nachweislich eine ungünstigere Verteilung der Kraftverhältnisse zwischen vorderer und hinterer

Oberschenkelmuskulatur. Das heißt, dass sie im Vergleich zu Männern eine höhere Kraft des M. quadrizeps femoris in Relation zur ischiocruralen Muskulatur einsetzen. Insbesondere bei Landungen nach einem Sprung erhöht der M. quadrizeps femoris als Antagonist des vorderen Kreuzbandes die Scherkräfte, die auf das Knie wirken, und somit die Belastung auf das vordere Kreuzband (Renstrom et al., 2008; Silvers & Mandelbaum, 2011). Vielfach wird diskutiert, inwieweit ein Fußballschuh die Frauen vor Knieverletzungen schützen kann. Im Hinblick auf die Verletzungsprophylaxe scheint es ratsam, dass Frauen Fußballschuhe tragen, welche durch geringe Traktionseigenschaften die Belastungen auf das Kniegelenk reduzieren (Dowling & Andriacchi, 2012). Lambson, Barnhill & Higgins (1996) führten eine der wenigen prospektiven Studien bezüglich des Fußballschuhs als möglichen Risikofaktor für Kreuzbandrupturen durch. Über einen Untersuchungszeitraum von drei Jahren fanden sie einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Kreuzbandrupturen und dem Fußballschuhmodell. Trotz dieses Ergebnisses ist eine konkrete Aussage, welcher Fußballschuh beziehungsweise welche Sohlenkonfiguration zu einem höheren Risiko führt, bisher noch nicht möglich (siehe auch Kapitel 2.2.1).

2.1.3. Fußmorphologie

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass der weibliche Fuß keineswegs ausschließlich eine kleinere Version des männlichen Fußes ist, sondern eigene Charakteristika aufweist (Frey, 2000; Wunderlich & Cavanagh, 2001; Krauss et al., 2008). Wunderlich & Cavanagh (2001) vermaßen die Füße von 491 Frauen und 293 Männer der Streitkräfte der Vereinigten Staaten von Amerika. Alle Proband/innen hatten dieselbe Fußlänge von 257 mm. Die weiblichen Füße waren durch ein höheres Fußgewölbe, flacheren Hallux, geringere Länge von der lateralen Ferse zum lateralen Fußballen und einen geringeren Umfang des Innenspanns charakterisiert. Neben der Erfassung der Fußdimensionen stellten Krauss et al. (2008) Unterschiede zwischen den Geschlechtern außerdem mithilfe von Clusteranalysen dar. Dazu wurden die Füße von 397 weiblichen und 389 männlichen Läufer/innen folgenden Gruppen zugeordnet: C1 = voluminöser Fuß mit breitem Vor- und Rückfuß und hohem Spann, C2 = Fuß mit durchschnittlicher

Breite im Vorfuß, schmaler Ferse und flachem Spann, C3 = schmaler Fuß mit eher flachem Spann. Unabhängig vom Geschlecht gehörten kleine Füße am häufigsten zum Fußtyp C1, größere zu den Fußtypen C2 und C3. Durchschnittlich waren die Frauenfüße etwa drei Schuhgrößen kleiner als die Füße der Männer, die Schuhgrößen EU 38-40 waren bei beiden Geschlechtern vertreten. Der überwiegende Anteil der weiblichen Läuferinnen mit diesen Schuhgrößen hatte einen Fuß des Typs C2, die männlichen Läufer hingegen hatten überwiegend den Fußtyp C1 (siehe Abbildung 1). Bei vergleichbarer Schuhgröße haben demnach Frauen eher schmalere und Männer eher breitere Füße.

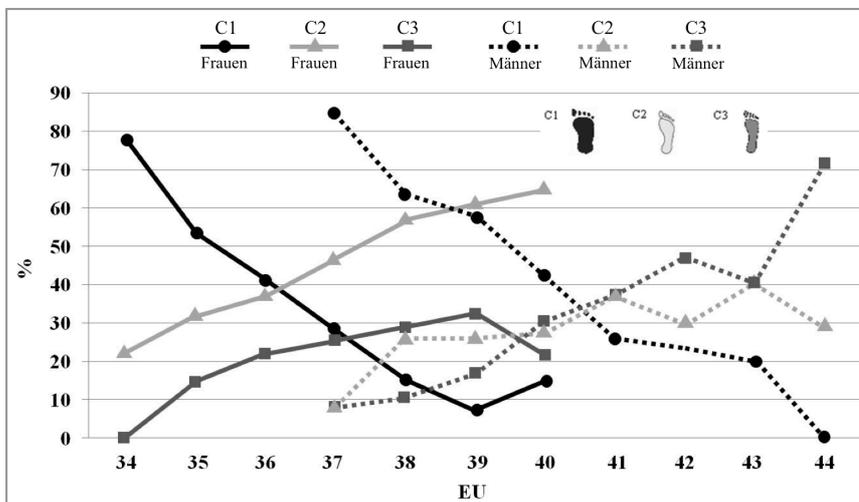


Abbildung 1: Verteilung der Fußtypen im Geschlechtervergleich (modifiziert nach Krauss et al., 2008, S. 1703)

Die obigen Unterschiede haben Konsequenzen für den Bau von Fußballschuhen. Grundsätzlich kann ein Schuh nur dann komfortabel sein, wenn er auf die Fußmorphologie abgestimmt ist. Weiterhin ist insbesondere im Fußball ein eng sitzender Schuh wichtig, um das Verletzungsrisiko zu senken und die Leistung der Spieler/innen zu steigern. Eine enge Passform führt beispielsweise zu einer Verbesserung des Ballgefühls, einer höheren Stabilität des Fußes im Schuh und einer höheren Traktion auf dem Rasen (Sterzing & Hennig, 2005; Sterzing et al., 2011). Der Blick auf die hier nur kurz skizzierten Einflussfaktoren des Fußballschuhs auf die Leistung (ausführlichere Betrachtung in Kapitel 2.2) und die bereits erwähnten Geschlechtsunterschiede machen geschlechtsspezifische Fußballschuhe mit entsprechenden Leisten notwendig.

2.2. Anforderungen an Fußballschuheigenschaften

In kaum einer Sportart sind die Anforderungen an die Sportschuhkonstruktion und der Einfluss des Sportschuhs auf die Leistung der Spieler/innen so hoch wie im Fußball (Rodano, Cova & Vigano, 1988). Aufgrund der dynamischen Beschleunigungs- und Bremsbewegungen sowie der plötzlichen Richtungsänderungen muss der Schuh den Fußballspieler/innen in vielfältigen Situationen einen sicheren Halt auf dem jeweiligen Untergrund und bei verschiedenen Witterungsbedingungen bieten (Hennig, 2006; Hilgers & Walther, 2011; Sterzing, Hennig & Milani, 2007). Zugleich muss er die Sportler/innen vor Verletzungen schützen beziehungsweise das Risiko einer Verletzung minimieren, welche entweder aufgrund der genannten dynamischen Bewegungen oder durch unmittelbaren Kontakt mit einer Gegenspielerin beziehungsweise einem Gegenspieler verursacht werden (Lake, 2000).

Der Fußballschuh ermöglicht jedoch nicht nur eine effektive Fortbewegung und beeinflusst das Verletzungsrisiko. Er steht in unmittelbarem Kontakt zum Spielgerät und beeinflusst dadurch maßgeblich die Spielhandlungen. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Art der Fußballschuhkonstruktion sowohl die Schussgeschwindigkeit als auch die Schussgenauigkeit beeinflussen kann (Hennig, 2011). Eine höhere Schussgeschwindigkeit lässt sich durch eine bessere Traktion des Standbeinfußes erzielen. Auf der Schussbeinseite scheint eine Kombination aus verschiedenen Faktoren ursächlich für höhere Ballgeschwindigkeiten zu sein. Isolierte Schuheigenschaften konnten nicht identifiziert werden. Es zeigt sich jedoch, dass das Schuhgewicht und die Sohlensteifigkeit keinen Einfluss besitzen (Sterzing & Hennig, 2008). Bezüglich der Schussgenauigkeit ist es vorteilhaft, eine möglichst homogene Druckverteilung zwischen Schuh und Ball zu erzeugen (Hennig, Althoff & Hömme, 2009). Eine detaillierte Darstellung des Einflussfaktors *Fußballschuh* auf die Schussgenauigkeit ist in Kapitel 2.4.2.4 zu finden. Der Schuh hat jedoch nicht nur einen Einfluss auf die Schussleistung, sondern kann auch das Dribbeln und Jonglieren mit einem Ball verbessern (Sterzing, Müller & Wächtler, 2013). Das Ballgefühl stellt dabei für Fußballspieler/innen eine sehr wichtige Eigenschaft des Fußballschuhs dar (Hennig & Sterzing, 2010). Die subjektive Wahrnehmung des Ballgefühls wird

ebenfalls maßgeblich von der Fußballschuhkonstruktion beeinflusst. Dabei scheint sich ein eng anliegender, leichter Schuh mit einem dünnen Obermaterial positiv auf das Ballgefühl auszuwirken (Althoff & Hennig, 2009; Sterzing, Müller & Wächtler 2013).

Neben der genannten Leistungssteigerung und der Verletzungsprävention (Lake, 2000) ist die Erzielung einer funktionalen Bequemlichkeit eine weitere wichtige Anforderung an die Schuhkonstruktion (Reinschmidt & Nigg, 2000; Sterzing, Hennig & Milani, 2007). Sie stellt die notwendige Voraussetzung dar, um Sportler/innen das Erreichen ihrer maximalen Leistung zu ermöglichen (Sterzing & Brauner, 2010). Darüber hinaus wird sie auch subjektiv von den Fußballspieler/innen als die wichtigste Eigenschaft des Schuhs genannt (Hennig & Sterzing, 2010). An dieser Stelle sei auf das Kapitel 2.3 zur *plantaren Druckverteilung* verwiesen. Dort wird näher beschrieben, wie die Bequemlichkeit des Schuhs über die Vermeidung plantarer Spitzendrücke erhöht werden kann.

Im Hinblick auf die vorliegende Arbeit werden im Folgenden die Traktionseigenschaften von Fußballschuhen näher beleuchtet. Bezüglich geschlechtsspezifischer Anforderungen an die Schuhkonstruktion spielen die Traktionseigenschaften sowohl hinsichtlich der Verletzungsprophylaxe als auch der Leistungssteigerung eine besondere Rolle.

2.2.1. Traktionseigenschaften eines Fußballschuhs

Die Traktionseigenschaften eines Fußballschuhs müssen differenziert betrachtet werden. Eine hohe translatorische Traktion ist notwendig, um bei schnellen Antritt- und Abbremsbewegungen nicht zu rutschen: sie ist demnach im Sinne der Leistungssteigerung erwünscht. Dagegen wird eine übermäßige rotatorische Traktion häufig als Ursache für Verletzungen, insbesondere des Kniegelenkes, diskutiert und sollte entsprechend vermieden werden (Lambson, Barnhill & Higgings, 1996; Valiant, 1993). Der Zusammenhang von Traktionseigenschaften und Verletzungsmechanismen kann jedoch bisher nicht eindeutig belegt werden (Hennig, 2011; Gehring et al., 2007; Kaila, 2007).

Zur Beurteilung der Traktionseigenschaften von Fußballschuhen werden unterschiedliche Messverfahren verwendet. Bei mechanischen Tests werden Fußballschuhe in Apparaturen eingespannt. Diese messen bei verschiedenen Bewegungen des Schuhs die Reibungseigenschaften zwischen Sportschuh und Untergrund. Sie liefern valide Daten bezüglich der isolierten Traktionseigenschaften von unterschiedlichen Sohlenkonstruktionen und Untergrundbedingungen (Sterzing & Brauner, 2010). Allerdings bilden sie nicht die tatsächlichen Bewegungen, mit den daraus resultierenden Bewegungsmustern der Sportler/innen ab. Darüber hinaus existieren Testapparaturen, welche nicht aus einer starren Konstruktion bestehen, sondern Gelenke der Sportler/innen und charakteristische plantare Belastungen bei bestimmten Bewegungen imitieren (Grund, Senner & Grube, 2007; Grund & Senner, 2010). Jedoch sind auch diese nicht in der Lage, die Reaktionen der Sportler/innen in realen Spielsituationen mit einzubeziehen. Sterzing et al. (2008) zeigen, dass Fußballspieler ihre Bewegungen adaptieren, sofern eine zu hohe, potentiell verletzungsgefährdende, mechanische Traktion vorliegt. Somit schützen sich die Spieler/innen vor Verletzungen, indem sie zu hohe Scherkräfte vermeiden (Müller et al., 2010). Eine höhere mechanische Traktion führt demnach nicht zwangsläufig zu einer höheren Bewegungsdynamik und somit nicht unbedingt zu einem sportmotorischen Nutzen. Es ist daher unerlässlich, die mechanischen Tests um biomechanische Testverfahren zu erweitern. Somit wird nicht nur die Interaktion zwischen Schuh und Untergrund untersucht, sondern auch die Funktionalität dieser Interaktion (Sterzing et al., 2008). Dabei können mithilfe von dynamometrischen, kinematischen und elektromyographischen Messverfahren die Auswirkungen unterschiedlicher Traktionsverhältnisse auf die Bewegungsausführung sowie auf die körperliche Belastung analysiert werden (Gehring et al., 2007; Kaila, 2007; Sterzing et al., 2008). Von besonderem Interesse sind dabei plötzliche Richtungswechsel, die eine hohe Traktion erfordern (DeClercq et al., 2014). Als Maß der Traktion dient dabei die horizontale Scherkraft. Eine hohe Traktion zwischen Schuh und Untergrund führt zu einer größeren Kraftübertragung. Dieses zeigt sich in einer größeren horizontalen Kraft in Relation zur vertikalen Kraft (Shorten, Hudson & Himmelsbach, 2003; Sterzing & Brauner, 2010). Biomechanische Testverfahren können demnach wichtige Informationen bezüglich der Bewegungs-

adaptionen der Proband/innen auf die gegebenen Traktionsverhältnisse liefern. Mithilfe dieser Verfahren können Aussagen darüber getroffen werden, wie viel der mechanisch verfügbaren Traktion von den Proband/innen genutzt werden kann. Allerdings können diese Verfahren keine Angaben dazu liefern, ob die in isolierten Messsituationen nutzbare Traktion tatsächlich einen realen sportmotorischen Nutzen für die Proband/innen darstellt. Hierfür bedarf es der Erweiterung um sportmotorische Testverfahren.

Letztendlich ist für die Fußballspieler/innen entscheidend, in einem Spiel schnellstmöglich auf dem Platz zu agieren ohne dabei die Bewegungskontrolle durch Rutschen auf dem Untergrund zu verlieren. Aus diesem Grund wurde der *funktionale Traktionsparcours* entwickelt (Hennig, 2006). Bereits 1974 konnte Krahenbuhl zeigen, dass die Laufzeit, die Proband/innen für die Bewältigung eines gegebenen Parcours benötigen, maßgeblich von der Schuhbedingung beeinflusst wird. Auf diesem Prinzip basiert der funktionale Traktionstest. Dabei wird angenommen, dass die Traktionseigenschaften, das Schuhgewicht und der Komfort eines Fußballschuhs einen Effekt auf die Laufgeschwindigkeit der Proband/innen haben. Somit wird der Parcours in einem Schuh mit verbesserten Traktionseigenschaften schneller durchlaufen. Der Traktionsparcours besteht aus spielnahen Bewegungen wie Beschleunigungs- und Abbremsbewegungen sowie Richtungswechseln und wird in der Regel auf einem Fußballspielfeld aufgebaut (Hennig, 2006; Sterzing et al., 2009b). Mit Hilfe dieses Testverfahrens können Aussagen über die sportpraktische Bedeutung von Traktionseigenschaften bei Schuhen gemacht werden. Die Erfassung der subjektiven Wahrnehmung von Fußballspieler/innen ist darüber hinaus unerlässlich. Nur wenn sich die Fußballspieler/innen in einem Schuh wohlfühlen, können sie ihre maximale Leistung abrufen und die Traktionseigenschaften entsprechend besser nutzen (Sterzing & Brauner, 2010).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Traktionseigenschaften eines Fußballschuhs mit unterschiedlichen Testverfahren erfasst werden können. Diese sollten je nach Fragestellung ausgewählt werden. Im Hinblick auf eine geschlechtsspezifische Fußballschuhkonstruktion ist ein mehrdimensionaler Ansatz notwendig: Biomechanische Testverfahren helfen dabei, die Auswirkungen

verschiedener Traktionsbedingungen auf den Körper zu erfassen sowie Bewegungsadaptionen der Fußballspieler/innen nachzuvollziehen. Dadurch können Sohlenkonfigurationen verändert werden, um das Verletzungsrisiko zu senken. Sportler/innen wollen jedoch auch ihre sportmotorische Leistung maximieren. Dies bedeutet, dass der Fußballschuh eine hohe Schnelligkeit und Wendigkeit ermöglichen soll. Der Einfluss verschiedener Traktionseigenschaften auf die tatsächliche Leistung lässt sich nur mit sportmotorischen Testverfahren ermitteln. Bei allen Testverfahren sollte auch die subjektive Beurteilung durch die Fußballspieler/innen mit einbezogen werden. Sie liefert, jenseits des technisch Messbaren, notwendige Ergebnisse, die die Akzeptanz der Schuhe durch die Spielerinnen beinhalten.

2.3. Plantare Druckverteilung bei fußballspezifischen Bewegungen

Plantare Druckverteilungsmessungen können in der Fußballschuhentwicklung für die Verbesserung der Komforteigenschaften einen wichtigen Beitrag leisten. Der enge Zusammenhang von Druckverteilung und Komfort wurde unter anderem für verschiedene Einlegesohlen in Laufschuhen (Chen, Nigg & de Koning, 1994) und Militärschuhen (Mündermann, Stefanyshyn & Nigg, 2001) sowie für verschiedene Freizeitschuhmodelle (Jordan & Barlett, 1995) nachgewiesen. Es erweisen sich die Schuhmodelle beziehungsweise Einlegesohlen als komfortabler, die zu einer homogenen Druckverteilung und geringeren lokalen Belastungen führen, insbesondere im Mittel- und Vorfußbereich. Der Härtegrad der Sohle ist dabei maßgeblich für die plantare Druckverteilung verantwortlich. Eine weichere Sohle reduziert plantare Spitzendrücke, was von den Probanden sehr sensibel wahrgenommen und beurteilt werden kann (Hennig, Valiant & Liu, 1996). Hohe lokale Belastungen unter dem Fuß werden jedoch nicht nur von den Probanden als unkomfortabel empfunden, sondern auch als mögliche Ursache für Verletzungen wie beispielsweise Stressfrakturen diskutiert (Bentley et al., 2011; Chen, Nigg & de Koning, 1994; DeBiasio et al., 2013; Eils et al., 2001; Eils et al., 2004; Ford et al., 2006; Orendurff et al., 2008; Queen et al., 2007; Queen et al., 2008; Sims, Hardaker & Queen, 2008; Wong et al., 2007b). Mündermann,

Stefanyshyn & Nigg (2001) konnten zeigen, dass weichere Einlegesohlen in Militärschuhen die Verletzungs- und Fußschmerzrate senken.

Bezüglich unterschiedlicher Fußballschuhkonstruktionen konnte nachgewiesen werden, dass Multinockenschuhe im Vergleich zu Nockenschuhen ein besseres Dämpfungsverhalten besitzen (DeBiasio et al., 2013; Orendurff et al., 2008; Queen et al., 2008) und dass runde im Vergleich zu kufenförmigen Nocken den Fuß auf der lateralen Seite weniger belasten. Somit wird vermutlich das Risiko einer Stressfraktur des fünften Mittelfußknochens gesenkt (Bentley et al., 2011). Diese Studien zeigen, dass unterschiedliche Schuhmodelle zu andersartigen Belastungen und Beanspruchungen des Fußes führen. Ein empirischer Beleg, welche Schuhkonstruktionen Überlastungsschäden verursachen, existiert bisher allerdings nicht.

Auch wenn die oben genannten Verletzungsrisiken diskutiert werden, zielt die Fußballschuhkonstruktion nicht ausschließlich auf die Vermeidung hoher Spitzendrücke ab. Vielmehr sind sie in bestimmten Arealen des Fußes sogar ausdrücklich erwünscht, um den Stollen maximale Penetration in den Boden zu ermöglichen und die Traktionseigenschaften der Schuhaußensohle besser zu nutzen. Während eines Sprints oder im Falle einer Richtungsänderung erfolgt der Hauptabdruck beispielsweise mit dem medialen Vorfuß. Die Stollen können nun so arrangiert werden, dass sie unter der Stelle dieser höchsten Kraftereinwirkung besonders tief in den Untergrund gedrückt werden, um damit die Traktion auf dem Rasen zu erhöhen (Sterzing, Hennig & Milani, 2007).

2.3.1. Einflussfaktoren auf die plantare Druckverteilung

Die plantare Druckverteilung wird im Fußball von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Der wohl entscheidendste Faktor ist die Art der Bewegung. Jedoch ist nicht nur maßgeblich, *welche* Bewegung ausgeführt wird, sondern auch *wie* sie ausgeführt wird. Morag & Cavanagh (1999) geben als mögliche Prädiktoren für die zu erwartende plantare Druckverteilung die Bewegungsausführung, Muskelaktivität, physische Charakteristika und die Fußmorphologie der jeweiligen Proband/innen an. Fußball wird auf unterschiedlichen Untergründen und mit

entsprechenden Schuhen unterschiedlicher Sohlenkonfiguration ausgeführt. Diese beeinflussen ebenfalls das plantare Belastungsmuster.

Im Folgenden werden Ergebnisse von Studien dargestellt, welche die oben genannten Einflussfaktoren auf die plantare Druckverteilung mit Blick auf den Fußballsport untersucht haben.

2.3.1.1. Bewegung

Bisher wurden Untersuchungen zur plantaren Druckverteilung für die fußballspezifischen Bewegungen Laufen, Sprinten und bei plötzlichen Richtungswechseln mit unterschiedlichen Winkeln durchgeführt. Darüber hinaus sind Ergebnisse vom Springen, Landen nach einem Sprung und bei Schussbewegungen in der Literatur zu finden. Dabei lässt sich für jede Bewegung ein charakteristisches Belastungsmuster feststellen. Die erfassten Parameter für die Beurteilung der Belastung sind der Spitzendruck, der mittlere Druck, das Kraft-Zeit-Integral, das Druck-Zeit-Integral und die relativen Lasten (als prozentualer Anteil des Kraft-Zeit- oder Druck-Zeit-Integrals für ein bestimmtes Fußareal). Beim Laufen setzt der Fuß zunächst mit der Ferse auf, rollt anschließend über den Mittelfuß und drückt sich schließlich mit dem medialen Vorfuß und dem Hallux ab. Im Vergleich hierzu verlagert sich die Belastung beim Sprinten vom Rück- und Mittelfußbereich zum Vorfuß und den Zehen. Eine dynamische Richtungsänderung in einem Winkel von etwa 45° mit dem äußeren Bein führt zu einer Verlagerung der Hauptbelastung zur medialen Fußseite. Insbesondere die mediale Ferse, der mediale Vorfuß und der Hallux sind dabei hohen Spitzendrücken ausgesetzt. Bei einer Richtungsänderung mit dem inneren Bein wird die Außenseite des Fußes belastet, hierbei insbesondere die laterale Ferse, der laterale Mittelfuß und der fünfte Metatarsalkopf. Während einer Absprungbewegung ist zunächst eine hohe relative Belastung der Ferse vorhanden. Anschließend verlagert sich die Belastung auf den mittleren und insbesondere auf den medialen Vorfuß und den Hallux. Die Landung nach einem Sprung ist zunächst durch hohe Spitzendrücke unter dem Vorfuß und danach unter der Ferse gekennzeichnet. Die plantare Druckverteilung des Standbeines während eines Schusses weist – im Vergleich zum Laufen – eine Verschiebung der Belastung

vom mittleren und medialen Vorfuß hin zur lateralen Ferse und zum lateralen Mittelfuß auf (Bentley et al., 2011; Eils et al., 2001; Orendurff et al., 2008; Queen et al., 2007; Queen et al., 2008; Wong et al., 2007a; Wong et al., 2007b).

Untersuchungen zu Auswirkungen des dominanten und des nicht-dominanten Beines auf die plantare Druckverteilung wurden von Bentley et al. (2011) durchgeführt. Die Autoren benutzten Schuhe mit zwei unterschiedlichen Stollenkonfigurationen und erfassten dabei jeweils die plantare Druckverteilung des linken und rechten Fußes bei einem plötzlichen Richtungswechsel von 60° und beim gradlinigen Lauf. Sie fanden bei den zwei Schuhbedingungen und bei beiden Bewegungen keine Unterschiede zwischen dem linken und rechten Fuß. Wong et al. (2007a) hingegen berichten von insgesamt höheren Drücken für die dominante Seite bei vier fußballspezifischen Bewegungen (Laufen, zwei unterschiedliche Richtungswechsel, Landung nach einem Sprung) in drei Schuhen mit unterschiedlichen Stollenkonfigurationen. Als Ursache diskutierten sie die höhere Kraftfähigkeit des dominanten Beines. Bezogen auf die einzelnen Fußareale zeigten sich bei dem dominanten Bein höhere Drücke während der Abdruckphase und bei dem nicht-dominanten Bein höhere Drücke während der Landephase. Daraus schlossen sie, dass das dominante Bein eine wichtigere Rolle bei der Vorwärtsbewegung spielt, das nicht-dominante Bein hingegen die Stabilität des Spielers sichert. Die Unterschiede zwischen den Beinen waren jedoch in den drei Schuhbedingungen unterschiedlich stark ausgeprägt. Diesbezüglich wurden durch die Autorengruppe keine möglichen Ursachen diskutiert, sondern auf fehlende empirische Belege und die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen verwiesen.

2.3.1.2. Untergrund

Fußball wird auf verschiedenen Untergründen wie Tennen-, Natur- oder Kunstrasenplätzen gespielt. Diese Untergründe stehen in unmittelbarem Kontakt zum Fußballschuh und lassen daher Auswirkungen auf die plantare Druckverteilung vermuten.

Eils et al. (2001) führten eine Studie zu den charakteristischen Druckverteilungsmustern von fußballspezifischen Bewegungen auf einem Naturrasen- und einem Tennenplatz durch. Ihre Ergebnisse zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Druckverteilungsdaten zwischen den beiden Bodenbedingungen. Eils et al. (2001) betonen jedoch, dass der Untergrund bei anderen als den bei ihren Messungen vorgefundenen Wetterbedingungen vermutlich einen Effekt haben wird. Diesbezüglich existieren jedoch keine weitergehenden Studien. Ford et al. (2006) untersuchten die plantare Druckverteilung von American Footballspielern bei einer Richtungsänderung (in Anlehnung an den Slalomparcours von Eils et al., 2001) auf einem Natur- und einem Kunstrasenplatz. Bezüglich der Gesamtbelastung des Fußes zeigten sich keine Unterschiede zwischen den beiden Bodenbedingungen, Unterschiede wurden jedoch in einzelnen Fußarealen deutlich. Auf dem Kunstrasenplatz zeigten sich höhere Spitzendrücke im mittleren Vorfußbereich und den mittleren und lateralen Zehen. Auf dem Naturrasenplatz hingegen war eine höhere relative Belastung im medialen Vorfuß und medialen und lateralen Mittelfuß der Spieler vorhanden.

Bei der Studie von Ford et al. (2006) ist zu bedenken, dass sie mit American Football Spielern durchgeführt wurde und die Ergebnisse aus diesem Grund nur bedingt auf den traditionellen Fußball übertragbar sind. Der Umstand, dass Eils et al. (2001) in ihrer Studie mit Fußballspielern leicht höhere Belastungen unter der Ferse und dem Vorfuß gemessen haben, deutet dies bereits an. Sinnvoll wäre es, in weiteren Studien zu untersuchen, ob die abweichenden Ergebnisse dieser beiden Studien tatsächlich durch die sportartspezifischen Besonderheiten oder durch die unterschiedlichen Bodenbedingungen hervorgerufen wurden.

2.3.1.3. Schuhkonstruktion

Die plantare Belastung in einem Fußballschuh ist deutlich höher als in einem Laufschuh (DeBiasio et al., 2013; Santos et al., 2001). Zum einen führen die geringeren Dämpfungseigenschaften des Fußballschuhs zu höheren lokalen Spitzendrücken, zum anderen wirkt aufgrund der üblicherweise engeren Passform des Fußballschuhs die Kraft auf eine geringere Fläche. Es existieren jedoch auch

zwischen verschiedenen Fußballschuhmodellen Unterschiede bezüglich der plantaren Druckverteilung. Relevanz hat dabei vor allem die Sohlenkonfiguration und insbesondere die Anzahl und Geometrie der Stollen beziehungsweise Nocken. In diesem Zusammenhang muss zwischen Stollen und Nocken unterschieden werden. Nocken sind in der Regel fester Bestandteil der Sohle und aus Kunststoff gefertigt. Stollen sind dagegen auswechselbar, bestehen häufig aus Keramik oder Aluminium, sind länger als Nocken und werden eher für weiche Untergründe verwendet. Der Multinockenschuh ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl an kleinen, kurzen, runden Nocken und daher sehr gut für Hartplätze geeignet.

Im Vergleich zu Nockenschuhen (hier kufenförmig oder rund, zwölf, 14 oder 25 Nocken) zeigten sich beim Multinockenschuh bei dynamischen Bewegungen (Landung nach einem Sprung, plötzlicher Richtungswechsel, Sprint) vor allem im Hallux- und Vorfußbereich geringere Spitzendrücke sowie ein geringeres Kraft-Zeit-Integral. Die besser gedämpfte Mittelsohle des Multinockenschuhs führte dabei insbesondere in den Hauptbeanspruchungsarealen des Fußes zu einer Reduzierung der Belastung (DeBiasio et al., 2013; Orendurff et al., 2008; Queen et al., 2008). Unterschiede zwischen einem Hartplatzschuh mit 25 runden Nocken und einem Schuh mit zwölf runden Nocken, der sich vor allem für trockene Naturrasenplätze eignet, zeigten sich nur bei einem weiblichen Probandenkollektiv, nicht jedoch bei männlichen Fußballspielern (Queen et al., 2008). Bezogen auf den gesamten Fuß führte der Hartplatzschuh zu geringeren plantaren Spitzendrücken und zu einem geringeren Kraft-Zeit-Integral im lateralen Vorfuß. Ebenfalls nur bei den weiblichen Probandinnen zeigten sich Unterschiede zwischen einem Fußballschuh mit 14 kufenförmigen Nocken und den beiden oben bereits genannten Schuhmodellen. Im Gegensatz zu diesen zwei anderen Schuhmodellen, erhöhten die kufenförmigen Nocken die maximal wirkende Kraft, relativiert auf das Körpergewicht, unter dem mittleren Vorfuß (Queen et al., 2008).

Bentley et al. (2011) verglichen ein Schuhmodell mit zehn runden mit einem Modell mit neun kufenförmigen Stollen. Dabei ging es um die Frage, welche Drücke sich bei einer plötzlichen Richtungsänderung und beim Laufen messen lassen. Beide Fußballschuhmodelle waren für den Einsatz auf einem weichen

Rasenplatz geeignet und unterschieden sich lediglich in der Anzahl und der Form ihrer Stollen. Es zeigte sich, dass die kufenförmigen Stollen beim Laufen zu geringeren Spitzendrücken in der medialen, lateralen Ferse und dem Hallux führen. Die Spitzendrücke erhöhen sich aber im Vergleich mit dem Schuh mit runden Nocken im lateralen Mittelfuß und medialem Vorfuß. Bei plötzlichen Richtungsänderungen waren die Spitzendrücke beim Schuh mit den kufenförmigen Nocken im medialen Vorfuß reduziert und unter den lateralen Zehen erhöht. Bezüglich des Druck-Zeit-Integrals zeigten sich bei diesem Schuh sowohl beim Laufen als auch bei der plötzlichen Bewegungsänderung geringere Werte für die Ferse und die Fußinnenseite. Höhere Werte ergaben die Messungen für die laterale Seite des Fußes. Die Autorengruppe zeigte weiterhin, dass bezüglich des Verlaufs des plantaren Druckschwerpunktes während des Bodenkontaktes bei dem Schuhmodell mit kufenförmigen Stollen eine unübliche Lateralisierung zu erkennen war. Die Forscher diskutierten daher die kufenförmigen Stollen als Risikofaktor für Überlastungsfrakturen der lateralen Mittelfußknochen.

2.3.1.4. Geschlecht

Es existiert wenig Information in der Literatur über geschlechtsspezifische Unterschiede in der plantaren Druckverteilung im Fußball. Einen möglichen Geschlechtereffekt auf die plantare Druckverteilung untersuchten bisher nur drei Studien. DeBiasio et al. (2013) und Sims, Hardaker & Queen (2008) berichteten bei Landungen nach einem Sprung beziehungsweise bei Sprints und plötzlichen Richtungsänderungen von niedrigeren plantaren Belastungen bei den Frauen. So wurde bei ihnen ein geringeres Kraft-Zeit-Integral im Bereich des Mittelfußes, des medialen und lateralen Vorfußes sowie des Hallux während der Landung nach Sprüngen und im Bereich des mittleren und lateralen Vorfußes während des Sprints gemessen. Während eines 45°-Richtungswechsels mit dem äußeren Bein wiesen die Frauen ein höheres Kraft-Zeit-Integral im Bereich des mittleren Vorfußes auf. Während eines 180°-Richtungswechsels mit dem inneren Bein wurde ein höheres Kraft-Zeit-Integral im Bereich des lateralen Mittel- und Vorfußes festgestellt. Demnach lassen sich Geschlechterunterschiede bei der plantaren Druckverteilung für identische, fußballspezifische Bewegungen feststellen. DeBiasio et al. (2013) merken jedoch an, dass die Differenzen im

Druckverteilungsmuster zwischen den einzelnen Schuhbedingungen (Nocken-, Multinocken- und Joggingsschuh) größer ausfielen als zwischen den Geschlechtern.

Queen et al. (2008) verglichen die plantare Druckbelastung von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen bei zwei unterschiedlichen Richtungsänderungen mit vier Fußballschuhen, die sich lediglich in der Sohlenkonfiguration unterschieden (14 kufenförmige Nocken, zwölf runde Nocken, 25 runde Nocken, Multinocken). Ihren Fokus richteten sie dabei auf den Vergleich der vier Schuhbedingungen. Der Multinockenschuh wies bei beiden Geschlechtern und bei beiden Richtungsänderungen signifikant geringere Spitzendrücke und geringere Kraft-Zeit-Integrale auf als die drei Nockenschuhe. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den drei Nockenschuhen zeigte sich jedoch nur bei den Frauen. Bezogen auf den gesamten Fuß, führte der Schuh mit 25 Nocken zu geringeren plantaren Spitzendrücken und zu einem geringeren Kraft-Zeit-Integral im lateralen Vorfuß. Der Schuh mit 14 kufenförmigen Nocken erhöhte, im Gegensatz zu den beiden anderen Nockenschuhen, die auf Körpergewicht normierte maximal wirkende Kraft im mittleren Vorfuß. Somit hatten die unterschiedlichen Sohlenkonfigurationen der drei Nockenschuhe nur bei den Frauen eine Auswirkung auf die plantare Druckverteilung.

Aufgrund des aktuellen Forschungsstandes können keine verlässlichen Aussagen darüber getroffen werden, welche Auswirkungen geschlechtsspezifische Fußtypen oder Bewegungsmuster auf die plantare Druckverteilung haben, sodass keine Rückschlüsse auf adäquate geschlechtsspezifische Schuhkonstruktionen abgeleitet werden können.

2.4. Schusspräzision

Die Genauigkeit und die Geschwindigkeit, mit der Bälle geschossen werden, sind wesentliche Qualitätskriterien im Fußball (Andersen & Dörge, 2011). Je nach Spielsituation kann die Gewichtung dieser Kriterien zwar unterschiedlich ausfallen, jedoch besitzen beide Relevanz für den Erfolg von Schüssen. Trotz der

Bedeutsamkeit beider Parameter wurde in der bisherigen sportwissenschaftlichen Forschung der Schussgenauigkeit wenig Beachtung geschenkt.

Wesson (2002) definiert die Genauigkeit eines Schusses als Winkel zwischen der tatsächlichen und der gewünschten Richtung des Balles. Je kleiner dieser Winkel ist, desto höher ist die Schussgenauigkeit. Als Ursache für die Ungenauigkeit eines Schusses nennt er zwei mögliche Gründe: a) die angreifende Kraft wirkt in die falsche Richtung und b) die angreifende Kraft wirkt versetzt zur Zielrichtung (siehe Abbildung 2). Diese Erklärung benötigt jedoch zusätzlich die Betrachtung der Ballrotation, welche die Flugkurve des Balls und in der Folge auch dessen Zielrichtung verändern kann.

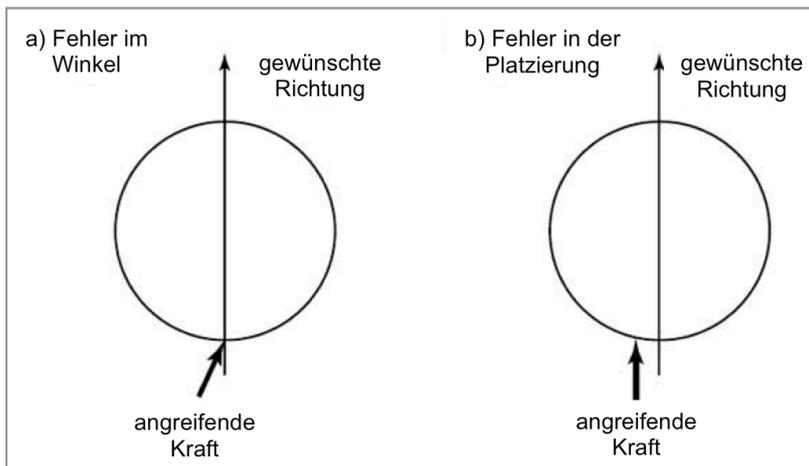


Abbildung 2: Ursachen für ungenaue Schüsse: Kraft wirkt a) in die falsche Richtung, b) versetzt (modifiziert nach Wesson 2002, S. 26)

Messbar ist die Schussgenauigkeit als Abstand zwischen dem anvisierten Ziel und dem tatsächlichen Treffpunkt des Balles. Ein einheitliches Messverfahren zur Ermittlung dieses Abstandes hat sich in der sportwissenschaftlichen Forschung bisher nicht durchgesetzt, denn je nach Fragestellung und technischen Möglichkeiten wurden unterschiedliche Messverfahren verwendet und nur wenige von ihnen haben die Schussgenauigkeit stetig erfasst. Im Folgenden werden daher Möglichkeiten der Quantifizierung der Schussgenauigkeit aufgezeigt. Für die Konzeption von Studien, welche die Schussgenauigkeit erfassen, ist es unerlässlich zu wissen, welche Faktoren die Genauigkeit beeinflussen. Daher wird darüber hinaus ein systematischer Überblick über Einflussfaktoren auf die

Schussgenauigkeit gegeben. In diesem Zusammenhang werden auch Faktoren beleuchtet, die möglicherweise einen Einfluss besitzen, bisher jedoch noch nicht empirisch untersucht wurden. Systematische Untersuchungen zu geschlechts-spezifischen Unterschieden in der Schusspräzision existieren bisher nicht.

2.4.1. Quantifizierung von Schussgenauigkeit

Wie im Eingang dieses Kapitels bereits konstatiert, existiert in der Forschung kein einheitliches Messsystem zur Erfassung der Schussgenauigkeit. Godik, Fales & Blashak (1993) definieren die Schussgenauigkeit als die Anzahl der Schüsse, die in Relation zur Gesamtanzahl der Torschüsse tatsächlich in Richtung des Tores fliegen. Die Autoren gingen davon aus, dass ein Schuss, der das Tor trifft, als präziser zu bewerten ist, als ein Schuss, der das Tor verfehlt. Wird die Schussgenauigkeit jedoch als Abstand zwischen dem anvisierten Ziel und dem tatsächlichen Treffpunkt des Balles definiert, liegt der oben genannten Methode eine falsche Annahme zugrunde. Ziel des Fußballspiels ist es, Tore zu erzielen. Dieses gelingt jedoch nur selten wenn zentral geschossen wird, da sich dort für gewöhnlich der Torhüter oder die Torhüterin aufhält. Es ist daher erfolgversprechender, in die Ecken des Tores zu zielen. Dieses Ziel vorausgesetzt, hätte demnach ein Schuss, der das Tor knapp verfehlt, eine höhere absolute Genauigkeit als ein Schuss, der mittig auf das Tor fliegt. Demnach eignet sich diese Methode nicht, um Aussagen über die Schusspräzision zu treffen. Darüber hinaus ist kritisch anzumerken, dass die Schussgenauigkeit unter tatsächlichen Wettkampfbedingungen von vielen Faktoren abhängt, die teilweise von den Fußballspieler/innen nicht zu beeinflussen sind. So lässt der unmittelbare Gegnerdruck häufig präzise Schüsse nicht zu.

Ein geeigneter Ansatz ist daher die Ermittlung von Schussgenauigkeit unter Laborbedingungen. Der Gegnerdruck wird dabei eliminiert und die technische Fertigkeit des Präzisionsschusses kann isoliert analysiert werden. Das Problem der fehlenden standardisierten Messmethodik wurde bereits angesprochen. Eine Methode, Aussagen über die Genauigkeit von Schüssen zu treffen, ist der Einsatz von Zielscheiben. Dabei wird erfasst, ob die Proband/innen die Zielscheibe getroffen haben oder nicht (Bubanji et al., 2010; Katis et al., 2013; Lees & Nolan

2002; Masuda et al., 2005; Teixeira, 1999). Sowohl Maße und Form der Zielscheiben als auch die Entfernung zum Ziel unterscheiden sich bei den einzelnen Studien jedoch teilweise stark voneinander und lassen folglich einen absoluten Vergleich der erhobenen Daten nicht zu. Außerdem ist die dichotome Beurteilung von Genauigkeit ein sehr unempfindliches Messverfahren und kann nur eine Abschätzung des Kriteriums Schusspräzision beinhalten.

Eine differenziertere Methode der Erfassung der Schussgenauigkeit verwenden Chew-Bullock et al., 2012; Currell, Conway & Jeukendrup, 2009; Figueiredo, Coelho e Silva & Malina, 2011; Kristensen, Andersen & Sorensen, 2005 und Nagasawa et al., 2011. Sie nutzen eine in Felder unterteilte Zielscheibe oder ein in Felder unterteiltes Fußballtor und beurteilen die Schussgenauigkeit mithilfe eines diskreten Punktesystems. Je nach Studie sollen die Proband/innen das Zentrum oder die Ecken des Tores/Targets treffen, die Punktevergabe erfolgt dann in Relation zum tatsächlichen Treffpunkt des Balles. Somit können nicht nur Aussagen darüber getroffen werden, ob der Ball das Tor/Target überhaupt getroffen hat, sondern auch, ob er näher oder weiter entfernt ist als andere Schüsse. Eine Erfassung des konkreten Abstandes des erfolgten Schusses zum anvisierten Zielpunkt ist jedoch auch mit diesem Messverfahren nicht möglich.

Finnoff, Newcomer & Laskowski (2002) entwickelten ein Instrumentarium zur metrischen Bestimmung der Schussgenauigkeit. Sie fixierten auf einer weiß angestrichenen, 243,5 x 122 cm großen Sperrholzplatte weiße Blätter und bedeckten diese mit Kohlepapier. Das Zentrum der Platte wurde durch eine schwarze, 5 x 5 cm große Markierung gekennzeichnet. Traf ein Ball auf das Kohlepapier, hinterließ er einen entsprechenden Abdruck auf dem dahinterliegenden weißen Papier. Der Abstand vom Zentrum der Platte zum Zentrum des Ballabdruckes wurde gemessen und als absolute Schussgenauigkeit definiert. Mit dieser Methode wurde eine valide und reliable Möglichkeit der Quantifizierung von Schussgenauigkeit entwickelt. Allerdings leidet die Praktikabilität der Methode darunter, dass für jeden Schuss der Abstand des Ballabdruckmittelpunktes zum Mittelpunkt des Targets mit einem Maßband manuell gemessen werden muss.

Ein weiteres Verfahren ist die Digitalisierung von Videoaufnahmen. Alcock et al. (2012) und Scurr & Hall (2009) wenden diese Methode zur Analyse von Schüssen von Fußballspieler/innen und Young et al. (2010) zur Analyse der Schüsse von Australian Football Spielern an. Die Videokamera wird dabei hinter dem Ball und in ausreichendem Abstand zu den Proband/innen positioniert und ihr Fokus auf das entsprechende Ziel gerichtet. Mit einer Frequenz von 25 Hz werden die einzelnen Schüsse aufgenommen und semi-automatisch digitalisiert. Die Schussgenauigkeit wird als Abstand des Balles zum Zentrum des Ziels definiert und mithilfe von Computerprogrammen berechnet.

Sterzing et al. (2009a) wählen eine ähnliche Vorgehensweise. Sie spannen eine leicht transparente Plane in ein 5 x 2 m großes Fußballtor und positionieren eine High-Speed-Kamera hinter dem Tor, welche die Schüsse mit einer Frequenz von 200 Hz aufnimmt. Die Aufnahmen werden ebenfalls digitalisiert und der Abstand des Balles beim Auftreffen auf die Plane zum markierten Mittelpunkt des Tores berechnet. Ein Vorteil dieses Aufbaus ist der geringe Abstand der Kamera zum Tor, welcher in Verbindung mit den Hochgeschwindigkeitsaufnahmen die Voraussetzungen für eine exakte Bestimmung der Schussgenauigkeit bietet.

Eine Methode der automatischen Erfassung der Schussgenauigkeit wurde von Hennig, Althoff & Hömme (2009) dargestellt. Elektrisch leitende Drähte werden in Form von 30 konzentrischen Kreisen auf einer Sperrholzplatte angebracht, der Durchmesser des größten Kreises beträgt dabei 120 cm. Jeder Draht wird auf der Rückseite mit einem Ladungsverstärker verbunden. Trifft ein Ball auf das Target, wird elektrostatische Ladung der Balloberfläche auf Drähte übertragen. Mithilfe eines A/D Wandlers werden die Signale durch einen Messrechner erfasst und weiterverarbeitet, sodass der Abstand zum Zentrum des Targets berechnet werden kann. Vorteil dieser Methode ist die automatische Erfassung der Schussgenauigkeit, deren Wert unmittelbar nach dem Schuss verfügbar ist. Ein solch effizientes Auswerteverfahren ermöglicht die Erfassung einer großen Anzahl von Schusswiederholungen mit vielen Proband/innen. Aufgrund der limitierten Fläche des Targets eignet es sich jedoch nicht für Schüsse aus weiten Entfernungen.

2.4.2. Einflussfaktoren auf die Schussgenauigkeit

Im Folgenden wird ein Überblick möglicher Einflussfaktoren auf die Schussgenauigkeit gegeben. In diesem Zusammenhang werden Studien dargestellt, die bereits Aspekte der Schussgenauigkeit untersucht haben. Darüber hinaus werden Faktoren diskutiert, die möglicherweise einen Einfluss haben, jedoch bisher nicht empirisch untersucht wurden. Der Großteil der Studien wurde mit männlichen Probanden durchgeführt. Sofern geschlechtsspezifische Unterschiede vermutet werden können, werden sie an gegebener Stelle diskutiert.

Der Überblick wird zunächst Einflussvariablen darstellen, welche die Spieler/innen und ihre Schussausführung betreffen. Weiterhin wird beleuchtet, welche Bedeutung physische und mentale/kognitive Ermüdungsprozesse sowie die körperlichen Voraussetzungen der Spieler/innen für Präzisionsschüsse haben können. Im darauf folgenden Abschnitt werden Faktoren diskutiert, die von den Spieler/innen unabhängig sind und sich auf die jeweilige Spielsituation und die Spielbedingung beziehen. Abschließend wird der Frage nachgegangen, ob das Sportequipment, also die Fußballschuhkonstruktion und/oder Ballausführung, die Schussgenauigkeit beeinflussen können.

2.4.2.1. Fußballspieler/in

Der bedeutendste Faktor in der Erzielung maximaler Schussgenauigkeit ist die **sportmotorische Bewegungsausführung**. Die Qualität der Bewegungsausführung wird dabei maßgeblich von der sportartspezifischen Erfahrung sowie der Trainingsintensität und dem -umfang beeinflusst. Nagasawa et al. (2011) zeigen, dass erfahrene Fußballspieler eine höhere Schussgenauigkeit erzielen als Probanden ohne fußballspezifische Vorerfahrungen und dass Spieler mit einem hohen technischen Niveau genauer schießen als Anfänger. Ähnliche Ergebnisse erzielen Egan, Verheul & Savelsbergh (2007) in einer Studie, in der sie Probanden mit und ohne Wettkampferfahrung miteinander verglichen. Sie zeigten, dass erfahrene Fußballspieler mit Wettkampferfahrung eine Zielscheibe genauer trafen als Spieler, die lediglich in ihrer Freizeit Fußball spielten. Für die Durchführung vergleichender Schussgenauigkeitsstudien ist es daher unerlässlich, die

fußballerischen Vorerfahrungen, das jeweilige Leistungsniveau und die Trainingsintensität sowie den -umfang zu berücksichtigen.

Bei dem Vergleich von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen ist zu beachten, dass Jungen durchschnittlich in jüngerem Alter in einen Fußballverein eintreten und damit über eine umfangreichere Vereinerfahrung verfügen als Mädchen (Deutscher Olympischer Sportbund, 2014). Das impliziert, dass Jungen häufiger zu Zeiten ihres „goldenen Lernalters“ (Schmidt, 2008) im Verein Fußball spielen und somit die Grundlage für die Entwicklung einer stabilen Fußballtechnik legen. Diese Hinweise widersprechen nicht einer generellen Vergleichbarkeit von Frauen und Männern, sondern sollen auf die Notwendigkeit einer besonders sorgfältigen Auswahl des Probandenkollektivs aufmerksam machen. Für Vergleichsstudien ist es wichtig, weibliche Fußballspielerinnen zu rekrutieren, die über eine langjährige fußballerische Ausbildung und ein gegenüber den männlichen Spielern vergleichbares Leistungsniveau verfügen.

Eine Analyse des aktuellen Forschungsstandes zur geschlechtsspezifischen Ausführung von Schussbewegungen zeigt, dass bisher lediglich kinematische Daten zu Schüssen mit maximaler Schussgeschwindigkeit, nicht jedoch zu maximaler Schussgenauigkeit veröffentlicht wurden. In einigen dieser Studien bestand zwar die Aufgabe, einen definierten Zielbereich zu treffen, jedoch sollte dies mit maximaler Schussgeschwindigkeit erfolgen. Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse sind demnach nur bedingt übertragbar auf Präzisionschüsse, geben allerdings Hinweise darauf, ob überhaupt geschlechtsspezifische Unterschiede bezüglich der sportmotorischen Bewegungsausführung eines Schusses existieren. Barfield, Kirkendall & Yu (2002) untersuchten kinematische Unterschiede zwischen zwei männlichen und sechs weiblichen Fußballspieler/innen bei der Ausführung eines Spannstoßes mit maximaler Geschwindigkeit. Die männlichen Fußballspieler erzielten dabei höhere maximale Schussgeschwindigkeiten und zeigten höhere Werte in den kinematischen Parametern, die in direktem Zusammenhang zur resultierenden Ballgeschwindigkeit stehen. Dieses sind die maximale und mittlere Zehengeschwindigkeit sowie die Winkelgeschwindigkeit des Fußgelenks beim Kontakt mit dem Ball. Eine Ausnahme bildete eine weibliche Probandin, die höhere Ballgeschwindigkeiten erzielte als die

beiden männlichen Spieler und ähnliche, teilweise sogar höhere Werte bei den kinematischen Daten aufwies. Wenngleich diese Studie verdeutlicht, dass weibliche Fußballspielerinnen durchaus in der Lage sind, höhere Ballgeschwindigkeiten zu erzielen als männliche Fußballspieler, lassen sich die Ergebnisse aufgrund der geringen Anzahl an Proband/innen nicht verallgemeinern. Zudem stehen die ermittelten durchschnittlichen Unterschiede in direktem Zusammenhang zur Ballgeschwindigkeit, sodass die Frage, inwieweit sie sich auf geschlechtsspezifische Phänomene zurückführen lassen, nicht beantwortet werden kann.

Neben dem Spannstoß analysierten Sakamoto et al. (2012) auch Innenseitstöße von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen. Sie ermittelten für die weibliche Probandengruppe für beide Schusstechniken geringere Geschwindigkeiten des Schussfußes unmittelbar vor Ballkontakt und geringere Ballgeschwindigkeiten. Darüber hinaus wiesen die Frauen gegenüber den Männern bei den Spannstößen ein schlechteres Verhältnis von Ballgeschwindigkeit zu Fußgeschwindigkeit auf. Als Ursache hierfür diskutieren die Autoren eine geringere Fixierung des Fußgelenkes während des Schusses bei den weiblichen Probandinnen. Eine weitere, jedoch geschlechter- und schusstechnikunabhängige Ursache lag in dem Abstand des Treffpunktes des Balles zum Massenmittelpunkt des Fußes. Je geringer dieser Abstand war, desto höher war die Fußgeschwindigkeit in Relation zur Ballgeschwindigkeit. Demnach spielt – neben der Fähigkeit, das Schussbein maximal zu beschleunigen – auch die technische Ausführung des Schusses eine entscheidende Rolle für die Erzielung maximaler Ballgeschwindigkeiten. Brophy et al. (2010) und Orloff et al. (2008) verglichen ebenfalls Schüsse von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen und fanden zwischen den Geschlechtern keine Unterschiede in der Ballgeschwindigkeit. Mögliche Differenzen in der Bewegungsausführung lassen sich daher auf geschlechtsspezifische Unterschiede zurückführen. Unabhängig von der ausgeführten Schusstechnik (Spann- oder Innenseitstoß) adduzieren die Frauen während der Standphase ihre Hüfte mehr als die Männer. Die Männer hingegen weisen eine höhere Muskelaktivität des M. gluteus medius und des M. vastus medialis auf der Standbeinseite und des M. iliacus auf der Schussbeinseite auf

(Brophy et al., 2010). Bezüglich des Standbeinaufsatzes in Relation zum Ball bei Spannstößen wurden keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt. Das Bewegungsmuster der Frauen ist jedoch durch eine größere Vorwärtsneigung des Rumpfes und höhere medio-laterale Bodenreaktionskräfte charakterisiert. Bei den Männern zeigen sich im Vergleich zu den Frauen höhere vertikale Bodenreaktionskräfte (Orloff et al., 2008).

Es lässt sich demnach konstatieren, dass sich weibliche und männliche Fußballspieler/innen in der Ausführung von Schussbewegungen unterscheiden. Die Ursache dieser Unterschiede liegt nicht nur in der höheren maximalen Schussgeschwindigkeit der Männer, welche zum Teil durch eine höhere Beschleunigung der unteren Extremitäten bedingt ist, sondern es zeigen sich auch geschlechtsspezifische Besonderheiten bei der Ausführung von Schüssen mit vergleichbarer Geschwindigkeit. Auch wenn der Fokus der meisten Studien auf der Untersuchung von Schüssen mit maximaler Geschwindigkeit liegt, ist anzunehmen, dass sich bei Präzisionsschüssen aufgrund der anatomisch-physiologischen Unterschiede zwischen den Geschlechtern ebenfalls Unterschiede zeigen.

Für die nachfolgenden Faktoren, die hier im Zusammenhang mit den Spieler/innen als Einflussfaktor auf die Schussgenauigkeit diskutiert werden, ist ein Geschlechtervergleich nicht möglich, da bisher lediglich Studien mit männlichen Probanden durchgeführt worden sind. Sofern geschlechtsspezifische Unterschiede vermutet werden können, werden sie an gegebener Stelle erörtert.

Bei der Ausführung eines Präzisionsschusses spielt die **Schussgeschwindigkeit** eine wichtige Rolle. Teixeira (1999) fand heraus, dass Fußballspieler je nach Größe des Balles mit 78 % beziehungsweise 82 % ihrer maximalen Schussgeschwindigkeit schießen, wenn sie ein definiertes Ziel im Tor treffen sollten. Sterzing et al. (2009a) untersuchten den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Genauigkeit bei der Ausführung von Innenseit-, Innenspann-, und Vollspannstößen. Aus einer Entfernung von sechs Metern führten dabei erfahrene Fußballspieler mit jeder Technik jeweils sechs Schüsse mit maximaler Genauigkeit und maximaler Geschwindigkeit aus. Wenn die Probanden die Aufgabe bekamen,

möglichst genau zu schießen, schossen sie durchschnittlich mit 82 % (Innenspann), 85 % (Vollspann) beziehungsweise 86 % (Innenseite) ihrer individuell maximal erreichbaren Schussgeschwindigkeit in Bezug auf die jeweilige Technik. Bestand die Aufgabe darin, maximale Schussgeschwindigkeit zu erreichen, schossen sie mit allen Techniken ungenauer. Es lässt sich demnach festhalten, dass Fußballspieler langsamer schießen, wenn sie genau schießen sollen und dass sie ungenauer schießen, wenn sie hohe Ballgeschwindigkeiten erreichen sollen. Bei der Ermittlung einer besten Schussgenauigkeit sollten demnach keine Vorgaben bezüglich der Schussgeschwindigkeit gegeben werden. Nur wenn Fußballspieler/innen ihre Schussgeschwindigkeit selbst wählen, können sie höchste Schussgenauigkeit zu erzielen.

Sterzing et al. (2009a) untersuchten in der oben genannten Studie außerdem den Einfluss der **fußballspezifischen Schusstechnik** auf die Genauigkeit. Sie fanden heraus, dass Fußballspieler mit der Innenseite des Fußes genauer schießen als mit dem Innen- und Vollspann. Dabei unterschieden sich die Ergebnisse der beiden Spannstoßtechniken nicht voneinander. Kristensen, Andersen & Sorensen (2005) zeigten, dass mit dem Vollspann eine höhere Genauigkeit erzielt wird als mit der Picke. Die Innenseite eignet sich demnach am besten für präzise Schüsse, allerdings lassen sich mit ihr die geringsten Schussgeschwindigkeiten erreichen (Sterzing et al., 2009a) und somit auch nur die geringsten Distanzen überbrücken. Dies hat zur Folge, dass die Schusstechnik der zu überbrückenden Distanz des Schusses angepasst wird: je weiter das zu treffende Ziel von den Proband/innen entfernt ist, desto wahrscheinlicher ist die Verwendung einer Spannstoßtechnik.

Je nach verwendeter Technik variiert der **Anlaufwinkel**. Die lehrbuchhafte Ausführung eines Vollspannstoßes erfolgt beispielsweise mit einem geradlinigen Anlauf, wohingegen dem Innenspannstoß ein kurvenförmiger Anlauf vorangestellt wird (Bauer, 1991; Düwel, 2005). Es wird vermutet, dass die Position der Spielerin oder des Spielers zum Ball (in Relation zum definierten Ziel) Auswirkungen auf die resultierende Schussgenauigkeit hat. Scurr & Hall (2009) untersuchten den Einfluss des Anlaufwinkels auf die Bewegungsausführung und die Schussgenauigkeit beim Elfmeter. Sieben Amateurspieler führten jeweils sechs Schüsse mit einem Anlaufwinkel von 30°, 45° und 60° aus. Zudem führten die Spieler sechs

Schüsse in einem selbstgewählten Winkel durch, der im Durchschnitt bei $30,3 \pm 15,2^\circ$ lag. Die Anlauflänge konnte hierbei von den Probanden frei gewählt werden. Das Ziel war ein $0,6 \times 0,6$ m großes Target in der rechten oberen Ecke eines Standard-Fußballtores. Es wurden Unterschiede in der Bewegungsausführung festgestellt, wie eine größere Beckenrotation und Oberschenkelabduktion während des Ballkontaktes bei den Winkeln 45° und 60° . Allerdings wurden keine Unterschiede bezüglich der Schussgenauigkeit festgestellt. Aufgrund der hohen Variabilität von Präzisionsschüssen sollten weitere Studien mit einer höheren Anzahl von Probanden und Schussversuchen durchgeführt werden, um weitergehende Aussagen bezüglich des Anlaufs treffen zu können.

Nagasawa et al. (2011) untersuchten den Einfluss des Schussbeines und die fußballspezifische Erfahrung auf die Schussgenauigkeit. Bei einem Vergleich von Schüssen mit dem **dominanten und nicht-dominanten Bein** zeigte sich, dass erfahrene Fußballspieler lediglich bei höher gelegenen Zielen eine geringere Schussgenauigkeit mit dem nicht-dominanten Bein aufweisen. Befinden sich die Ziele nahe dem Boden, sind sie in der Lage, mit beiden Beinen gleich genau zu schießen. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass bei einer sensibleren Erfassung der Schussgenauigkeit Unterschiede messbar würden. Die unerfahrenen Probanden schießen sowohl bei hohen als auch bei niedrigen Zielen mit dem nicht-dominanten Bein signifikant ungenauer. McLean & Tumilty (1993) fanden bei jugendlichen Fußballspielern keine Unterschiede in der Schussgenauigkeit zwischen dem dominanten und nicht-dominanten Bein, wenn sie den Ball über ein definiertes Ziel schießen sollten. Bestand die Aufgabe jedoch darin, einen Ball zielgenau mit hoher Geschwindigkeit und flach zu schießen, so schossen sie mit dem dominanten Bein genauer. Barbieri et al. (2010) verglichen die Schussgenauigkeit von Futsalspielern mit dem dominanten und nicht-dominanten Bein bei ruhenden und sich bewegenden Bällen. Aufgrund ihrer Ergebnisse resümierten sie, dass bei motorisch anspruchsvollen Aufgaben die Differenz der Schussgenauigkeit zwischen dem dominanten und dem nicht-dominanten Bein zunimmt. Diese Studien belegen insgesamt, dass die Schussgenauigkeit mit dem dominanten Bein zwar tendenziell höher ist, die

Differenz zum nicht-dominanten Bein jedoch maßgeblich von der sportmotorischen Herausforderung und vom technischen Niveau des Spielers abhängt.

Die bisher genannten Faktoren beziehen sich auf die konkrete sportmotorische Ausführung des Schusses. Im weiteren Verlauf soll der Einfluss physischer und mental/kognitiver Belastungsfaktoren auf die Spieler/innen und somit auch auf ihre Schusspräzision beleuchtet werden.

Die **physische Belastung** der Spieler/innen hat einen unmittelbaren Einfluss auf die motorische Ausführung ihrer Schüsse. Fußballspieler/innen erzielen im muskulär ermüdeten Zustand eine geringere maximale Schussgeschwindigkeit (Apriantono et al., 2006; Katis et al., 2014; Kellis, Katis & Vrabas, 2006) und eine geringere absolute Schussgenauigkeit (Stone & Oliver, 2009; Russel, Benton & Kingsley, 2011). Jedoch steht die körperliche Belastung nicht in einem linearen Zusammenhang zur Schussleistung. Young et al. (2008) zeigen in einer Studie mit Australian Football Spielern, dass erfahrene Spieler ihre Schusspräzision nach einem Lauftest sogar um 16 % verbesserten. Lyons, Al-Nakeeb & Nevill (2006) untersuchten die Passgenauigkeit im Ruhezustand, unter moderater Ermüdung und unter hoher Ermüdung. Auch sie fanden heraus, dass im Ruhe- beziehungsweise hohem Ermüdungszustand die Passgenauigkeit schlechter als im Zustand moderater Ermüdung ist. Körperliche Betätigung kann demnach auch zu einer Verbesserung der Schussgenauigkeit führen. Die Frage, bis zu welchem Grad der körperlichen Betätigung die Schussleistung zunimmt und ab wann sie wieder abnimmt, kann aufgrund des vorhandenen Datenmaterials nicht beantwortet werden. Für Studien zur Ermittlung der maximalen Genauigkeit lässt sich mit Blick auf die genannten Ergebnisse festhalten, dass diese von Proband/innen im aufgewärmten, nicht jedoch ermüdeten Zustand durchgeführt werden sollten. Aufgrund der unterschiedlichen Ausdauerleistungsfähigkeit zwischen einzelnen Spielern, zwischen den Geschlechtern und der damit zusammenhängenden unterschiedlich ausfallenden Ermüdung, empfiehlt es sich, ein individuelles Aufwärmprogramm zur Vorbereitung von Untersuchungen durchzuführen.

Neben den erläuterten physischen Faktoren spielen in Hinblick auf die Schussgenauigkeit auch **psychisch-kognitive Faktoren** eine Rolle. In der

sportwissenschaftlichen Forschung ist das Phänomen „choking under pressure“ (DeCaro et al., 2011) bekannt. Dieses Phänomen beschreibt eine Verschlechterung der Leistung in Drucksituationen. Higuchi (2000) konnte für einen Unterhandwurf und Tanaka & Sekiya (2010) konnten für das Putten beim Golfspielen eine schlechtere Präzision und höhere Bewegungsvervariabilität nachweisen, wenn die Probanden einer Drucksituation ausgesetzt waren. Im Fußball fehlen bisher detaillierte Studien zum Einfluss von Stress auf die Schussgenauigkeit. Auch die mentale Ermüdung ist als Einflussfaktor bisher nicht untersucht worden. Es drängt sich jedoch die Vermutung auf, dass Fußballspieler/innen mit abnehmender Konzentration und/oder zunehmender Drucksituation ungenauer schießen: dieser Umstand muss bei der Methodik von Schussgenauigkeitsuntersuchungen berücksichtigt werden.

Abschließend zum Kapitel bezüglich der Fußballspieler/innen als Einflussfaktoren auf die Schussgenauigkeit werden die **muskulären Voraussetzungen** betrachtet. Die Maximalkraft der unteren Extremitäten wird als wichtiger Parameter für die Erzielung maximaler Schussgeschwindigkeit diskutiert (Brooks, Clark & Dawes, 2013; Manolopoulos et al., 2004). Wenngleich die technische Ausführung ebenfalls ein wichtiges Erfolgskriterium darstellt (Cometti et al., 2001), besteht in der Forschung Einigkeit darüber, dass die Geschwindigkeit des Spielfußes vor Ballkontakt in unmittelbarem Zusammenhang zur Ballgeschwindigkeit steht (Andersen, Dörge & Thomsen, 1999; Ball, 2008; Levanon & Dapena, 1998; Nunome et al., 2002). Entscheidend für die Erzielung maximaler Ballgeschwindigkeiten ist weiterhin die Fixierung des Fußgelenks während des Schusses, um eine möglichst hohe effektive Masse zu generieren. Auf diese Art und Weise wird eine hohe Relation zwischen Fußgeschwindigkeit und Ballgeschwindigkeit erzielt (Shan, 2009; Southard, 2014; Young & Rath, 2011). Nachweislich besitzen Frauen eine geringere Maximalkraft (siehe Kapitel 2.1), was sich nachteilig auf die maximal erreichbare Schussgeschwindigkeit auswirkt (Sakamoto et al., 2014). Doch auch bezüglich der Schussgenauigkeit sind geschlechtsspezifische Unterschiede zu erwarten. Dutta & Subramaniam (2002) zeigen, dass sich ein sechs-wöchiges, isokinetisches Krafttraining der unteren Extremitäten nicht nur positiv auf die Schussgeschwindigkeit, sondern auch auf

die Schussgenauigkeit auswirkt. Young & Rath (2011) diskutieren diesbezüglich, dass bei einer höheren maximal erreichbaren Schussgeschwindigkeit die submaximale Schussgeschwindigkeit bei Genauigkeitsschüssen (siehe Kapitel 2.4.2.1) mit einem geringeren relativen Kraftaufwand erreicht wird. Laut dieser Autoren führt der geringere Kraftaufwand zu einer besseren Schussgenauigkeit.

2.4.2.2. Spielsituation

Die Spielsituation beeinflusst maßgeblich die Schussgenauigkeit. Es ist davon auszugehen, dass ein negativer Zusammenhang zwischen der **Entfernung zum Ziel** und der Genauigkeit des Schusses besteht. Eine dahingehende systematische Analyse sowie mögliche geschlechtsspezifische Differenzen wurden in der Forschung bisher nicht thematisiert.

Einen nachgewiesenen Einfluss auf die Genauigkeit hat die **Lokalisierung des Ziels im Raum**. Nagasawa et al. (2011) positionierten jeweils ein Target mit einem Radius von 1,2 m in den vier Ecken eines Standard-Fußballtores und untersuchten die Treffgenauigkeit von erfahrenen Fußballspielern und Studenten ohne fußballerische Vorerfahrungen. Ihre Ergebnisse zeigten, dass bei beiden Probandengruppen die Treffgenauigkeit bei Schüssen auf die unteren Zielscheiben deutlich höher war als dies bei Schüssen auf die oberen Ziele der Fall war. Das Treffen der beiden oberen Zielscheiben stellte eine vergleichsweise hohe sportmotorische Herausforderung dar, die von vielen der untersuchten Probanden ohne Fußballerfahrung nicht bewältigt werden konnte. Es zeigten sich außerdem Unterschiede bei der Treffgenauigkeit im Hinblick auf die horizontale Anordnung der Zielscheibe. Für alle Probanden war das rechte Bein das dominante Schussbein, mit dem sie die beiden linken Zielscheiben genauer trafen als die beiden Zielscheiben in der rechten Hälfte des Tores. Es ist zu vermuten, dass die Rotation des Körpers zum Target zu einer längeren Kontaktzeit des Fußes mit dem Ball und somit zu einer besseren Ballkontrolle führt.

Als weiterer Einflussfaktor wird die **Bewegung des Balles** diskutiert. Ein Großteil der Untersuchungen, die sich mit der Ausführung von Schüssen im Fußball auseinandergesetzt haben, führten die Untersuchungen mit einem ruhenden Ball

durch. Dieses Vorgehen hilft, die Situation zu kontrollieren und weitere Einflussfaktoren auszuschließen, und ist daher ein geeignetes Instrument, die Messsituation zu standardisieren. In einem Fußballspiel stellt der Schuss eines ruhenden Balles jedoch eine vergleichsweise seltene Aktion dar, wenngleich er in Form von Straf-, Eck- und Freistößen einen spielentscheidenden Charakter haben kann. Oftmals gibt es in einer Mannschaft ausgewählte Spieler/innen für diese Aktionen, sodass andere Spieler/innen der Mannschaft möglicherweise während eines gesamten Spiels keinen einzigen ruhenden Ball spielen. Im Gegensatz zu einem Schuss eines ruhenden Balles stellt der Pass oder Schuss eines rollenden Balles eine ungleich komplexere Anforderung dar, da die Bewegung des Balles antizipiert werden muss. Daraus resultiert eine Verschlechterung der Schussgenauigkeit (Barbieri et al., 2010).

2.4.2.3. Spielbedingung

Weiterhin müssen die Spielbedingungen wie zum Beispiel die Boden- und Wetterverhältnisse als Einflussfaktoren in den Blick genommen werden.

Potthast (2010) analysierte die Schussbewegung, -geschwindigkeit und -genauigkeit auf einem Naturrasen, einem mit Gummigranulat und einem mit Sand und Gummigranulat verfüllten Kunstrasen. Die Probanden sollten mit ihren Schüssen einen in der oberen Ecke eines Standard-Fußballtores markierten Zielbereich treffen. Gegenüber den anderen beiden Bodenbelägen trafen die Probanden auf dem Kunstrasen mit der Füllung aus Sand und Gummigranulat seltener das Ziel. Auf dem Naturrasen wurden die höchsten Genauigkeitswerte erzielt. Diese Ergebnisse zeigen, dass die **Bodenbedingung** einen Einfluss hat. Welche spezifischen Eigenschaften des Untergrundes jedoch für eine Verbesserung oder Verschlechterung der Schussgenauigkeit ursächlich sind, kann anhand des bisherigen Forschungsstandes nicht festgestellt werden. Hierfür müssen weitere Beläge untersucht und deren Eigenschaften systematisch definiert werden. Denkbar ist, dass die Ebenheit, Halmhöhe oder Traktionseigenschaften des Untergrundes Einflussfaktoren sind.

Die Traktionseigenschaften des Bodens stehen oftmals in engem Zusammenhang mit dem **Wetter**. Bei Regen werden beispielsweise Naturuntergründe weicher und Kunstrasenuntergründe rutschiger. Unabhängig vom Einfluss auf den Untergrund selbst beeinflussen beispielsweise Wind und Regen auch die Flugkurve des Balles und damit die Präzision des Schusses. Für die Vergleichbarkeit von Studienergebnissen sind daher vergleichbare Boden- und Wetterbedingungen unerlässlich.

2.4.2.4. Equipment

Bezüglich des Equipments sind der Fußballschuh und der Spielball als mögliche Einflussfaktoren auf die Schussgenauigkeit zu nennen.

Zunächst wird der mögliche Einfluss der **Traktion des Standbeines** dargestellt. Sterzing et al. (2008) konnten zeigen, dass das Traktionsverhalten des Standbeinfußes einen Einfluss auf die maximale Schussgeschwindigkeit hat. Eine gute Traktion stabilisiert den Körper während der Schussausführung und führt zu einer höheren Ballgeschwindigkeit. Ein ähnlicher Effekt ist bei der Ausführung von Präzisionsschüssen zu vermuten. Eine gute Traktion verhindert unwillkürliche Bewegungen und verbessert dadurch die Schussbewegung. Doch der Fußballschuh hat nicht nur auf der Standbeinseite, sondern auch auf der Schussbeinseite einen Einfluss auf die Genauigkeit des Schusses. So zeigen Hennig, Althoff & Hömme (2009), dass die Schusspräzision mit unterschiedlichen **Schuhmodellen** variiert und dass das barfußige Schießen die geringste Genauigkeit aufweist. Hennig & Sterzing (2010) stellen in ihrem Übersichtsartikel zum Einfluss des Fußballschuhs auf die Leistung eines Fußballspielers verschiedene Faktoren dar, welche die Schussgenauigkeit beeinflussen könnten. Sie diskutieren als mögliche Faktoren die Druckverteilung zwischen Ball und Schuh und das Ballgefühl. Weiterhin führen sie die Reibung zwischen Ball und Schuh als möglichen Einflussfaktor auf. Eine hohe Reibung könnte den Kontakt von Schuh und Ball verbessern und ein Abrutschen des Balls auf der Schuhoberfläche verhindern. Fußballspieler/innen wären bei erhöhter Reibung zwischen Schuhschaft und Balloberfläche zudem besser in der Lage, dem Ball eine höhere Rotation und somit eine stabilere Flugkurve zu verleihen. Als weiterer

Faktor wird ein höheres Schuhgewicht erwähnt, wodurch sich das Trägheitsmoment erhöht und damit die Rotationsbewegung des Schussfußes stabilisiert. Mithilfe mehrerer Studien untersuchten sie die oben genannten Hypothesen und resümierten, dass eine homogene Druckverteilung zwischen Schuhobermaterial und Ball den größten Effekt auf eine Verbesserung der Schussgenauigkeit hat.

Gemäß dem Regelwerk dürfen bei internationalen Spielen oder bei Spielen, die von der FIFA oder der jeweiligen Konföderation organisiert werden, lediglich FIFA zertifizierte **Fußbälle** verwendet werden. Sie müssen Standards bezüglich Umfang, Gewicht, Rundheit, Rückprallverhalten, Wasseraufnahme, Druck und Formstabilität erfüllen (FIFA, <http://quality.fifa.com/de/Fussballe/>). Trotz dieser starken Reglementierung unterscheiden sich Fußbälle in Herstellungsweise, Material und Oberflächenbeschaffenheit. Diese Unterschiede führen zu spezifischen Flugeigenschaften (Alam et al., 2011; Alam et al., 2012; Asai et al., 2012; Barber & Carré, 2010; Hong & Asai, 2014; Oggiano & Saetran, 2010; Passmore et al., 2011) und können damit die Schussgenauigkeit beeinflussen. Neben den Flugeigenschaften kann zudem der Kontakt zwischen Fuß und Ball und somit auch die Schussgenauigkeit durch die jeweilige Balleigenschaft beeinflusst werden. Welche Auswirkung jedoch beispielsweise der Balldruck oder das Ballmaterial auf die Präzision eines Schusses haben könnten, wurde bisher nicht untersucht.

Die Pass- und Schussgenauigkeit hat für das Fußballspiel eine sehr große Bedeutung. Umso erstaunlicher ist es, dass sie bisher in der Forschung nur eine vergleichsweise geringe Aufmerksamkeit erfuhr. Es gibt daher eine Reihe von möglichen Einflussfaktoren, die bisher noch nicht oder nur unzureichend von der Forschung bedacht wurden.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen zusammenfassenden Überblick über die bisher diskutierten dargestellten (möglichen) Einflussfaktoren der Schussgenauigkeit:

Tabelle 1: Einflussfaktoren der Schussgenauigkeit

Spieler/in	Auswirkung auf die Schussgenauigkeit
Sportmotorische Bewegungsausführung	Spieler/innen mit einem höheren technischen Niveau schießen genauer.
Schussgeschwindigkeit	Um die höchste Schussgenauigkeit zu erzielen, gibt es je nach Entfernung und Ziel eine optimale Schussgeschwindigkeit. Tendenziell sind schnellere Schüsse ungenauer.
Schusstechnik	Mit der Fußinnenseite lassen sich die genauesten Schüsse erzielen. Es folgen der Innenspann- und Vollspannschuss. Mit der Picke schießen Fußballspieler/innen am ungenausten.
Anlauf	Der Forschungsstand lässt keine Aussage zu.
Schussbein	Fußballspieler/innen schießen mit ihrem dominanten Bein genauer.
Physische Belastung	Im muskulär ermüdeten Zustand schießen Fußballspieler/innen ungenauer. Eine moderate körperliche Betätigung verbessert jedoch die Schussleistung.
Psychisch/kognitive Faktoren	Vermutlich verschlechtern eine abnehmende Konzentration und zunehmende Drucksituation die Schussgenauigkeit.
Maximalkraft	Eine höhere Maximalkraft könnte sich nicht nur auf die Schussgeschwindigkeit, sondern auch auf die Schussgenauigkeit positiv auswirken, insbesondere bei weiteren Distanzen.

Spielsituation	Auswirkung auf die Schussgenauigkeit
Entfernung zum Ziel	Je weiter das Ziel entfernt ist, desto ungenauer sind die Schüsse. Eine systematische Analyse wurde bisher nicht durchgeführt.
Lokalisierung des Ziels	Ziele nahe dem Boden werden besser getroffen als hohe Ziele. Es gibt Hinweise, dass die Schussgenauigkeit auf der Standbeinseite besser ist als auf der Schussbeinseite.
Ballbewegung	Vermutlich hat die Ballbewegung einen negativen Einfluss, wohingegen ein ruhender Ball die Schussgenauigkeit erhöht.

Spielbedingung	Auswirkung auf die Schussgenauigkeit
Untergrund	Der Untergrund hat einen Einfluss. Ein systematischer Überblick fehlt jedoch bisher.
Wetter	Der Einfluss der Wetterbedingungen wurde bisher nicht untersucht.

Equipment	Auswirkung auf die Schussgenauigkeit
Fußballschuh	Eine homogene Druckverteilung zwischen Ball und Schuh und eine hohe Traktion des Standbeinschuhs führen zu einer besseren Schussgenauigkeit.
Spielmaterial	Die Balleigenschaften können die Wechselwirkung mit dem Schuh (Druckverteilung) und das Flugverhalten beeinflussen.

2.5. Sportspielanalysen im Fußball

Die Sportspielbeobachtung und -analyse ist ein wichtiger Bestandteil des modernen Fußballs. Sie dient als Instrument der Leistungsanalyse gegnerischer Mannschaften, der Beobachtung einzelner Spieler/innen und vor allem der Leistungsanalyse und Spielvorbereitung der eigenen Mannschaft (Bisanz & Gerisch, 2013). Für die Gestaltung spielnaher Trainingseinheiten, welche je nach Spielposition, taktischer Ausrichtung und Trainingszustand individuell auf die Spieler/innen abgestimmt sind, ist es notwendig, das konkrete Anforderungsprofil der Spieler/innen zu kennen. Belastungen können dadurch gezielt und wettkampfnah gesteuert, die Wirkung des Trainings überprüft und die Regeneration gefördert werden (Andersson et al., 2010; Carling et al., 2008; Gabbet & Mulvey 2008; Gabbett, Wiig & Spencer, 2013; Mohr et al., 2008).

Aufgrund der unterschiedlichen physiologischen Unterschiede zwischen Frauen und Männern ist die Erstellung charakteristischer Belastungs- und Beanspruchungsprofile für eine geschlechtsspezifische Trainingsgestaltung notwendig (Bradley et al., 2014). Spielanalysen können darüber hinaus helfen, spielnahe Laborstudien zu entwerfen, welche beispielsweise die Auswirkungen von Ernährung, Außentemperatur oder Ermüdung auf die Leistungsfähigkeit untersuchen (Carling et al., 2008).

Weiterhin leistet die Spielanalyse nicht nur einen Beitrag zur Trainingsgestaltung und Leistungsanalyse, sondern liefert auch wichtige Informationen für die Sportschuhentwicklung (Hennig & Althoff, 2014). Aufgrund detaillierter Analysen der im Spiel vollzogenen Bewegungen der Spieler/innen können die Traktionsanforderungen an Fußballschuhe definiert werden (Hennig & Althoff, 2013). Insbesondere das Wissen um charakteristische Bewegungen auf dem Rasen, die häufig zum Ausrutschen der Spieler/innen führen, kann helfen, die Traktionseigenschaften zu verbessern und somit die Leistung der Spieler/innen steigern (Althoff et al., 2009). Bei der Entwicklung von Fußballschuhen sollte auch der Kontakt des Schuhs mit dem Ball betrachtet werden. Mithilfe von Spielanalysen kann erfasst werden, welche Areale des Fußballschuhs während eines Spiels mit dem Ball in Kontakt treten. Diese Kenntnisse bilden die Grundlage für die Gestaltung des Schuhschafts und seiner Oberflächengestaltung (Hennig, 2006).

2.5.1. Sportspielanalysemethoden

Je nach Fragestellung existieren verschiedene Methoden von Sportspielanalysen. Die wohl am weitesten verbreitete Form ist die **freie Spielbeobachtung**. Sie wird von jeder Person durchgeführt, die ein Sportspiel anschaut (Martin, 1972). Im Wesentlichen stützt sie sich auf die subjektive Wahrnehmung der jeweiligen Beobachter/innen. Dabei verfolgen die Beobachter/innen kein klares Ziel und interpretieren die Situation individuell. Lames (1994) definiert daher diese Form der Spielbeobachtung auch als subjektive Eindrucksanalyse. Aufgrund der fehlenden Systematik genügt sie jedoch nicht den wissenschaftlichen Gütekriterien.

Mithilfe der **systematischen Spielanalyse** lässt sich dagegen ein Sportspiel nach wissenschaftlichen Maßstäben beschreiben (Hansen, 2003). Ziel ist es, die Realität wiederzugeben und das Sportspiel zu reproduzieren (Martin, 1972; Lames, 1994). Nach Winkler (2000) ist eine Spielanalyse als systematisch zu bezeichnen, wenn ihre Beobachtungs- und Auswertungsziele definiert, ihre Beobachtungs- und Auswertungsmethoden eindeutig benannt und ihre Ergebnisse dokumentiert und interpretiert werden. Im Gegensatz zur eingangs vorgestellten

freien Spielbeobachtung wird die Bewertungsfreiheit der Beobachter/innen eingeschränkt, um die Interpretationsobjektivität zu sichern. Die Auswertung der systematischen Spielbeobachtung kann dabei quantitativ oder/und qualitativ erfolgen (Abbildung 3). Die quantitative Auswertung erstellt ein objektives Spielprotokoll, indem beispielsweise definierte technische Aktionen oder einfache taktische Handlungen numerisch erfasst werden. Jedoch können Ursachen der jeweiligen Aktionen und komplexe taktische Zusammenhänge nicht dokumentiert werden (Bauer, 1998; Winkler, 2000). Für die Beurteilung individueller, technisch-taktischer Fehler oder komplexer gruppen- und mannschaftstaktischer Handlungen ist deshalb die Ergänzung um eine qualitative Auswertung sinnvoll. Die Auswertung wird jedoch maßgeblich von der Fachkompetenz der Beobachter/innen bestimmt und eine gewisse Restsubjektivität kann dabei nicht ausgeschlossen werden (Augustin, 2000).

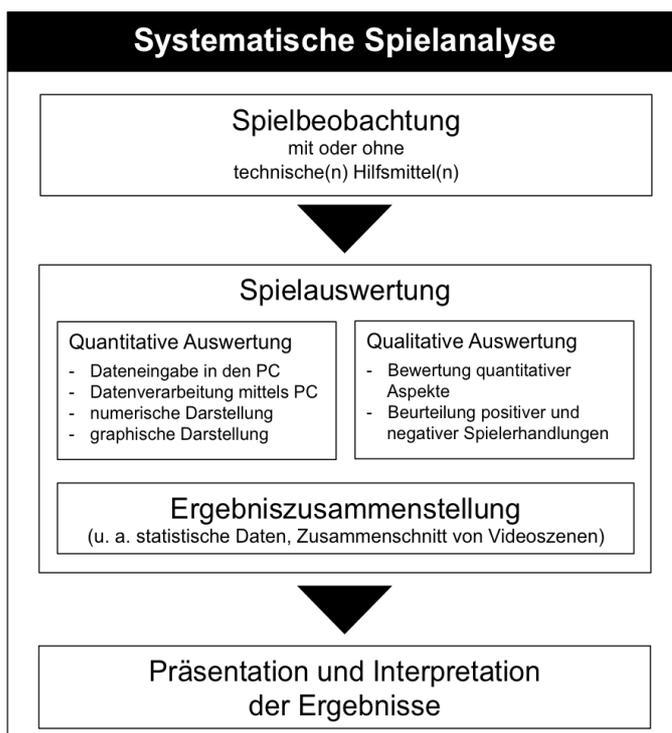


Abbildung 3: Prozessmodell einer „Systematischen Spielanalyse“
(modifiziert nach Winkler 2000, S.64)

Neben der Unterscheidung zwischen freier und systematischer Spielbeobachtung beziehungsweise Spielanalyse ist außerdem zu differenzieren, ob das Verhalten der Spieler/innen unmittelbar (= direkte Analyse) erfasst wird oder ob die

Auswirkungen der Handlungen der Spieler/innen (= indirekte Analyse) erfasst werden. Ein Beispiel für eine direkte Analyse ist die Erfassung der Laufleistung, das heißt die unmittelbare körperliche Betätigung der Spieler/innen. Diese kann beispielsweise über eine satellitengestützte Positionsanalyse mit GPS-Empfängern (Hennig & Wenniges, 2001) oder durch die Digitalisierung von Videoaufnahmen bestimmt werden (Carling et al., 2008). Die telemetrische Pulsmessung gibt hingegen Auskunft über die Auswirkung der Betätigung auf den Körper der Spieler/innen und stellt ein Beispiel für eine indirekte Analyse dar (Bauer, 1998). Bei der Spielanalyse können die Beobachter/innen verschiedene Rollen einnehmen. Wenn sie vor Ort sind, können sie sowohl aktiv mit den zu beobachtenden Spieler/innen in einen Interaktionsprozess treten (= aktiv-teilnehmende Rolle) oder aber sich weitestgehend zurück nehmen (= passiv-teilnehmende Rolle). Wird dagegen das zu beobachtende Spiel aufgenommen oder übertragen und findet die Analyse im Anschluss mithilfe der Aufzeichnungen statt, so nehmen sie eine nicht-teilnehmende Rolle ein. Des Weiteren ist zu unterscheiden, ob die zu analysierenden Personen mit oder ohne ihr Wissen beobachtet wurden. Eine Fußballweltmeisterschaft beispielsweise unterliegt einem hohen öffentlichen Interesse und die Spieler/innen sind sich daher bewusst, dass sie beobachtet werden. Es handelt sich also dabei immer um eine wissentliche Beobachtung. Erfolgt die Beobachtung „live“ im Stadion, so wird eine unvermittelte, das heißt direkte Beobachtung vorgenommen. Dabei können jedoch nur eine begrenzte Anzahl an Informationen erfasst werden, da den Beobachter/innen natürliche Grenzen ihrer Beobachtungsfähigkeit gegeben sind. Die vermittelte Beobachtung erfolgt dagegen mit technischen Hilfsmitteln wie beispielsweise durch Videoaufzeichnungen. Dadurch können Spielsequenzen beliebig oft angeschaut und analysiert werden (Lames, 1994). Dieser vermittelten Analyse stehen aufgrund des technischen Fortschrittes mittlerweile leistungsstarke Computer und Videosysteme zur Verfügung, sodass die Datenerfassung und -verarbeitung kaum mehr einen limitierenden Faktor darstellt.

Im modernen Fußball erhalten immer mehr digitale Datenerfassungssysteme Einzug, welche sämtliche Bewegungen von Spieler/innen, Ball und Schiedsrichter/innen automatisch erfassen und die entsprechenden Daten statistisch

aufbereiten. Hierfür werden in den Stadien Kameras installiert, die die Bewegungen auf dem Rasen erfassen. Zentraler Vorteil dieser Systeme ist die Echtzeiterfassung einer Vielzahl von Daten und deren automatische Aufbereitung (AmiscoPro, <http://www.prozonesports.com>; Deltatre, <http://www.deltatre.com>; Opta, <http://www.optasports.de>).

2.5.2. Sportspielanalysen im Frauenfußball

Im Folgenden wird ein Überblick über Sportspielanalysen gegeben, die im Frauenfußball durchgeführt wurden. Sofern vergleichbare Studien im Männerfußball existieren, werden die Ergebnisse geschlechtervergleichend dargestellt.

Mit steigender Popularität und Professionalisierung des Frauenfußballs ist ein Anstieg von geschlechtsspezifischen und -vergleichenden Spielanalysen zu beobachten. Der Großteil der Veröffentlichungen untersucht die physischen Belastungen unter Wettkampfbedingungen.

Geschlechtervergleichende Studien zeigen eine absolute Laufleistung von weiblichen Fußballspielerinnen während eines Spiels zwischen 9,9 km und 10,8 km (Andersson, Ekblom & Krstrup, 2008; Bradley et al., 2014; Krstrup et al., 2005). Trotz der höheren Ausdauerleistungsfähigkeit (siehe Kapitel 2.1) liegt die durchschnittliche Laufleistung der männlichen Fußballspieler mit 10,4 km bis 11,1 km (Andersson, Ekblom & Krstrup, 2008; Bradley et al., 2014; Mohr, Krstrup & Bangsbo, 2003) lediglich geringfügig über den Werten der Frauen. Deutlichere Unterschiede lassen sich dagegen in der Laufintensität finden: Männer absolvieren in einem Fußballspiel mehr Sprints als die weiblichen Spielerinnen. Dabei wird bei den Männern ein Lauf mit einer Geschwindigkeit von mehr als 30 km/h und bei den Frauen von mehr als 25 km/h als Sprint notiert. Weiterhin legen die Männer weitere Strecken mit einer hohen Laufgeschwindigkeit (= über 15 km/h) zurück. Je nach Studie liegt dieser Unterschied bei 2,43 km gegenüber 1,31 km (Krstrup et al., 2005; Mohr, Krstrup & Bangsbo, 2003), 2,01 km gegenüber 1,15 km (Andersson, Ekblom & Krstrup, 2008) beziehungsweise 2,14 km gegenüber 1,64 km (Bradley et al., 2014). Anzumerken ist an dieser Stelle, dass diesen Studien ein absoluter Vergleich der Geschlechter zugrunde

liegt. Als hohe Laufgeschwindigkeit wurde jeweils eine Geschwindigkeit von mehr als 15 km/h definiert und nicht etwa eine relative Geschwindigkeit bezogen auf die maximal erreichbare Laufgeschwindigkeit, welche bei Frauen geringer ist (siehe Kapitel 2.1).

Bei beiden Geschlechtern nehmen sowohl der Laufumfang als auch die Laufintensität mit zunehmender Spieldauer ab. Ein Vergleich der letzten Viertelstunde gegenüber den ersten 15 Minuten jeder Halbzeit zeigt bei den Frauen einen Rückgang der Läufe mit hoher Geschwindigkeit um 30 % in der ersten Halbzeit und um 34 % in der zweiten Halbzeit (Krustrup et al., 2005). Bei den Männern nehmen Läufe dieser Geschwindigkeit in der ersten Halbzeit um 15 % und in der zweiten Halbzeit um 20 % ab (Mohr, Krustrup & Bangsbo, 2003). Bradley et al. (2014) vergleichen den Laufumfang und die Intensität beider Halbzeiten miteinander. Bei den Frauen sank die absolute Laufdistanz in der zweiten Halbzeit um 4 % und die Läufe mit hoher Geschwindigkeit um 7 %. Die Männer waren dagegen in der Lage, in beiden Halbzeiten eine ähnliche Laufleistung zu erbringen. Ursache für die Abnahme der Laufleistung bei den Frauen ist sicherlich in deren zunehmenden physischen Ermüdung zu sehen. Gabbet & Mulvey (2008) beobachten ebenfalls einen Rückgang der Laufdistanz bei weiblichen Fußballspielerinnen, jedoch bleibt die Anzahl und Intensität der Sprints über den Spielverlauf konstant. Somit geben sie die Ermüdung der Spielerinnen im Laufe des Spiels zwar als eine, nicht jedoch als alleinige Ursache für die Abnahme der Laufdistanz in der zweiten Spielhälfte an. Sie diskutieren darüber hinaus taktische, technische und psychische Faktoren als Einflussgrößen.

Neben der Spieldauer beeinflusst die Spielposition die physische Wettkampfleistung in wesentlichem Umfang. Spieler/innen nehmen in einem Spiel unterschiedliche Aufgaben wahr, die je nach ihrer Position und der taktischen Ausrichtung ihrer Mannschaft variieren können. Geschlechterunabhängig absolvieren zentrale Mittelfeldspieler/innen durchschnittlich die weitesten, zentrale Abwehrspieler/innen (Torhüter/innen nicht mit einbezogen) hingegen die geringsten Distanzen in einem Spiel. Unterschiede zwischen den Geschlechtern ergeben sich bezüglich der Distanz, die mit einer sehr hohen Geschwindigkeit von über 25 km/h absolviert wird. Im Frauenfußball sind es die Stürmerinnen, welche

die weitesten Strecken sprinten, im Männerfußball die äußeren Mittelfeldspieler (Bradley et al., 2014). Dieser Unterschied kann ein Indiz für eine unterschiedliche Spielweise von Frauen und Männern darstellen.

Weitere geschlechtervergleichende Studien wurden von Andersson, Ekblom & Krstrup (2008) durchgeführt. Sie untersuchten die Laufleistung in Abhängigkeit vom Untergrund (Naturrasen und Kunstrasen) und stellten zwischen den Geschlechtern keine Unterschiede fest. Wenngleich die messbare Laufleistung identisch war, empfanden die weiblichen Fußballspielerinnen das Laufen auf dem Kunstrasen als anstrengender.

Unterschiede bezüglich der physischen Leistung lassen sich bei Spieler/innen mit unterschiedlichem Spielniveau feststellen. Mohr et al. (2008) verglichen Nationalspielerinnen und Spielerinnen der höchsten nationalen Liga miteinander. Beide Probandengruppen absolvierten eine ähnliche absolute Laufdistanz während eines Spiels. Die Anzahl der Sprints und Läufe mit hoher Geschwindigkeit war jedoch bei den Nationalspielerinnen höher. Gegen Ende des Spiels nahm bei allen Spielerinnen die Laufleistung ab. Bei den Spielerinnen der nationalen Liga zeigte sich darüber hinaus eine reduzierte Laufleistung gegen Ende der ersten Halbzeit und nach sehr laufintensiven Spielphasen. Nicht nur das individuelle Spielniveau, sondern auch die gegnerische Mannschaft und die Spielumstände haben einen Einfluss auf die Laufleistung. Im Vergleich zu nationalen Ligaspielen legen dieselben Fußballspielerinnen in Spielen, die im Rahmen eines internationalen Wettbewerbes stattfinden, eine höhere absolute Laufdistanz zurück, laufen häufiger mit einer hohen Geschwindigkeit und sprinten häufiger (Andersson et al., 2010).

Neben Studien zur physischen Leistung wurden bisher in der Frauenfußballforschung taktische und technische Parameter analysiert. Die Bedeutung einzelner technischer und taktischer Elemente für den Spielerfolg wurden von Soroka & Bergier (2010) untersucht. Sie verglichen die Anzahl und die Qualität von Pässen, Schüssen, Standardsituationen, defensiven und offensiven Zweikämpfen, Konter- und Positionsangriffen der Gewinner- und Verlierermannschaft miteinander. Die Gewinnermannschaften führten die beobachteten

Aktionen mit einer höheren Frequenz und einer höheren Effektivität aus. Den höchsten positiven Einfluss auf einen Spielerfolg hatten die defensiven Zweikämpfe, gefolgt von den offensiven Zweikämpfen, der Passgenauigkeit und der Ausführung von Standardsituationen. Eine höhere Frequenz dieser Aktionen spricht für eine höhere Spielaktivität. Ein Vergleich von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen in der Champions League ergibt keine Unterschiede bezüglich der absoluten Anzahl an Ballberührungen, der Zeit des Ballbesitzes oder der gewonnenen Zweikämpfe. Das Spiel der Frauen weist jedoch eine höhere Fehlpassquote und mehr Ballverluste auf (Bradley et al., 2014).

Kirkendall, Dowd & DiCicco (2002) betrachteten die Viertelfinal-, Halbfinal- und Finalspiele der Weltmeisterschaften 1998 (Männer) und 1999 (Frauen). Dabei verglichen sie die Erfolgsquoten der Angriffe. Beide Geschlechter erzielten annähernd gleich viele Tore (Frauen: 23; Männer: 21). Die Frauen benötigten zum Erfolg jedoch eine geringere Anzahl an Torschüssen (Frauen: 176; Männer: 231). Unterschiede existierten weiterhin bezüglich der Zeitpunkte der Tore: die Frauen erzielten die meisten Tore in den ersten 20 bis 25 Minuten der beiden Halbzeiten, die Männer zu Beginn der zweiten Halbzeit und gegen Ende des Spiels. Keine nennenswerten Unterschiede existierten in der Anzahl der Pässe sowie der Zahl involvierter Spieler/innen vor einem Torerfolg. Jedoch begannen etwa Dreiviertel der Angriffe, die zu einem Tor führten, bei den Frauen im offensiven Drittel des Spielfeldes. Bei den Männern begannen jeweils 41 % im offensiven und im mittleren Drittel. Die Autoren diskutieren aus diesen Gründen eine unterschiedliche Spielweise der Geschlechter, welche bei den Frauen durch ein größeres Leistungsgefälle zwischen den Stürmerinnen und Abwehrspielerinnen zuungunsten der Abwehr bedingt sein könnte.

Studien von Fuller et al. (2004) und Tscholl et al. (2007) untersuchten Zweikämpfe von männlichen Fußballspielern während der Weltmeisterschaft 1998, Junioren U17 Weltmeisterschaft 1999 und der Olympischen Spiele 2000 sowie von weiblichen Fußballspielerinnen während der Weltmeisterschaften 1999 und 2003, Junioren U19 Weltmeisterschaften 2002 und 2004 und der Olympischen Spiele 2000 und 2004. Beide Studien verwendeten dieselbe Methodik, sodass ihre Ergebnisse vergleichbar sind. In den Frauenspielen wurden pro Spiel

durchschnittlich 147 Zweikämpfe gezählt, bei den Männern waren es 70 – ein deutlicher Unterschied in der Anzahl der Zweikämpfe. Die Art des Zweikampfes war bei beiden Geschlechtern jedoch ähnlich. Unterschiede zeigten sich in der Untersuchung nur bei Zweikämpfen, welche von der Seite aus und stehend beziehungsweise laufend geführt wurden. Diese wurden von den Frauen deutlich häufiger angewendet.

Ein umfassender Vergleich des Spielverhaltens von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen wurde von Althoff (2007) im Rahmen der schriftlichen Hausarbeit der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt durchgeführt. Mithilfe der aufgezeichneten Fernsehübertragungen wurden die Viertelfinal-, Halbfinal- und Finalspiele der Frauen-Fußballweltmeisterschaft 2003 und der Männer-Fußballweltmeisterschaft 2002 miteinander verglichen. Dabei wurden sämtliche Aktionen mit Ball und in Ballnähe analysiert und auf dem Spielfeld lokalisiert. Von besonderem Interesse waren dabei die jeweils verwendeten Pass- und Schusstechniken der Aktionen mit dem Ball. Es zeigte sich, dass die Frauen, im Vergleich zu den Männern, den Ball häufiger über eine Distanz von mehr als 25 Metern passten. Im Spiel der Männer wurde dagegen vermehrt das Kurzpassspiel eingesetzt. Diese deutlichen Abweichungen im Passspiel sprechen für einen unterschiedlichen Spielaufbau. Die Frauen überbrückten das Spielfeld mit langen Pässen, wohingegen die Männer den kontrollierten Spielaufbau bevorzugten. Hinsichtlich der Torchancen waren die Frauen deutlich effektiver, denn sie erzielten mit weniger Torchancen mehr Tore. Ursächlich hierfür ist vermutlich im Frauenfußball ein größeres Leistungsgefälle zwischen den Stürmerinnen und den Abwehrspielerinnen beziehungsweise Torhüterinnen. Für dieses Leistungsgefälle spricht auch die Lokalisierung der Spielaktionen. Männer besaßen deutlich mehr Spielanteile auf den Außenbahnen der gegnerischen Hälfte, vermutlich weil sich die abwehrende Mannschaft im Zentrum gut vor dem Tor postierte und entsprechend den direkten Weg zum Tor erschwerte. Den Frauen gelang es dagegen häufiger, über das Zentrum zum Tor zu gelangen. Im Vergleich zu den Männern verwendeten die Frauen häufiger den Innenspannstoß. Die Männer spielten dagegen den Ball häufiger mit der Innenseite. Begründet ist dieses zum einen in dem höheren Anteil der langen Pässe bei den Frauen, da

diese häufiger mit dem Innenspann gespielt werden. Jedoch verwendeten die Frauen auch relativ gesehen sowohl bei den kurzen als auch bei den langen Pässen häufiger den Innenspann. Vermutlich müssen sie aufgrund ihrer geringeren Muskelkraft eine andere Technik einsetzen, um die entsprechenden Distanzen überbrücken zu können.

Wie in der Einleitung bereits erläutert, hat sich der Frauenfußball in den vergangenen Jahren enorm verändert. Stetig steigende Mitgliederzahlen, professionellere Strukturen, verbesserte Trainingsbedingungen und eine umfangreichere medizinische Versorgung lassen Veränderungen im Spielverhalten vermuten. Daher wurde in der vorliegenden Arbeit die dargestellte Spielanalyse der Weltmeisterschaften 2002 und 2003 erweitert. Anhand einer vergleichenden Analyse der Frauen-Weltmeisterschaft 2011 sollen Entwicklungstendenzen im Frauenfußball aufgezeigt werden (siehe Kapitel 3).

3. Systematische Spielanalyse der Frauenfußball-Weltmeisterschaften 2011 und 2003 und der Männerfußball-Weltmeisterschaft 2002

Frauen und Männer unterscheiden sich bezüglich ihrer physischen Leistungsfähigkeit (siehe Kapitel 2.1). Die Kraft- und Ausdauerkomponenten haben einen direkten Einfluss auf leistungsbezogene Parameter des Fußballspiels. Zu nennen sind hier die Laufstrecke und -geschwindigkeit, die Schussgeschwindigkeit, die Sprunghöhe und die Robustheit im Zweikampf. Ferner ist der Professionalisierungsgrad im Männerfußball deutlich höher als im Frauenfußball (Jansen et al., 2011; Klein, 2007; Zimmermann, 2012), was große Auswirkungen auf das Trainingspensum und somit auf die technisch-taktische Ausbildung hat. Trotz dieser unterschiedlichen körperlichen Voraussetzungen, finanziellen und organisatorischen Rahmenbedingungen und fußballspezifischen Vorerfahrungen der beiden Geschlechter spielen Frauen und Männer das gleiche Spiel nach denselben Regeln. Dieser Umstand macht einen Vergleich der Geschlechter interessant und lohnenswert, auch wenn die bestehenden Unterschiede einen Vergleich nach qualitativen Gesichtspunkten nur bedingt zulässig erscheinen lassen. Sinnvoll bleibt die Frage, welche Auswirkungen die geschlechtsspezifischen Unterschiede auf das Spielverhalten der Geschlechter oder auf die Ausführung einzelner Techniken haben. So können beispielweise Trainingsinhalte oder Sportequipment geschlechtsspezifisch verbessert werden.

In der Literaturbesprechung wurde bereits dargestellt, dass die Anzahl von Spielanalysen im Frauenfußball in den letzten Jahren deutlich zugenommen hat (siehe Kapitel 2.5.2). Das gestiegene Interesse am Frauenfußball spiegelt sich demnach nicht nur in der Anzahl der aktiven Spielerinnen wider (siehe Kapitel 1), sondern auch in der breiteren wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit dem Thema. Ein Großteil der bisher durchgeführten Spielanalysen erfasste Daten bezüglich der physischen Leistungsfähigkeit der Spielerinnen oder der Verletzungshäufigkeiten und -mechanismen im Frauenfußball. Erst seit wenigen Jahren werden auch hier spieltaktische Merkmale erfasst und systematisch ausgewertet.

Eine systematische Analyse der verwendeten fußballspezifischen Techniken von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen unter Wettkampfbedingungen wurde bisher lediglich von der Verfasserin der vorliegenden Arbeit vorgenommen (Althoff, 2007). Diese Studie wurde im Rahmen der schriftlichen Hausarbeit der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt für die Sekundarstufe I/II durchgeführt. Dabei wurden sämtliche Spielaktionen in Ballnähe sowie die verwendeten Schuss- und Passtechniken ausgewählter Spiele der Fußball-Weltmeisterschaften 2002 der Männer und 2003 der Frauen analysiert. Wie bereits dargestellt, haben sich die Mitgliederzahlen der weiblichen Fußballspielerinnen und die Strukturen des Frauenfußballs seit der untersuchten Frauen-Weltmeisterschaft maßgeblich verändert. Welche Auswirkungen diese Veränderungen auf das Spielgeschehen der Frauen haben, soll mithilfe der vorliegenden Arbeit untersucht werden. Aus diesem Grund wurde die bereits durchgeführte Studie um eine Analyse der Frauenfußball-Weltmeisterschaft 2011 ergänzt. Um die Vergleichbarkeit der Studien zu gewährleisten, wurde in beiden Studien dieselbe Methodik verwendet (siehe Kapitel 3.1).

Das Ziel der vorliegenden Studie ist daher erstens die Charakterisierung des Frauenleistungsfußballs, sowie zweitens die Analyse der Entwicklungen des Frauenfußballs in dem Zeitraum von 2003 bis 2011. Außerdem werden die Unterschiede zum Männerfußball anhand der Weltmeisterschaftsspiele im Jahr 2002 aufgezeigt.

Das Sportspiel Fußball ist aufgrund der mannigfaltigen sportlichen Techniken und spieltaktischen Variationsmöglichkeiten sehr komplex, eine Spielanalyse muss sich daher auf ausgewählte und klar definierte Beobachtungskategorien konzentrieren. In der hier durchgeführten Studie wurden die Häufigkeit und die Lokalisierung von spielrelevanten Aktionen mit Ball oder in Ballnähe dokumentiert. Dabei fand keine qualitative Beurteilung der jeweiligen Aktion nach spieltaktischer Relevanz oder bewegungstechnischer Ausführung statt, sondern es erfolgte ausschließlich eine quantitative Erhebung. Darüber hinaus setzt die Studie an dem schon erwähnten Forschungsdefizit an und erfasste die jeweils verwendeten Techniken der Aktionen mit Ball. Anhand der erhobenen Daten wird erörtert, ob Unterschiede zwischen den Geschlechtern bestehen. Darüber hinaus ermöglichen

die Ergebnisse eine Diskussion der technischen oder taktischen Veränderungen im Frauenfußball im Laufe des Untersuchungszeitraums und geben den Blick frei auf eventuelle Entwicklungstendenzen.

3.1. Methodik

Bei der durchgeführten Studie wurden mithilfe von Videoaufzeichnungen der Fernsehübertragungen der Frauenfußball-Weltmeisterschaften 2003 und 2011 und der Männerfußball-Weltmeisterschaft 2002 sämtliche Spielaktionen mit dem Ball erfasst, charakterisiert und auf dem Spielfeld lokalisiert. Hierfür wurde die Methode der systematischen Spielbeobachtung gewählt. Wie in Kapitel 2.5.1 dargestellt, ist nach Winkler (2000) unter Spielbeobachtung ein „gezieltes Wahrnehmen und Speichern von Informationen“ (Winkler, 2000, S. 64) zu verstehen und sie ist durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:

- klare Definition der Beobachtungs- und Auswertungsziele
- eindeutige Benennung der Beobachtungs- und Auswertungsmethoden
- umfassende Dokumentation und Interpretation der Ergebnisse.

Bezüglich der Spielauswertung ist zwischen quantitativer und qualitativer Auswertung zu unterscheiden (siehe Kapitel 2.5.1). Die vorliegende Studie erfüllt die Kriterien der quantitativen Auswertung: Spielszenen wurden anhand eines im Vorfeld definierten Beobachtungsbogens kategorisiert und numerisch und graphisch dargestellt. Dabei wurde das Verhalten der Spieler/innen unmittelbar erfasst, dessen Auswirkungen blieben unberücksichtigt. Beim Untersuchungsgegenstand handelte es sich um Weltmeisterschaften, die grundsätzlich ein großes mediales Interesse begleitet. Deshalb war den Spieler/innen durchaus bewusst, dass sie beobachtet werden. Diese Spielbeobachtung ist daher als wissentlich zu bezeichnen. Die Rolle der Beobachterinnen war nicht-teilnehmend, da sie zum Zeitpunkt des zu beobachtenden Verhaltens in keinen Interaktionsprozess mit den Spieler/innen traten, sondern die Beobachtung vermittelt vornahmen, das heißt in Form von technischer Vermittlung über eine Videoaufzeichnung. Zusammenfassend lässt sich die hier durchgeführte Spiel-

beobachtung also als systematisch, direkt, wissentlich, nicht-teilnehmend und vermittelt charakterisieren (Lames, 1994).

3.1.1. Untersuchungsgegenstand

Analysiert wurden die Viertelfinalsple, Halbfinalspiele, Spiele um Platz 3 und Finalsple der Frauenfußball-Weltmeisterschaften 2003 in den USA und 2011 in Deutschland sowie der Männerfußball-Weltmeisterschaft 2002 in Japan/Südkorea. Demnach basiert die Untersuchung auf folgenden Spielpaarungen:

Tabelle 2: Analyierte Begegnungen der Frauenfußball-Weltmeisterschaft 2003

Runde	Begegnung	Ergebnis (nach regulärer Spielzeit)
Viertelfinale	USA - Norwegen	1 : 0
	Brasilien - Schweden	1 : 2
	Deutschland - Russland	7 : 1
	China - Kanada	0 : 1
Halbfinale	USA - Deutschland	0 : 3
	Schweden - Kanada	2 : 1
Spiel um Platz 3	USA - Kanada	3 : 1
Finale	Deutschland - Schweden	2 : 1 n. V. (1 : 1)

n. V. = nach Verlängerung / n. E. = nach Elfmeterschießen

Tabelle 3: Analyierte Begegnungen der Frauenfußball-Weltmeisterschaft 2011

Runde	Begegnung	Ergebnis (nach regulärer Spielzeit)
Viertelfinale	England - Frankreich	4 : 5 n. E. (1 : 1)
	Deutschland - Japan	0 : 1 n.V. (0 : 0)
	Schweden - Australien	3 : 1
	Brasilien - USA	5 : 7 n. E. (1 : 1)
Halbfinale	Frankreich - USA	1 : 3
	Japan - Schweden	3 : 1
Spiel um Platz 3	Schweden - Frankreich	2 : 1
Finale	Japan - USA	5 : 3 n. E. (1 : 1)

n. V. = nach Verlängerung / n. E. = nach Elfmeterschießen

Tabelle 4: Analyzierte Begegnungen der Männerfußball-Weltmeisterschaft 2002

Runde	Begegnung	Ergebnis (nach regulärer Spielzeit)
Viertelfinale	England - Brasilien	1 : 2
	Deutschland - USA	1 : 0
	Spanien - Südkorea	3 : 5 n. E. (0 : 0)
	Senegal - Türkei	0 : 1 n. V. (0 : 0)
Halbfinale	Deutschland - Südkorea	1 : 0
	Brasilien - Türkei	1 : 0
Spiel um Platz 3	Südkorea - Türkei	2 : 3
Finale	Deutschland - Brasilien	0 : 2

n. V. = nach Verlängerung / n. E. = nach Elfmeterschießen

Den Spielplänen ist zu entnehmen, dass Mannschaften, die das Viertelfinale verloren haben, einmal, alle anderen Mannschaften dreimal analysiert wurden. Um die Vergleichbarkeit der Spiele zu gewährleisten, wurden Aktionen nach der regulären Spielzeit nicht analysiert. Aktionen in der Verlängerung und beim Elfmeterschießen wurden demnach nicht berücksichtigt. Es handelt sich beim Untersuchungsgegenstand jeweils um die Endrunde einer Weltmeisterschaft. Daher ist davon auszugehen, dass die zu dem jeweiligen Zeitpunkt erfolgreichsten Mannschaften gegeneinander antraten und somit die Grundlage dieser Untersuchung bilden.

3.1.2. Spielanalyse

Die Spielanalyse erfolgte anhand von Videoaufzeichnungen der Fernsehübertragungen. Für die Auswertung waren lediglich Aktionen in unmittelbarer Nähe des Balles bedeutsam, daher eignen sich die in der Regel auf den Ball ausgerichteten Fernsehbilder zur Analyse. Einige Szenen konnten aufgrund von Wiederholungen vergangener Spielsequenzen oder Einblendungen der Zuschauer/innen oder Trainer/innen nicht dokumentiert werden. Deren Anzahl ist aber zum einen als sehr gering einzuschätzen, zum anderen besteht dieser Umstand bei allen Spielen des Untersuchungskorpus gleichermaßen. Somit besteht zwar eine geringe Unterrepräsentation der absoluten Zahlen, der Einfluss auf die relativen Zahlen ist dagegen als unbedeutend anzusehen und zu

vernachlässigen. Trotz dieses genannten Nachteils der vermittelten Videoanalyse birgt sie, im Vergleich zur unvermittelten Echtzeitbeobachtung, deutliche Vorteile. Der für die vorliegende Analyse bedeutendste Vorteil liegt in der Zeitlupenfunktion des DVD-Players. Durch sie können komplexe Situationen des Spiels stark verlangsamt oder mehrmals abgespielt werden, wodurch die Beurteilung der Spielaktionen entscheidend erleichtert wird. Insbesondere die Kategorisierung der verwendeten Techniken ist oftmals in Echtzeit nicht möglich und bedarf einer reduzierten Bildgeschwindigkeit. Weiterhin ist für die Beurteilung der fußball-spezifischen Techniken die Expertise der Beobachter/innen unerlässlich. Die Erhebung dieser Daten kann nur von erfahrenen Trainer/innen oder Spieler/innen geleistet werden, da die Kategorisierung der jeweils verwendeten Technik nicht automatisiert – beispielsweise mittels einer Computersoftware – erfolgen kann.

Um eine gleichbleibende und unveränderte Beurteilung der Spielszenen zu gewährleisten, erfolgte die Spielanalyse in einem Team, das aus zwei Expertinnen bestand. Dabei gab es zwei Zweier-Teams. Das erste erfasste die Aktionen der Weltmeisterschaften 2002 und 2003 und das zweite die Aktionen der Weltmeisterschaft 2011. Das zweite Team wurde von einer Expertin des ersten Teams eingewiesen und die Methodik ebenso detailliert erläutert wie die Beurteilungskriterien zur Kategorisierung der im Spiel beobachteten Aktionen und Techniken. Das erste Spiel der Weltmeisterschaft 2011 wurde anhand dieser Kriterien gemeinsam analysiert. Jedes Spiel wurde von dem jeweiligen Beobachter-Team zweimal analysiert, dabei stand jeweils nur eine der zwei Mannschaften im Fokus der Betrachtung.

Mithilfe eines Beobachtungsbogens (siehe Anhang) wurden die beobachteten Spielaktionen dokumentiert und anschließend für die Datenauswertung in die Tabellenverarbeitung Excel (Microsoft Excel 2003/2007) übertragen.

3.1.3. Spielfeldeinteilung

Alle dokumentierten Aktionen wurden auf dem Spielfeld lokalisiert. Hierfür wurde das Spielfeld in sieben Zonen eingeteilt („außen gegnerische Hälfte“ und „außen eigene Hälfte“ bilden jeweils nur eine Zone), siehe Abbildung 4.



Abbildung 4: Einteilung des Spielfeldes

Die Unterteilung wurde in dieser Struktur gewählt, weil jede dieser Zonen durch spezifische Spielaktionen charakterisiert ist: Im Strafraum der eigenen Hälfte gilt die besondere Regel, dass die Torhüter/innen den Ball mit der Hand spielen dürfen. Außerdem haben hier Vergehen, die mit einem direkten Freistoß geahndet werden, unmittelbar einen Strafstoß zur Folge. Im Strafraum der gegnerischen Hälfte ist die Wahrscheinlichkeit, ein Tor zu erzielen, am höchsten (Meier, 2002). Als *tornahes Mittelfeld* wurde der Raum bis zu zehn Meter vor dem Strafraum bezeichnet. Diese Zone wurde vom übrigen Mittelfeld abgegrenzt, weil sie ebenfalls einen Bereich mit einer hohen Torschussquote darstellt (Meier, 2002). Die Zonen *Strafraum* und *tornahes Mittelfeld* sind demnach jene, in denen die

angreifende Mannschaft versucht, zum Torerfolg zu gelangen und das abwehrende Team darauf bedacht ist, keine Torschüsse zuzulassen und keine unnötigen Fouls zu begehen. Die Außenbahnen dienen primär der direkten Torvorbereitung. Loy (2002) analysierte taktische Besonderheiten und Entwicklungstendenzen der Männerfußball-Weltmeisterschaft 2002 und kam zu dem Ergebnis, dass ab dem Achtelfinale 20 der 26 geschossenen Tore über die Außenbahnen vorbereitet wurden. Erzielt hingegen wurde aus dieser Zone heraus lediglich ein Tor während des gesamten Wettbewerbs. Das zentrale Mittelfeld dient überwiegend dem Spielaufbau. Das bedeutet, dass sich die Mannschaften nach der Balleroberung den Ball kontrolliert zuspielden, um einen Angriff vorzubereiten. Diese Zone wird nicht durch eine gerade Linie begrenzt, sondern breitet sich im mittleren Bereich auf die Außenbahnen aus, da hier die charakteristischen Merkmale des Mittelfeldes überwiegen.

3.1.4. Beobachtungskategorien

Sämtliche Spielaktionen in unmittelbarer Ballnähe wurden erfasst und den folgenden Kategorien zugeordnet:

- Pass

Als Pass wurde jedes zielgerichtete Zuspiel zu einer Mitspielerin/einem Mitspieler verstanden. Dabei wurde dokumentiert, ob der Pass in *Richtung des eigenen Tores*, in *Richtung des gegnerischen Tores* oder *ohne Raumgewinn* erfolgte. Darüber hinaus wurden Pässe, die eine Distanz von 25 Metern überschritten als *lang* und entsprechend Pässe unter 25 Metern als *kurz* bezeichnet. Diese Unterscheidung wurde vorgenommen, weil die fußballspezifische Technik je nach Art und Länge des Passes variiert (Bauer, 1991). Ab welcher konkreten Distanz die Technik verändert wird, ist individuell verschieden und abhängig von der jeweiligen Spielsituation. In der vorliegenden Studie wird aufgrund von Expertenbefragungen davon ausgegangen, dass unterschiedliche Techniken bei Pässen unter und über 25 Meter verwendet werden.

- **Ballannahme und -mitnahme**

Jede regelkonforme Kontrolle des Balles mit einem beliebigen Körperteil wurde als Ballannahme bezeichnet. Im Spiel wird der Ball aber häufig nicht im Stand, sondern mit einer zielgerichteten Bewegung in die gewünschte Laufrichtung mitgenommen, was als Ballmitnahme bezeichnet wird. Beide erläuterten Techniken wurden in der Kategorie *Ballannahme und -mitnahme* zusammengefasst.

- **Flanke**

Zuspiele, die hoch vor das gegnerische Tor gespielt wurden, wurden als Flanken definiert. Nach Loy (1991) muss eine Flanke eine Länge von mehr als zehn Metern haben und von den Außenbahnen gespielt werden. Dieser Arbeit lag eine breitere Definition zugrunde. So war es unerheblich, aus welcher Spielfeldzone der Ball gespielt wurde. Entscheidend war, dass er hoch, über eine Distanz von mehr als 25 Metern und unmittelbar vor das gegnerische Tor gespielt wurde. Diese erweiterte Definition wurde gewählt, weil die charakteristische Ausführung einer Flanke analysiert werden sollte. Dabei ist es unerheblich, von welcher Stelle des Spielfeldes die Flanke gespielt wird.

- **Torschuss**

Als Torschuss galt, wenn der Ball erkennbar auf das gegnerische Tor geschossen wurde. Wurde ein Schuss unmittelbar nach Verlassen des Fußes abgeblockt, wurde er nicht als Torschuss notiert, da keine Flugkurve des Balles zu erkennen war. Blockte dagegen ein Spieler oder eine Spielerin den Schuss kurz vor dem Tor ab, wurde dieser Versuch als Torschuss notiert. Für Torschüsse wurden zusätzliche detailliertere Merkmale erfasst (siehe Kapitel 3.1.6).

- **Sonstige Schüsse**

Die Kategorie *sonstige Schüsse* berücksichtigte Ballberührungen, die nicht eindeutig einer anderen Kategorie zugeordnet werden konnten. Hierzu zählten beispielsweise sogenannte Befreiungsschläge aus der Abwehr. Die Spieler/-innen schauten dabei nicht, wo sich ihre Mitspieler/-innen befanden, da sie unter enormen Gegnerdruck standen. Sie spielten den Ball unkontrolliert nach

vorne, ein zielgerichteter Pass konnte nicht ausgemacht werden. Wurden Spieler/innen aus kurzer Distanz angeschossen, sodass keine willentliche Bewegung ihrerseits zu erkennen war, wurden diese Ballberührungen nicht erfasst.

- **Dribbling**

Die Kategorie *Dribbling* wurde in folgende drei Unterkategorien eingeteilt:

Ballhaltendes Dribbling

Ziel des ballhaltenden Dribblings ist primär der Ballbesitz. Bei dieser Art des Dribblings ist kein wesentlicher Raumgewinn und keine aktive Überwindung der Gegenspieler/innen zu erkennen.

Tempodribbling

Das Tempodribbling ist durch hohe Geschwindigkeit der dribbelnden Spieler/innen und großen Raumgewinn gekennzeichnet. Ein direkter Kontakt mit Gegenspieler/innen findet dabei nicht statt.

Dribbling mit Finten

Beobachtungsmerkmal des Dribblings mit Finten ist der Versuch, die Gegner/innen mit einer Täuschung zu überwinden.

Ein Dribbling wurde erst als solches erfasst, wenn mindestens drei Ballkontakte erfolgten. Ausnahme bildete das Tempodribbling. War ein erheblicher Raumgewinn zu erkennen, wurde das Dribbling bereits ab zwei Ballkontakten als solches notiert. Überwand ein/e Spieler/in zunächst eine/n Gegenspieler/in mithilfe einer Finte und schloss daran ein Dribbling in hohem Tempo in Richtung des gegnerischen Tores an, so wurde sowohl ein Dribbling mit Finten als auch ein Tempodribbling verzeichnet, es waren demnach Mehrfachnennungen möglich.

- **Zweikampf**

Bremer (1986) definiert einen Zweikampf als den Versuch von Spieler/innen, mit dem Ball an Gegenspieler/innen vorbeizukommen. Er unterscheidet dabei zwischen gewollte und ungewollte Zweikämpfe. Gewollte Zweikämpfe führen die Spieler/innen bewusst herbei, um die Gegner/innen aktiv auszuspielen. Bei

den ungewollten Zweikämpfen sind die Spieler/innen zu Reaktionen gezwungen, weil sie zum Beispiel von ihren Mitspieler/innen angespielt wurden, obwohl sich Gegenspieler/innen in direkter Nähe befinden und sie nach dem Zuspiel angreifen. Diese Unterscheidung ist hilfreich, um die Zweikämpfe qualitativ bewerten zu können. Für das Ziel der vorliegenden Untersuchung ist dieser Aspekt jedoch nicht relevant. Daher wurde auf diese Unterteilung verzichtet und ein Zweikampf als Spielaktion definiert, bei der sich je ein/e Spieler/in jeder Mannschaft in unmittelbarer Ballnähe aufhält und sich aktiv Richtung des Balles bewegt.

Diese Studie unterschied allerdings zwischen einem offensiven und einem defensiven Zweikampf. Entscheidend bei der Einordnung in die entsprechende Kategorie war, welche Mannschaft in Ballbesitz war. Ein Zweikampf wurde zum einen für die ballbesitzende Mannschaft als offensiver Zweikampf und zum anderen für die verteidigende Mannschaft als defensiver Zweikampf gewertet. War kein/e Spieler/in in direktem Ballbesitz, zum Beispiel, wenn ein Pass unpräzise gespielt wurde und in Folge Mit- und Gegenspieler/in diesen in etwa gleichzeitig erreichten, wurde ein offensiver Zweikampf für die Mannschaft notiert, die zuletzt in Ballbesitz war.

Eine weitere Unterteilung der Zweikämpfe erfolgte in *Zweikampf am Boden* und *Zweikampf in der Luft*. Sobald beide Füße der Spielerin oder des Spielers den Boden verlassen haben, beispielsweise bei einem Kopfballduell nach einer Flanke, wurde dies als Zweikampf in der Luft notiert. Befand sich mindestens ein Fuß auf dem Boden, wurde entsprechend ein Zweikampf am Boden vermerkt.

- **Sliding- und Blocktackling**

Beim Sliding- und beim Blocktackling versucht der/die verteidigende Spieler/in, den Ball am Boden rutschend zu erreichen. Beim Slidingtackling (siehe Abbildung 5) wird der Ball seitlich gespielt mit dem Ziel, den Angriff der gegnerischen Mannschaft zu unterbinden. Häufig wird der Ball unkontrolliert (zum Beispiel in das Seitenaus) gespielt und gelangt nur selten zielgerichtet zu einer Mitspielerin/einem Mitspieler.

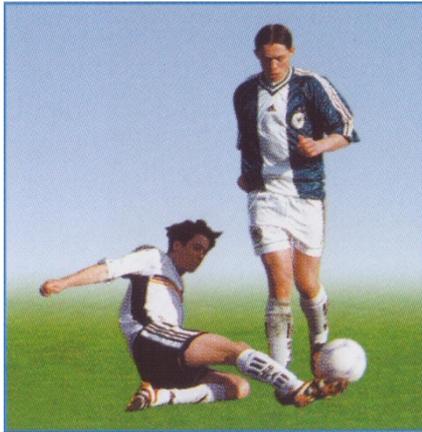


Abbildung 5: Slidingtackling (Bisanz & Peter, 2000, S.98)

Ziel des Blocktacklings (siehe Abbildung 6) ist die Balleroberung. Der Ball wird mit dem Spielfuß abgeblockt, der Spieler gelangt häufig in Ballbesitz.



Abbildung 6: Blocktackling (Bisanz & Peter, 2000, S.98)

Bei dieser Spielbeobachtung wurden beide Arten des Tacklings in einer Beobachtungskategorie zusammengefasst, weil beide eine ähnliche Bewegungsausführung aufweisen.

3.1.5. Pass- und Schusstechniken

Für sämtliche intendierte Ballberührungen wurde in der vorliegenden Studie die jeweilige fußballspezifische Technik dokumentiert. Dribblings können jedoch aus vielen unterschiedlichen Ballkontakten in einem sehr kurzen Zeitraum bestehen, welche nicht immer eindeutig zu unterscheiden sind. Die Analyse der Techniken

beschränkte sich daher auf eindeutige Aktionen mit dem Ball: Pässe, Schüsse und Ballannahmen und -mitnahmen. Die Kategorie *Dribbling* wurde in diesem Zusammenhang nicht berücksichtigt.

Unterschieden wurde dabei zwischen den folgenden Techniken: Innenseite, Innenspann, Außenspann, Vollspann, Kopfball und sonstiges. Im Folgenden werden die einzelnen Bewegungsausführungen dieser Techniken dargestellt.

- **Innenseite**

Während der Ausführung des Innenseitstoßes wird der Spielfuß um etwa 90 Grad nach außen gedreht und im Fußgelenk fixiert (siehe Abbildung 7). Die Innenseite des Spielfußes und die Fußspitze des Standbeines zeigen in Pass- beziehungsweise Schussrichtung. Der Ball wird mit der gesamten Innenseite des Fußes getroffen. Aufgrund der großen Trefffläche eignet sich diese Technik insbesondere für platzierte Torschüsse und präzise Pässe über kürzere Distanzen (Bauer, 1991; Düwel, 2005).



Abbildung 7: Innenseitstoß (Düwel, 2005, S. 35)

- **Innenspann**

Beim Innenspannstoß ist der Spielfuß leicht nach außen rotiert und die Fußsohle leicht angehoben (siehe Abbildung 8). Diese Fußstellung ermöglicht es unter den Ball zu gelangen, sodass dieser eine hohe Flugkurve erreicht. Wird der Ball nicht in seinem Zentrum getroffen, kann er zudem mit Effet gespielt werden um eine kurvenförmige Flugbahn zu erhalten. Er ist dadurch für Torhüter/innen schwerer einzuschätzen und kann beispielsweise auch an

einer Freistoßmauer vorbeigeschossen werden. Diese Technik eignet sich demnach vorrangig für Freistöße, Torschüsse, Flanken, Ecken, hohe Zuspiele und Pässe über eine weite Distanz (Bauer, 1991; Düwel, 2005).

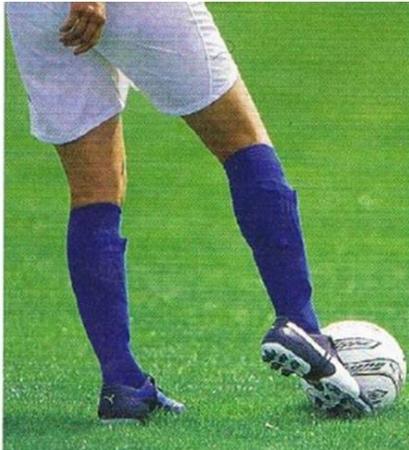


Abbildung 8: Innenspannstoß (Düwel, 2005, S. 41)

- **Vollspann**

Beim Vollspanstoß ist das Sprunggelenk des Spielfußes während des Ballkontaktes gestreckt und fixiert und die Fußspitze zeigt nach unten. Der Ball wird mit dem Fußrist gespielt (siehe Abbildung 9). Aufgrund dieser relativ kleinen Kontaktfläche zwischen Fuß und Ball ist es im Vergleich zum Innenseit- oder Innenspannstoß schwieriger, den Ball präzise zu spielen. Das Spielbein schwingt während des Schusses gerade nach vorne durch und kann explosiv beschleunigt werden, daher lassen sich mit dieser Technik besonders hohe Ballgeschwindigkeiten erzielen und sie wird insbesondere für Torschüsse verwendet (Bauer, 1991; Düwel, 2005).



Abbildung 9: Vollspannstoß (Düwel, 2005, S. 48)

- Außenspann

Beim Außenspannstoß ist das Spielbein nach innen rotiert. Das Fußgelenk des Spielbeins ist leicht gestreckt und ebenfalls nach innen rotiert, der Ball wird nun mit der Außenseite des Fußristes getroffen (siehe Abbildung 10). Diese Technik kann sehr vielseitig und mit hohem Überraschungseffekt für die Gegner/innen eingesetzt werden, da Zuspiele verdeckt und fast ansatzlos gespielt werden können. Außerdem eignet sich diese Technik für lange und kurze Pässe mit und ohne Effet (Bauer, 1991; Düwel, 2005).

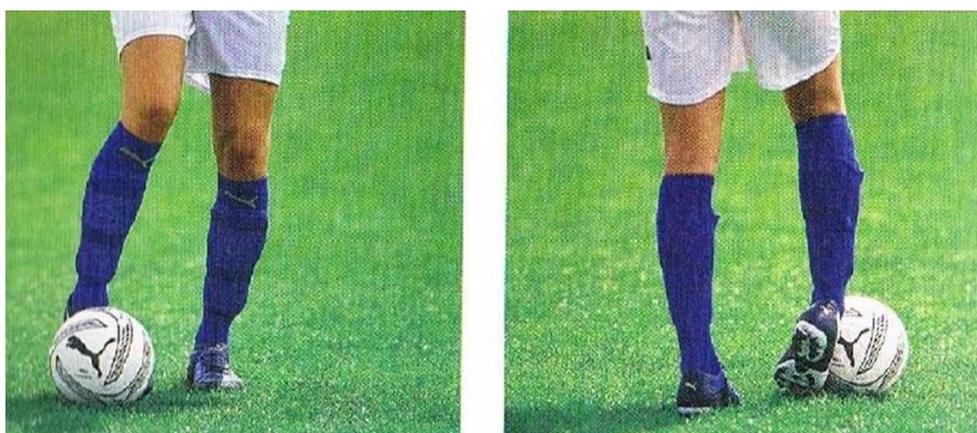


Abbildung 10: Außenspannstoß (Düwel, 2005, S. 44)

3.1.6. Erfolgreiche Torversuche und Tore

Für die als Torschuss gewerteten Schüsse wurden neben der verwendeten Schusstechnik und der Spielfeldzone, in der die Schüsse erfolgten, weitere detaillierte Merkmale erfasst. Zu unterscheiden war dabei, ob der Ball das Tor

verfehlte, was als erfolgloser Torversuch galt, oder erfolgreich das Tor traf, also ein Tor erzielt wurde.

- **Erfolgreiche Torversuche**

Bei allen beobachteten erfolgreichen Torversuchen wurde die Entfernung zum Tor notiert. Dabei wurde unterschieden, ob der Schuss in einer Entfernung zum Tor von *unter fünf Metern*, *über fünf Metern* oder *über 16 Metern* erfolgte. Gemessen wurde der Abstand zwischen dem/der schießenden Spieler/in und dem Mittelpunkt der Torlinie. Darüber hinaus wurde dokumentiert, ob der Torschuss aus einer Standardsituation erfolgte oder aus dem freien Spiel heraus. Zu den Standardsituationen zählen Eckbälle, Einwürfe, Frei- und Strafstoße. Wurde der Ball nach der Standardsituationen berührt und hat sich die Spielsituation dadurch nicht erkennbar aufgelöst, zählte der Torschuss ebenfalls zur Kategorie Standardsituation.

- **Tore**

Auch bei den beobachteten erfolgreichen Torschüssen wurde – wie bei den erfolglosen Torschüssen – notiert, ob der Schuss aus einer Standardsituation oder aus dem freien Spiel heraus erfolgte. Die Entfernung zum Tor wurde als Angabe in Metern registriert. Gemessen wurde die Distanz zwischen den Torschütz/innen und dem Punkt, an dem der Ball die Torlinie überquerte. Weiterhin wurde die Dauer der Spielaktionen bis zum Torschuss erfasst. Dafür wurde gemessen, wie lange die angreifende Mannschaft unmittelbar vor dem Torerfolg in Ballbesitz war. Dokumentiert wurde außerdem die Anzahl der Pässe über die Dauer des Ballbesitzes vor dem Torerfolg, der Torschuss selber wurde nicht mitgezählt.

3.1.7. Methodenkritik

Die vorliegende Studie analysiert die Videoaufzeichnungen der Fernsehübertragungen. Dementsprechend können sämtliche Aktionen, die außerhalb des Kamerafokus' lagen oder aufgrund von Wiederholungen oder Zuschauer-einblendungen nicht gezeigt wurden, nicht berücksichtigt werden. Gleichwohl wurde die Analyse der Fernsehbilder gewählt, da es im Rahmen der

Weltmeisterschaften nicht möglich war, eigene Videoaufnahmen zu erstellen. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass die Anzahl der relevanten, aber nicht gezeigten, Aktionen bei allen drei Weltmeisterschaften ähnlich gering war. Die relativen Zahlen bleiben von der Problematik also unberührt, sodass die Vergleichbarkeit der Daten gegeben ist. Eine Unterrepräsentation der absoluten Zahlen ist jedoch unvermeidbare Folge der gewählten Methodik.

Der Wechsel des Beobacherteams zwischen den beiden Weltmeisterschaften 2002 beziehungsweise 2003 und der Weltmeisterschaft im Jahr 2011 muss berücksichtigt werden, denn trotz einer detaillierten Dokumentation der Beobachtungskategorien und einer gemeinsamen Analyse des ersten Spiels kann sich eine gewisse Restsubjektivität in der Beurteilung einiger weniger Aktionen nicht vermeiden lassen. Die Ergebnisse müssen vor diesem Hintergrund sensibel diskutiert werden; die konkret betroffenen Ergebnisse der Spielanalyse werden an entsprechender Stelle dargestellt.

3.2. Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Spielbeobachtung deskriptiv dargestellt und diskutiert. Dabei werden zunächst die absoluten und die relativen Häufigkeiten der Aktionen mit Ball und der Bewegungsaktionen in unmittelbarer Ballnähe analysiert. Anschließend werden die jeweils verwendeten Pass- und Schusstechniken der Aktionen mit Ball aufgezeigt sowie die Lokalisierung aller spielrelevanten Aktionen auf dem Spielfeld erörtert.

3.2.1. Aktionen mit Ball

Insgesamt wurden bei allen im Rahmen der Studie analysierten Spielen 30839 Aktionen mit dem Ball notiert. Als *Aktionen mit dem Ball* werden in diesem Zusammenhang alle Pässe, Ballannahmen und -mitnahmen, Flanken, Torschüsse und sonstige Schüsse gezählt. Obwohl die Beobachtungskategorie *Dribbling* ebenfalls eine Aktion mit dem Ball darstellt, wird sie zunächst nicht als solche dokumentiert, da sie nicht eine spezifische Aktion mit dem Ball repräsentiert, sondern viele unterschiedliche Ballberührungen in sich vereint.

Abbildung 11 zeigt die Gesamtanzahl der *Aktionen mit Ball*, unterteilt nach den drei betrachteten Weltmeisterschaften. Es ist ersichtlich, dass bei der Männer-Weltmeisterschaft 2002 mit einer Gesamtanzahl von 10832 die meisten *Aktionen mit Ball* gezählt wurden. Bei der Frauen-Weltmeisterschaft 2003 waren es 10160, 2011 sank die Gesamtanzahl auf 9847. Weiterhin ist zu sehen, dass der Großteil der Aktionen aus Ballannahmen (= blau markiert) und kurzen Pässen (= rot markiert) besteht.

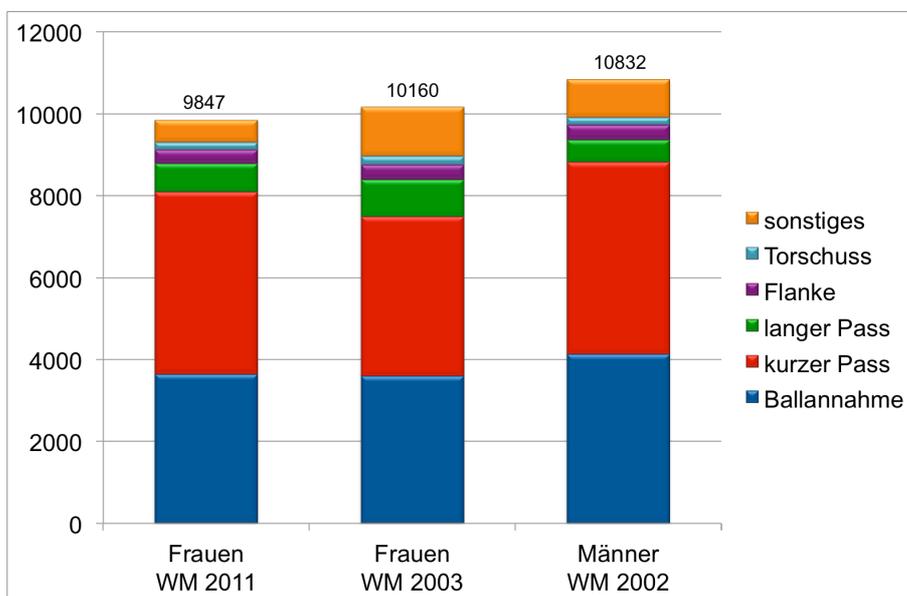


Abbildung 11: Gesamtanzahl der Aktionen mit Ball

Die absolute Anzahl der Aktionen ist jedoch wenig aussagekräftig, wenn die Spielcharakteristika identifiziert werden sollen. Im Gegensatz zu anderen Sportarten, zum Beispiel Handball oder Basketball, wird im Fußball bei Spielunterbrechungen die Zeit nicht angehalten. Am Ende jeder Halbzeit gibt es zwar eine Nachspielzeit, deren Dauer liegt jedoch „...im Ermessen des Schiedsrichters.“ (Deutscher Fußball-Bund, 2014, S. 61). Sie beruht also nicht auf einer Berechnung der Zeit, in der tatsächlich aufgrund von Auswechslungen, Verletzungen und anderen Unterbrechungen des Spielgeschehens nicht gespielt wurde. Demnach ergibt sich eine entsprechende Differenz zwischen der regulären Spielzeit und der tatsächlich gespielten Zeit, der sogenannten Nettospielzeit. Mit Blick auf die analysierten Spiele zeigt sich, dass diese Differenz beachtlich und keinesfalls zu vernachlässigen ist. Bei der Frauen-Weltmeisterschaft 2011 betrug

die Nettospielzeit 59 Minuten (FIFA, 2011), 2003 lag sie bei 64 Minuten (FIFA, 2003) und die Männer spielten bei der Weltmeisterschaft 2002 effektiv sogar nur 55 Minuten (FIFA, 2002). Setzt man die Aktionen mit Ball in Relation zu der Nettospielzeit, betrug die durchschnittliche Anzahl von Aktionen mit Ball für eine Mannschaft: Frauen-WM 2011: 10,4/Minute
Frauen-WM 2003: 9,9/Minute
Männer-WM 2002: 12,3/Minute.

Die höhere Anzahl der Aktionen mit Ball bei den Männern ist ein deutlicher Hinweis auf eine höhere Spiel-Dynamik. Aufgrund ihrer muskulär bedingten höheren Bewegungsschnelligkeit sind sie in der Lage, Aktionen schneller und somit in einer höheren Frequenz auszuführen. Inwieweit weitere Faktoren diesen Wert beeinflussen, wie beispielsweise technisch-taktische, lässt sich aufgrund des quantitativen Datenmaterials nicht diskutieren. Ein Vergleich der Frauendaten aus den Jahren 2003 und 2011 zeigt eine leichte Zunahme der Aktionen mit Ball. Die gesteigerte Frequenz ist jedoch als relativ gering einzustufen und Rückschlüsse über die Entwicklung des Frauenfußballs können anhand dieser Daten nicht gezogen werden.

Aufschluss über Veränderungen der Spielweise und eine Entwicklung des Frauenfußballs gibt dagegen die prozentuale Verteilung der *Aktionen mit Ball* (siehe Abbildung 12). Wie bereits die absoluten Zahlen gezeigt haben, ist ein Fußballspiel zum Großteil gekennzeichnet durch kurze Pässe und Ballannahmen, also das sogenannte Kurzpassspiel. Fasst man diese beiden Kategorien zusammen, dann gehörten bei den Männern 2002 81,5 % aller *Aktionen mit Ball* zum Kurzpassspiel. Bei den Frauen waren es 2003 73,7 %. Der Anteil *langer Pässe* und *sonstiger Schüsse* lag bei den Männern 2002 bei 13,6 %, bei den Frauen 2003 bei 20,8 %.

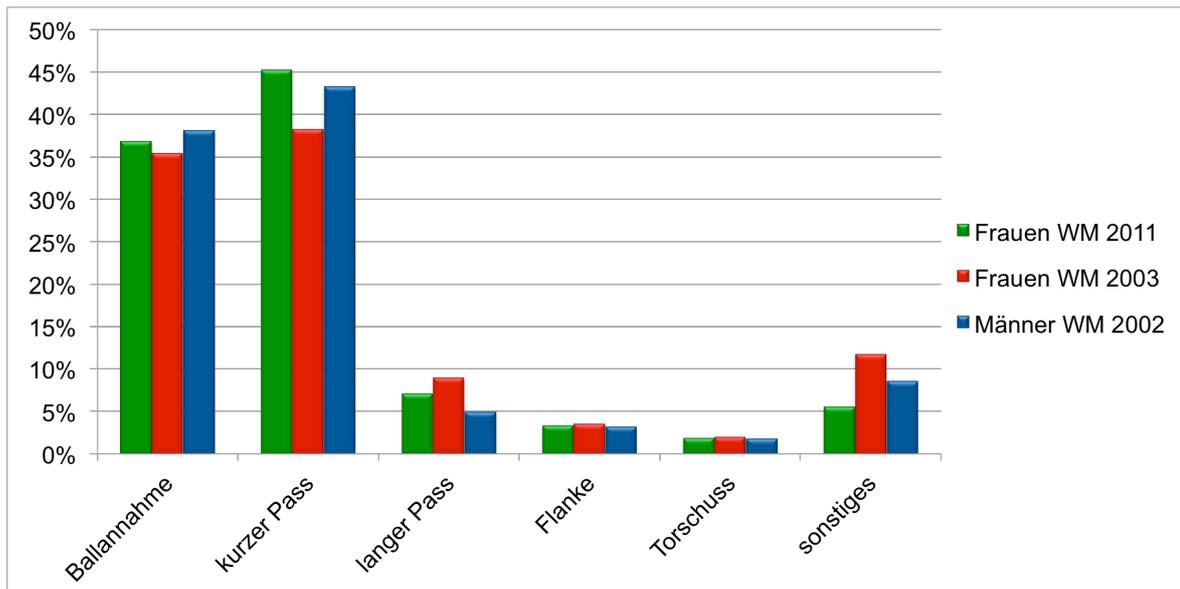


Abbildung 12: Prozentuale Verteilung der Aktionen mit Ball

Ein geringerer Anteil an kurzen Pässen und Ballannahmen in Verbindung mit einem höheren Anteil an langen Pässen und sonstigen Schüssen (die oftmals lange, unkontrollierte Bälle nach vorne sind) ist ein Indiz für das sogenannte *Kick and Rush*-Spielsystem. Dieses Spielsystem ist charakterisiert durch lange Pässe aus der Verteidigung, mit denen das Mittelfeld schnell überbrückt wird (Bangsbo & Peitersen, 2000). Aufschlussreich ist in diesem Zusammenhang ein Vergleich des Datenmaterials von 2003 und 2011, das an dieser Stelle eine Entwicklung des Fußballspiels der Frauen zeigt. Es ist ein deutlicher Anstieg des Kurzpassspiels von 73,7 % auf 82,1 % zu erkennen. Gleichzeitig gingen im Vergleich der beiden Weltmeisterschaften lange Pässe und sonstige Schüsse von 20,8 % auf 12,7 % zurück. Das Verhältnis von langen zu kurzen Pässen ist bei den Frauen vom Jahr 2003 zum Jahr 2011 von 4,5 auf 6,3 gestiegen. Dieser Quotient lag bei den Männern 2002 bei 8,8. Das Spiel der Frauen hat sich also über diesen Zeitraum deutlich verändert und sich in diesem Punkt dem der Männer von 2002 angenähert. Die Interpretation der vorliegenden quantitativen Daten der Frauen wird durch den Technischen Report der FIFA der Frauen-Weltmeisterschaft 2011 gestützt: „Der ‚Kick-and-Rush‘-Stil, bei dem der Ball relativ ziellos nach vorne geschlagen wird, um so möglichst schnell in die Nähe des gegnerischen Tors zu kommen, wurde kaum noch praktiziert [...] Im modernen Frauenfußball [sic] sind

die Teams defensiv zu gut organisiert, um sich auf diese Weise bezwingen zu lassen.“ (FIFA, 2011, S. 40).

Entwicklungstendenzen des Frauenfußballs lassen sich ebenfalls an der Richtung der erfolgten Pässe ablesen (siehe Tabelle 5). Bei der Weltmeisterschaft im Jahr 2003 spielten die Frauen 62 % ihrer kurzen Pässe in Richtung des gegnerischen Tores, 23 % in Richtung des eigenen Tores und 15 % ohne Raumgewinn. Während der Weltmeisterschaft 2011 passten sie sich den Ball häufiger ohne Raumgewinn (29 %) und seltener in Richtung des gegnerischen Tores (47 %) zu. Es steht zu vermuten, dass die offensiv agierende Mannschaft mit diesem variableren Kurzpassspiel die kompakt stehende gegnerische Mannschaft auseinander zu ziehen versuchte, um sich dadurch freie Räume für ihr Angriffsspiel zu schaffen. Bei der Männer-Weltmeisterschaft 2002 war sowohl der Anteil langer Pässe ohne Raumgewinn als auch der Anteil von Pässen in Richtung des eigenen Tores höher als bei beiden Frauen-Weltmeisterschaften (siehe Tabelle 5). Es ist daher davon auszugehen, dass die Männer häufiger versuchten, sich Freiräume mittels einer Spielverlagerung durch lange Pässe zu verschaffen.

Tabelle 5: Prozentuale Verteilung der gespielten Richtung der kurzen und langen Pässe

Pass	Richtung	Frauen WM 2011	Frauen WM 2003	Männer WM 2002
Pass kurz	eigenes Tor	24 %	23 %	28 %
	ohne Raumgewinn	29 %	15 %	18 %
	gegnerisches Tor	47 %	62 %	54 %
Pass lang	eigenes Tor	2 %	1,5 %	6 %
	ohne Raumgewinn	2 %	3,5 %	8 %
	gegnerisches Tor	96 %	95 %	86 %

Bezüglich der absoluten und der relativen Anzahl von Flanken und Torschüssen gab es zwischen den drei Weltmeisterschaften keine bedeutsamen Unterschiede. Gemessen an der Gesamtanzahl der Aktionen mit Ball betrug der prozentuale Anteil von Flanken bei allen drei Weltmeisterschaften zwischen 3 und 3,5 %, der Anteil der Torschüsse zwischen 1,8 und 2 %. Ebenfalls war kein Unterschied bei der Anzahl der Flanken und Torschüsse pro Minute Nettospielzeit zu verzeichnen:

durchschnittlich erfolgten 0,3-0,4 Flanken/Minute und rund 0,2 Torschüsse/Minute. Bezüglich der Torschüsse, die zu einem Torerfolg führten, zeigten sich Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Diese werden in Kapitel 3.2.5 näher dargestellt.

3.2.2. Bewegungsaktionen

Insgesamt war der Anteil der Dribblings bei den Männern 2002 rund 30 % höher als bei den Frauen 2003. Bezogen auf die Gesamtanzahl absolvierten Frauen und Männer ähnlich häufig ein Dribbling mit Finten (Frauen: 46 %; Männer: 45 %). Unterschiede ergaben sich beim ballhaltenden Dribbling und beim Tempodribbling. Die Frauen dribbelten den Ball häufiger mit Tempo (34 %; Männer: 29 %), aber seltener mit dem Ziel, den Ball zu halten (20 %; Männer: 26 %). Per Definition (siehe Kapitel 3.1.4) kann ein Tempodribbling nur erfolgen, wenn kein unmittelbarer Gegnerdruck vorhanden ist. Aufgrund der geringeren Ausdauerleistungsfähigkeit und Schnelligkeit der Frauen und auch der größeren Leistungsunterschiede zwischen den Mannschaften im Wettbewerb hatten die Spielerinnen 2003 womöglich mehr Platz und Zeit zur Verfügung, um den Ball mit Tempo in Richtung des gegnerischen Tores zu dribbeln. Die Männer hingegen waren 2002 durch ihr läuferisches Potential eher in der Lage, freie Räume zuzustellen und ihren Gegnern damit die Möglichkeit eines Tempodribblings zu nehmen. Die Datenmenge bezüglich des Dribblings der Frauen-Weltmeisterschaft 2011 betrug nur etwa ein Viertel der Daten aus 2003. Es ist davon auszugehen, dass aufgrund des oben genannten Wechsels des Beobacherteams die Dribblings nicht in derselben Art und Weise erfasst wurden. Eine vergleichende Darstellung der Ergebnisse ist daher an dieser Stelle nicht möglich. Ebenso kann bei der Kategorie *Zweikampf* eine Subjektivität in der Beurteilung, ab wann ein Zusammentreffen von Spieler/innen als Zweikampf notiert wurde, nicht ausgeschlossen werden. Daher beziehen sich die folgenden Darstellungen auf die Daten des einheitlichen Beobachter-Teams, das heißt auf die Frauendaten aus dem Jahr 2003 und auf die Männerdaten aus 2002.

Pro Minute Nettospielzeit gingen die Frauenmannschaften (WM 2003) durchschnittlich 3,4 und Männermannschaften (WM 2002) 3,5 Zweikämpfe ein (siehe Abbildung 13).

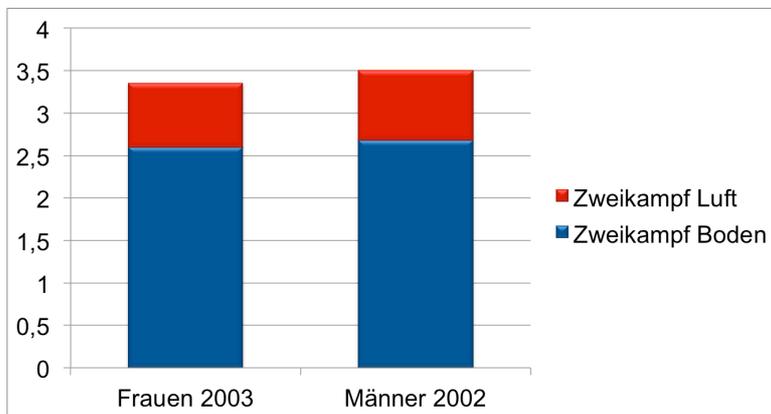


Abbildung 13: Zweikämpfe am Boden und in der Luft einer Mannschaft pro Minute Nettospielzeit

Obwohl die Anzahl der gegnerüberwindenden Dribblings bei den Männern deutlich höher war und die Frauen hingegen deutlich häufiger ein Tempodribbling absolvierten, gab es keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Zweikampffrequenz. Diese Ergebnisse sprechen für eine unterschiedliche taktische Ausrichtung. Die Männer versuchten vermutlich eher, die Räume zuzustellen, wohingegen die Frauen vermehrt ihre Gegenspielerinnen attackierten. Ebenso wie die Zweikampffrequenz war auch die prozentuale Verteilung der Zweikämpfe in der Luft und am Boden bei beiden Geschlechtern nahezu identisch (siehe Abbildung 13). Etwa drei Viertel der Zweikämpfe fanden am Boden und etwa ein Viertel in der Luft statt. Aufgrund des bereits konstatierten höheren Anteils an langen und hohen Bällen bei den Frauen hätte bei ihnen ein höherer Anteil der Zweikämpfe in der Luft vermutet werden können. Da ein Zweikampf unmittelbaren Gegnerdruck impliziert, spricht auch dieses Ergebnis für die These, dass die Frauen im Vergleich zu den Männern mehr Raum und Zeit für die Ballannahme und -mitnahme zur Verfügung hatten.

Die Anzahl der Sliding- und Blocktacklings pro Mannschaft und Spiel betrug bei den Männern (WM 2002) 10,1. Bei den Frauen sank dieser Wert von 8,4 bei der Weltmeisterschaft 2003 auf 6,8 bei der Weltmeisterschaft 2011. Bezogen auf die Nettospielzeit absolvierten die Männer 2002 alle 5 Minuten und 26 Sekunden ein

Sliding-/Blocktackling, die Frauen 2003 alle 7 Minuten und 38 Sekunden und die Frauen 2011 alle 8 Minuten und 40 Sekunden. Ein Slidingtackling stellt immer ein gewisses Risiko dar: Die Gefahr ist relativ hoch, zuerst den/die Gegenspieler/in und nicht den Ball zu treffen und somit ein Foulspiel zu begehen. Auch wenn der Ball ohne Foul gespielt wird, befinden sich Spieler/innen, die die Aktion ausgeführt haben, danach am Boden und sind nur bedingt handlungsfähig. Trotzdem ist ein derartiges Tackling in einigen Spielsituationen äußerst sinnvoll. Unterschiede in der absoluten Anzahl der Tacklings lassen Änderungen in Bezug auf die Verteidigungsstrategien der Frauenmannschaften von 2003 und 2011 vermuten. Ob diese durch ein generell verändertes mannschaftstaktisches Verhalten oder durch individualtaktische oder -technische Unterschiede der defensiven oder offensiven Spieler/innen bedingt sind, kann aufgrund des Datenmaterials jedoch nicht geklärt werden.

3.2.3. Pass- und Schusstechniken

Im Folgenden werden die verwendeten Techniken für die Aktionen mit Ball dargestellt. Um die Vergleichbarkeit der Daten zwischen den einzelnen Weltmeisterschaften zu gewährleisten, wird auf die jeweilige prozentuale Verteilung der Techniken zurückgegriffen. So erfolgte bei allen drei Wettbewerben mehr als die Hälfte aller Ballannahmen, Pässe und Schüsse mit der Innenseite (siehe Abbildung 14).

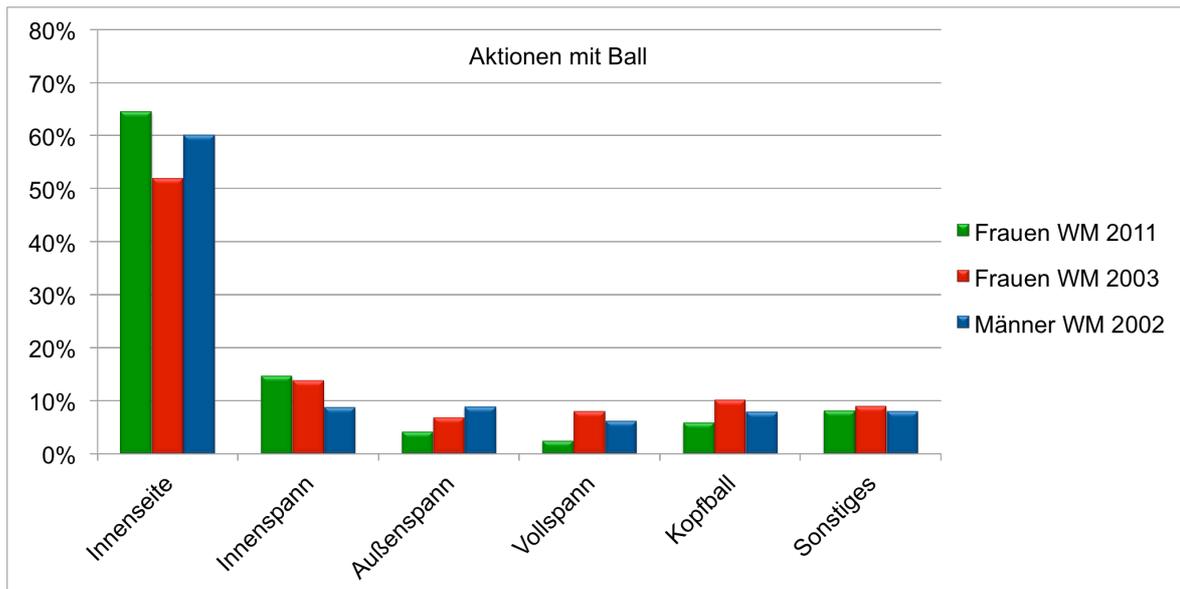


Abbildung 14: Prozentuale Verwendung der verwendeten Techniken bei allen Aktionen mit Ball

Wie bereits in Kapitel 3.1.5 ausführlich dargestellt, erlaubt die Innenseite Pässe und Schüsse mit der höchsten Präzision und findet insbesondere beim Kurzpassspiel Anwendung. Die häufige Nutzung der Innenseite ist folglich das Ergebnis eines hohen Anteils an kurzen Pässen und Ballannahmen im gesamten Spiel (siehe Abbildung 12). Es lassen sich zunächst Unterschiede zwischen den Geschlechtern erkennen. Vergleicht man die Daten der Frauen von 2003 und die der Männer von 2002, zeigt sich eine verhältnismäßig häufigere Verwendung des Innenspanns und des Vollspanns bei den Frauen. Die Frauen spielten den Ball ebenfalls häufiger mit dem Kopf als die Männer, jedoch seltener mit der Innenseite. Diese Daten bestätigen, dass das Spiel der Frauen 2003 von langen hohen Bällen geprägt war, die Männer 2002 hingegen häufiger flache Pässe spielten. Der Vergleich der Daten der beiden Frauenweltmeisterschaften 2003 und 2011 zeigt, dass sie 2011 den Ball häufiger mit der Innenseite und seltener mit dem Vollspann und dem Kopf spielten. Die Nutzung des Innenspanns war etwa gleichbleibend. Auch diese Ergebnisse lassen auf eine Entwicklung des Frauenfußballs schließen, da dieser im Jahr 2011 von einem kontrollierteren Spielaufbau mit präziseren Pässen gekennzeichnet ist.

Nachfolgend geht diese Arbeit der Frage nach, ob Unterschiede in der absoluten Verwendung der Techniken zwischen den Geschlechtern bestehen und zudem, ob Frauen und Männer unterschiedliche Techniken für dieselbe Aktion verwenden.

Ebenfalls wird in Hinblick auf diese Fragen untersucht, ob die erhobenen Daten Rückschlüsse auf eine Entwicklung des Frauenfußballs zulassen. Hierfür werden zunächst die Ergebnisse der Analyse der verwendeten Techniken beim kurzen Pass dargestellt. Die Innenseite stellte die mit deutlichem Abstand am häufigsten verwendete Technik für einen kurzen Pass dar (siehe Abbildung 15).

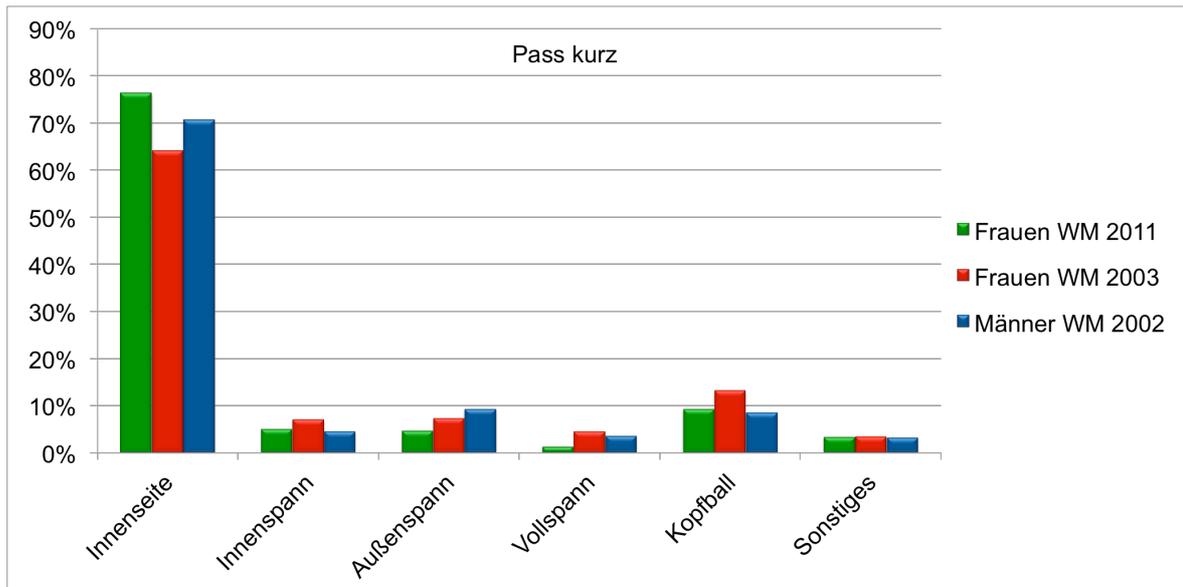


Abbildung 15: Prozentuale Verteilung der verwendeten Techniken bei kurzen Pässen

Die Daten decken sich mit der in vielen Lehrbüchern empfohlenen Technik für diese Art des Passes (Bauer, 1991; Düwel, 2005). Vergleicht man die Daten der Männer 2002 und die der Frauen 2003, so ist zu erkennen, dass der Anteil der kurzen Pässe mit dem Kopf bei den Frauen höher (13 %) war als bei den Männern (9 %). Ursächlich hierfür ist der insgesamt höhere Anteil an langen Pässen bei den Frauen, denn die langen Pässe wurden oft hoch gespielt und deshalb häufiger mit dem Kopf weitergeleitet. Bei der Weltmeisterschaft 2011 ist dieser Anteil bei den Frauen auf 9 % gesunken und hat sich damit dem Wert der Männer angeglichen. Grund für diese Entwicklung ist das bereits thematisierte, vermehrt flache Kurzpassspiel (siehe Kapitel 3.2.1). Der Technische Report der FIFA stellt bezüglich der Frauenfußball-Weltmeisterschaft 2011 fest: „Die Qualität des Spielaufbaus ist bei allen Teams enorm gestiegen,...“ (FIFA, 2011, S. 42). Die Ergebnisse der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Studie stützen diese Aussage des Reports.

Ein qualitativ guter Spielaufbau bedeutet ein gutes taktisches Verständnis von, beispielsweise, den Pass- und Laufwegen. Zudem ist eine technisch gute Ausführung der Pässe und Ballannahmen notwendige Voraussetzung. Daher ist davon auszugehen, dass der verbesserte Spielaufbau in einem Verhältnis zu der häufigeren Verwendung der Innenseite für die kurzen Pässe steht, denn die Nutzung der Fußinnenseite erlaubt ein präziseres Kurzpassspiel und somit einen sichereren Spielaufbau. Die bisher dargestellten Ergebnisse deuten also auf eine insgesamt veränderte Spielweise der Frauen und eine Entwicklung ihres Spiels in den Jahren zwischen den beiden untersuchten Weltmeisterschaften hin. Die Frage, ob Frauen und Männer für dieselbe Spielaktion unterschiedliche Techniken verwenden, soll weitergehend mithilfe der erhobenen Daten zu den langen Pässen erörtert werden.

Die bevorzugte Technik für die Ausführung eines langen Passes war bei allen drei Weltmeisterschaften der Innenspann (siehe Abbildung 16).

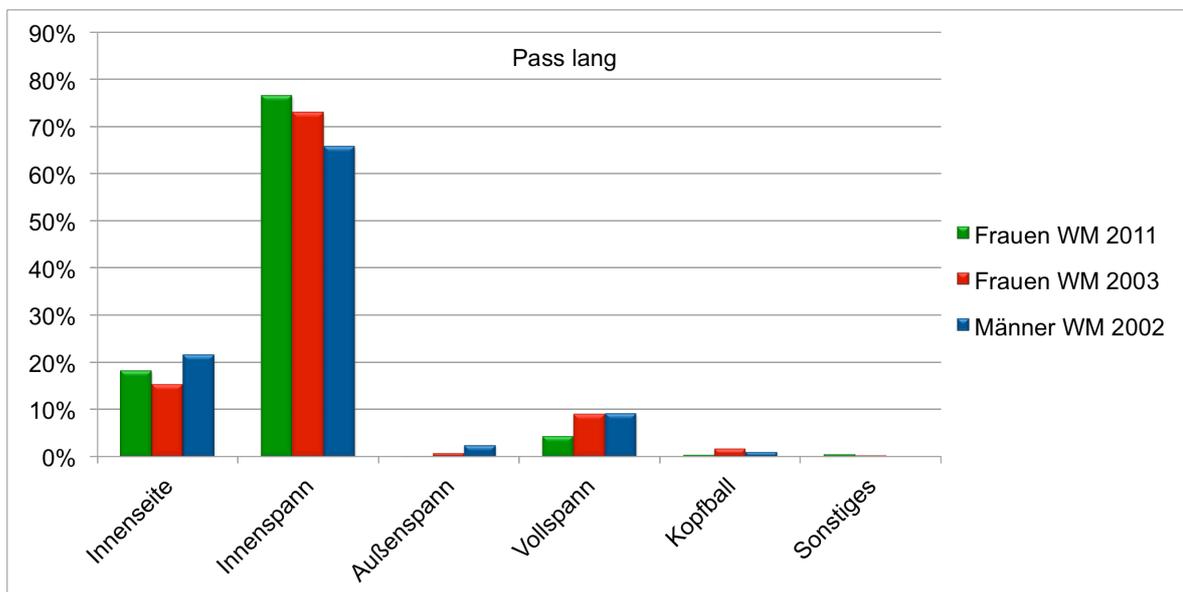


Abbildung 16: Prozentuale Verteilung der verwendeten Techniken bei langen Pässen

Die Frauen nutzten 2003 diese Technik allerdings verhältnismäßig häufiger als die Männer (WM 2002), wohingegen die Männer häufiger den Ball mit der Innenseite über eine Distanz von mehr als 25 Metern passten. Eine mögliche Ursache für die unterschiedliche Verwendung der Techniken kann in der geschlechtsspezifischen

Muskelkraft liegen: Weibliche Fußballspielerinnen kompensieren dabei ihre geringere Muskelkraft mit dem Einsatz anderer Passtechniken. Wird der Ball mit dem Innenspann gespielt, ermöglicht das Durchschwingen des Beines eine bessere Impulsübertragung auf den Ball. Außerdem gelangt der Schussfuß unter den Ball, wodurch ohne viel Kraftaufwand eine hohe Flugkurve des Balles erreicht werden kann. Beim Innenseitstoß hingegen kann das Schussbein aufgrund der auswärtsrotierten Stellung von Hüftgelenk und Kniegelenk nicht maximal beschleunigt werden. Jedoch bildet die Innenseite des Fußes die größte Trefffläche und somit die Verwendung des Innenseitstoßes die größte Präzision. Demnach wird vermutet, dass es für Fußballspieler/innen vorteilhaft ist, lange Pässe mit der Innenseite zu spielen, um eine möglichst hohe Präzision zu erzielen. Der Vergleich der Daten der Frauen von 2003 mit jenen von 2011 zeigt einen leichten Anstieg von 15 % auf 18 % in der Verwendung der Innenseite, eine Zunahme der Verwendung des Innenspanns von 73 % auf 77 % sowie eine Abnahme der Verwendung des Vollspanns von 9 % auf 4 %. An dieser Stelle könnte eine Ergänzung im Sinne einer qualitativen Auswertung der Pässe interessant sein. Es wäre sinnvoll zu analysieren, ob die leicht veränderte Verwendung der Techniken Auswirkungen auf die Passgenauigkeit hat und somit oben genannte Thesen bestätigt werden können.

Tabelle 6 zeigt die prozentuale Verteilung der verwendeten Techniken für die weiteren Aktionen mit Ball wie Ballannahmen, Flanken und Torschüsse. Bezüglich der Ballannahmen zeigten sich so gut wie keine Unterschiede zwischen der Frauen-Weltmeisterschaft 2003 und der Männer-Weltmeisterschaft 2002. Der Vergleich der beiden Wettbewerbe der Frauen ergab jedoch, dass bei der WM 2011 der Ball häufiger mit der Innenseite und seltener mit dem Außenspann an- und mitgenommen wurde. Die Flanken wurden bei allen drei Weltmeisterschaften überwiegend mit dem Innenspann gespielt. Allerdings verwendeten die Frauen sowohl 2003 als auch 2011 den Innenspann häufiger als die Männer 2002. Diese waren dagegen ein wenig variabler und nutzten auch zu einem geringen Anteil den Außenspann oder Vollspann, um Flanken vor das gegnerische Tor schlagen.

Systematische Spielanalyse der Frauenfußball-Weltmeisterschaften 2011 und 2003 und der Männerfußball-Weltmeisterschaft 2002

Tabelle 6: Prozentuale Verteilung der verwendeten Techniken bei Ballannahmen, Flanken und Torschüssen

Aktion	Technik	Frauen WM 2011	Frauen WM 2003	Männer WM 2002
Ballannahme	Innenseite	75 %	69 %	71 %
	Innenspann	2 %	1 %	0 %
	Außenspann	5 %	10 %	12 %
	Vollspann	1 %	3 %	3 %
	Kopfball	1 %	1 %	1 %
	Sonstiges	15 %	16 %	13 %
Flanke	Innenseite	3 %	3 %	4 %
	Innenspann	95 %	94 %	89 %
	Außenspann	0 %	0 %	2 %
	Vollspann	2 %	3 %	5 %
	Kopfball	0 %	0 %	0 %
	Sonstiges	0 %	0 %	0 %
Torschuss	Innenseite	9 %	15 %	9 %
	Innenspann	43 %	17 %	14 %
	Außenspann	2 %	0 %	2 %
	Vollspann	21 %	46 %	61 %
	Kopfball	18 %	19 %	13 %
	Sonstiges	7 %	3 %	2 %

Ein Vergleich der Daten von 2002 und 2003 zeigt, dass die Männer häufiger mit dem Vollspann auf das Tor schossen (61 %; Frauen: 46 %), wohingegen die Frauen hierbei häufiger die Innenseite (15 %; Männer: 9 %) und den Innenspann (17 %; Männer: 14 %) verwendeten. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die durchschnittliche Entfernung zum Tor während des Schusses, so zeigt sich, dass die Männer sowohl bei den erfolglosen Torversuchen (siehe Tabelle 7) als auch bei den erfolgreichen Torschüssen (siehe Tabelle 8) im Schnitt weiter als die Frauen vom Tor entfernt waren. Daher verwendeten sie eher Schusstechniken, mit denen sie eine höhere Schussgeschwindigkeit erzielen konnten, wie zum Beispiel den Vollspannstoß. Die Frauen schossen dagegen aus geringeren Distanzen auf das Tor des Gegners und verwendeten Techniken, die eine höhere Präzision erlauben.

Tabelle 7: Prozentuale Verteilung der Entfernungen zum Tor bei erfolglosen Torversuchen

Entfernung	Frauen WM 2011	Frauen WM 2003	Männer WM 2002
< 5 m	12 %	8 %	4 %
5 m - 16 m	34 %	45 %	37 %
> 16 m	54 %	47 %	59 %

Tabelle 8: Durchschnittliche Entfernung zum Tor bei erfolgreichen Torschüssen

Spiel/Standard	Frauen WM 2011	Frauen WM 2003	Männer WM 2002
Spiel	10,7 m	10,8 m	13,1 m
Standard	11,0 m	11,2 m	19,3 m
Gesamt	10,7 m	10,9 m	14,5 m

Im Gegensatz zu der WM 2003 verwendeten die Frauen während der WM 2011 häufiger den Innenspann (43 %; 2003: 17 %) und seltener den Vollspann (21 %; 2003: 46 %) für Torschüsse. Weiterhin schossen sie während der WM 2011 seltener aus einer mittleren Entfernung von 5 bis 16 Metern (34 %; 2003: 45 %) und dafür etwas häufiger aus einer geringen Distanz von weniger als 5 Metern und einer weiten Distanz von mehr als 16 Metern (siehe Tabelle 7). Aufgrund der Zunahme sehr naher als auch sehr weit entfernter Schüsse ist der erhöhte Anteil von Innenspannstößen nicht ausschließlich über die Veränderung der Schussdistanz zu erklären. Vielmehr zeigte sich auch bei vergleichbarer Entfernung eine veränderte Nutzung der Schusstechniken: Torschüsse aus dem tornahen Mittelfeld erfolgten 2003 zu 21 % mit dem Innenspann und zu 68 % mit dem Vollspann. 2011 schossen die Frauen aus diesem Bereich zu 54 % mit dem Innenspann und lediglich zu 34 % mit dem Vollspann. Ein Grund für die veränderte Nutzung der Torschüsse könnte der Leistungsanstieg der Torhüterinnen sein. Der FIFA Report (FIFA, 2011) stellte fest, dass das Niveau der Torhüterinnen der WM 2011, im Vergleich zu den vorangegangenen Weltmeisterschaften, angestiegen ist. Vermutlich ist dadurch für die angreifende Mannschaft die Notwendigkeit entstanden, ihre Torschüsse besser zu platzieren und entsprechend häufiger den Innenspann einzusetzen, der eine bessere Schussgenauigkeit als der Vollspann und eine höhere Schussgeschwindigkeit als die Innenseite ermöglicht (siehe Kapitel 2.4.2.1).

Obwohl die Anzahl der Flanken bei beiden Geschlechtern gleich war, köpften die Frauen 2003 den Ball häufiger auf das Tor (19 %) als die Männer (14 %). Die Gründe liegen eventuell in einer schlechteren Abwehrleistung der Frauen, die den Stürmerinnen nach Flanken häufiger ermöglicht, den Ball auf das Tor zu köpfen.

3.2.4. Lokalisierung auf dem Spielfeld

Laut dem FIFA Regelwerk muss ein Fußballspielfeld bei internationalen Spielen zwischen 100 und 110 Meter lang und zwischen 64 und 75 Meter breit sein (FIFA, 2014). Geht man von einem mittleren Wert, das heißt 105x70 Meter aus, so beträgt die Fläche eines Fußballfeldes 7350 Quadratmeter. Auf Basis dieser Maße ist in Tabelle 9 der Anteil der jeweiligen Spielfeldzonen an der Gesamtfläche des Spielfeldes angegeben. Weiterhin zeigt die Tabelle die prozentuale Verteilung der Aktionen mit dem Ball, also Ballannahmen und -mitnahmen, Pässe, Schüsse, Flanken und Dribblings in den Spielfeldzonen.

Tabelle 9: Prozentualer Anteil der Spielfeldzonen an der Gesamtfläche und prozentualer Anteil der Aktionen mit Ball in den Spielfeldzonen

Spielfeldzone	Anteil an der Gesamtfläche	Frauen WM 2011	Frauen WM 2003	Männer WM 2002
Strafraum eigene Hälfte	9 %	3 %	5 %	4 %
Tornahes Mittelfeld eigene Hälfte	5,5 %	8 %	5 %	5 %
Außen eigene Hälfte	18,5 %	17 %	14 %	14 %
Zentrales Mittelfeld	34 %	49 %	52 %	49 %
Außen gegnerische Hälfte	18,5 %	18 %	17 %	21 %
Tornahes Mittelfeld gegnerische Hälfte	5,5 %	3 %	4 %	5 %
Strafraum gegnerische Hälfte	9 %	2 %	4 %	3 %

Den Daten ist zu entnehmen, dass die Strafräume jeweils 9 % der Gesamtfläche ausmachen, in ihnen jedoch während der drei Weltmeisterschaften nur 3 bis 5 % aller Aktionen mit dem Ball stattfanden. Im zentralen Mittelfeld hingegen fand rund

die Hälfte aller Aktionen statt, somit überproportional viele. Im tornahen Mittelfeld und auf den Außenbahnen ist die Diskrepanz zwischen anteiliger Größe der Zone und den erfolgten Spielaktionen geringer. Ein Vergleich der Daten der Frauen von 2003 und der Daten der Männer von 2002 zeigt, dass die Männer leicht überproportional viele Aktionen auf den Außenbahnen in der gegnerischen Hälfte durchführten. Im Vergleich zu 2003 ist bei den Frauen bei der Weltmeisterschaft 2011 ebenfalls eine leichte Zunahme der Aktionen auf den Außenbahnen zu erkennen, wobei dies hauptsächlich für die eigene Spielfeldhälfte zutrifft.

Die Ballannahmen und kurzen Pässe sind die häufigsten Aktionen mit Ball und ihre Lokalisierung auf dem Spielfeld beinhaltet daher einen Großteil der obigen Daten. Aufgrund ihrer Relevanz für den systematischen Spielaufbau wird die Verteilung der kurzen Pässe einzeln dargestellt (siehe Abbildung 17). Die Verteilung der Ballannahmen auf dem Spielfeld ist mit den kurzen Pässen vergleichbar. Bei der Weltmeisterschaft 2003 spielten die Frauen 61 % der kurzen Pässe im zentralen Mittelfeld, acht Jahre später waren es 55 %. Gleichzeitig stieg im Vergleich der Jahre 2003 und 2011 der Anteil der kurzen Pässe auf den eigenen und den gegnerischen Außenbahnen von 26 % auf 33 %.

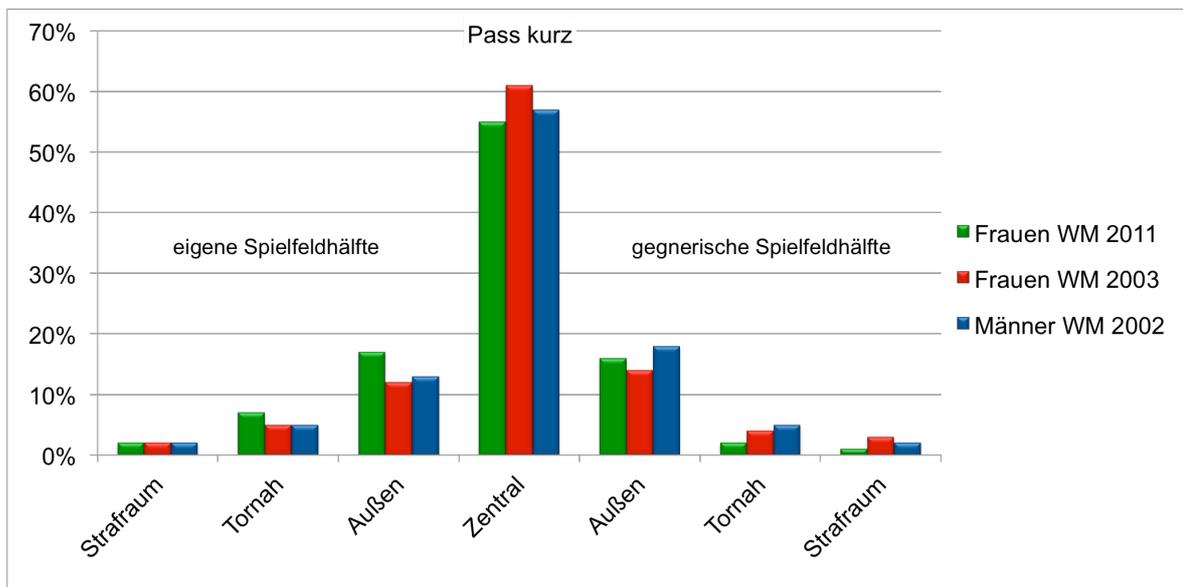


Abbildung 17: Prozentuale Verteilung der kurzen Pässe auf dem Spielfeld

Wie erwähnt, dient das Kurzpassspiel dem systematischen Spielaufbau. Eine Verlagerung des Kurzpassspiels in andere Spielfeldzonen lässt auf Veränderungen in der Spielweise schließen: „Die Qualität des Spielaufbaus ist bei allen Teams enorm gestiegen, was angesichts der besser organisierten Abwehrreihen, auf die sie bei diesem Turnier trafen, auch nötig war. Da die Verteidigerinnen zudem auch spielerisch und konditionell stärker geworden sind, müssen die Angreiferinnen neue Wege finden, um Lücken aufzureißen und Chancen herauszuspielen.“ (FIFA, 2011, S. 42). Die herausgestellten Veränderungen werden demnach insbesondere durch die kompaktere Spielweise der defensiven Mannschaft hervorgerufen, die den direkten Weg zum Tor zustellt und die angreifende Mannschaft zwingt, verstärkt über die Außenbahnen zu agieren.

Tabelle 10 zeigt die prozentuale Verteilung der langen Pässe und der Flanken auf dem Spielfeld.

Tabelle 10: Prozentuale Verteilung der langen Pässe und Flanken auf dem Spielfeld

Spielfeldzone	Pass lang			Flanke		
	Frauen WM 2011	Frauen WM 2003	Männer WM 2002	Frauen WM 2011	Frauen WM 2003	Männer WM 2002
Strafraum eigene Hälfte	2 %	3 %	6 %	0 %	0 %	0 %
Tornahes Mittelfeld eigene Hälfte	12 %	6 %	5 %	0 %	0 %	0 %
Außen eigene Hälfte	26 %	27 %	24 %	1 %	0 %	1 %
Zentrales Mittelfeld	53 %	58 %	56 %	18 %	13 %	15 %
Außen gegnerische Hälfte	6 %	7 %	9 %	73 %	77 %	74 %
Tornahes Mittelfeld gegnerische Hälfte	0 %	0 %	0 %	5 %	4 %	6 %
Strafraum gegnerische Hälfte	0 %	0 %	0 %	3 %	6 %	4 %

Bei allen drei Weltmeisterschaften wurden mehr als die Hälfte aller langen Pässe aus dem zentralen Mittelfeld und etwa ein Viertel von den Außenbahnen der eigenen Hälfte gespielt. Die Verteilung ist bei der Frauen-Weltmeisterschaft 2003

und bei der Männer-Weltmeisterschaft 2002 ähnlich. Bei der Frauen-Weltmeisterschaft 2011 ist der prozentuale Anteil der langen Pässe aus dem tornahen Mittelfeld der eigenen Hälfte gegenüber 2003 von 6 % auf 12 % angestiegen. Wie in Kapitel 3.2.1 bereits erläutert, haben die Frauen 2011 insgesamt seltener den Ball über eine längere Distanz gepasst, sondern das Kurzpassspiel favorisiert. Dennoch ist nicht nur der prozentuale Anteil der langen Pässe aus dem tornahen Mittelfeld, sondern auch die absolute Zahl von durchschnittlich 55 Pässen pro Mannschaft/Spiel (2003) auf 87 Pässe pro Mannschaft/Spiel (2011) angestiegen. Der Technische Report der FIFA der Frauenfußball-Weltmeisterschaft 2011 stellte bezüglich des Defensivverhaltens fest: „Nach einem Ballverlust wurde der Gegner sofort unter Druck gesetzt – zwar mit unterschiedlichem Erfolg, doch der Wille zur schnellen Rückeroberung des Balles war bei allen Teams klar erkennbar.“ (FIFA, 2011 S. 41). Ursächlich für die erhöhte Anzahl der langen Pässe aus dem tornahen Mittelfeld könnte daher der erhöhte Gegnerdruck sein, der die Ballführende zum schnellen Agieren zwang. Ein Ballverlust im tornahen Mittelfeld der eigenen Hälfte kann unmittelbar zu einer sehr guten Torchance für die gegnerische Mannschaft führen. Um dieses Risiko zu minimieren, wird häufig versucht, den Ball schnellstmöglich aus dieser Gefahrenzone zu spielen.

Erwartungsgemäß wurde in allen drei Wettbewerben der Großteil der Flanken von den Außenbahnen der gegnerischen Hälfte gespielt. Entgegen der Definition einer Flanke von Loy (1991) musste diese in der vorliegenden Studie nicht von den Außenbahnen gespielt werden, um als solche definiert zu werden (siehe Kapitel 3.1.4). Somit verteilen sich rund ein Viertel der Flanken auf die anderen Spielfeldzonen. Im Vergleich zu 2003 ist bei den Frauen in 2011 ein leichter Anstieg der Flanken aus dem zentralen Mittelfeld von 13 % auf 18 % zu verzeichnen. Vermutlich wurde versucht, die bei dieser Weltmeisterschaft kompakter stehende Abwehr früher mit einem langen Ball zu überspielen, bevor sie sich sortieren konnte.

Die kompakter stehende Abwehr ist wahrscheinlich auch der Grund für die Verlagerung der Torschüsse in andere Spielfeldzonen bei den Frauen. Im Jahr 2003 wurden fast 60 % der Torschüsse aus dem gegnerischen Strafraum

abgegeben und weniger als 30 % aus dem tornahen Mittelfeld. Bei der Weltmeisterschaft 2011 in Deutschland hingegen sank der Anteil an Torschüssen aus dem Strafraum auf knapp 50 % und der Anteil an Schüssen aus dem tornahen Mittelfeld stieg auf 40 %. Damit ähnelten die Werte denen der Männer bei der Weltmeisterschaft 2002 (siehe Abbildung 18).

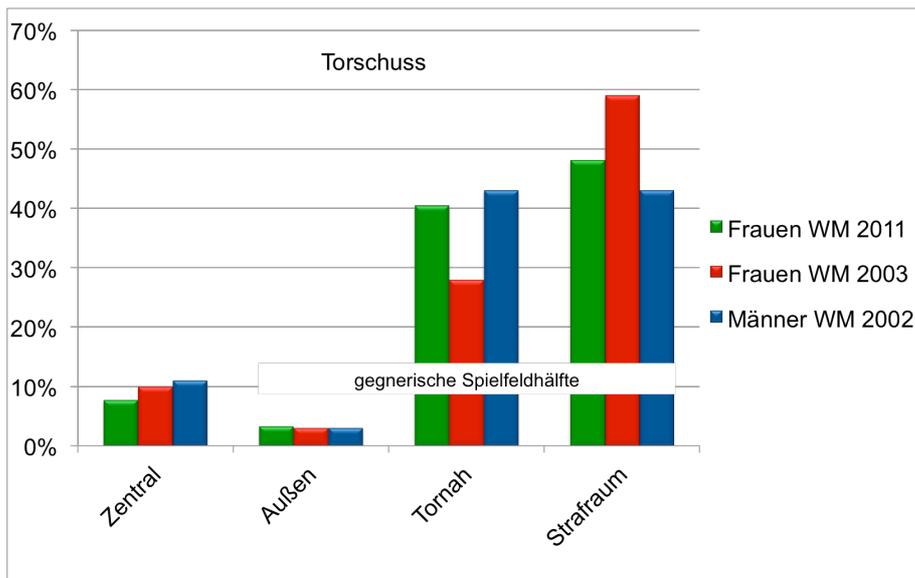


Abbildung 18: Prozentuale Verteilung der Torschüsse auf dem Spielfeld

Wie in Kapitel 3.2.2 dargestellt, sind die absoluten Daten der Kategorie *Dribbling* bei der Frauen-Weltmeisterschaft 2011 kritisch zu betrachten. Tabelle 11 zeigt die relative Verteilung der drei beobachteten Dribblingvarianten in den einzelnen Spielfeldzonen. Im Vergleich zu 2003 weisen die Daten aus 2011 bezüglich des ballhaltenden und des Tempodribblings nur sehr geringe Unterschiede auf. Das Dribbling mit Finten war 2011 häufiger auf den Außenbahnen der gegnerischen Hälfte (2011: 53 %; 2003: 39 %) und seltener im zentralen Mittelfeld (2011: 23 %; 2003: 39 %) zu beobachten. Auch wenn sich diese Angaben auf die relativen und nicht auf die absoluten Daten beziehen, ist es fraglich, inwieweit sie diskutiert werden können. Ein Vergleich der Frauen-Weltmeisterschaft 2003 und der Männer-Weltmeisterschaft 2002 bezüglich der Lokalisierung der ballhaltenden Dribblings zeigt, dass Männer dieses etwas häufiger im zentralen Mittelfeld anwenden (52 %; Frauen: 45 %); Frauen hingegen wendeten in dieser Zone häufiger Dribblings mit Finten an (39 %; Männer: 30 %). Die Unterschiede

zwischen den beiden Geschlechtern bezüglich der Tempodribblings fallen geringer aus (siehe Tabelle 11). Diese Ergebnisse sprechen für ein kompakteres Abwehrverhalten der Männer in der Zentrale. Sie werden schneller unter Druck gesetzt und müssen den Ball behaupten, während die Frauen häufiger versuchen, mithilfe einer Finte die gegnerische Spielerin im Zentrum auszuspielen.

Tabelle 11: Prozentuale Verteilung der Dribblings auf dem Spielfeld

Spielfeldzone	Ballhaltendes Dribbling			Tempodribbling			Dribbling mit Finten		
	Frauen WM 2011	Frauen WM 2003	Männer WM 2002	Frauen WM 2011	Frauen WM 2003	Männer WM 2002	Frauen WM 2011	Frauen WM 2003	Männer WM 2002
Strafraum eigene Hälfte	0 %	3 %	2 %	0 %	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %
Tornahes Mittelfeld eigene Hälfte	0 %	3 %	4 %	3 %	3 %	4 %	0 %	1 %	2 %
Außen eigene Hälfte	18 %	20 %	20 %	8 %	11 %	13 %	5 %	8 %	8 %
Zentrales Mittelfeld	49 %	45 %	52 %	57 %	55 %	59 %	23 %	39 %	30 %
Außen gegnerische Hälfte	27 %	27 %	18 %	29 %	27 %	23 %	53 %	39 %	44 %
Tornahes Mittelfeld gegnerische Hälfte	5 %	1 %	2 %	3 %	2 %	1 %	14 %	6 %	10 %
Strafraum gegnerische Hälfte	1 %	1 %	2 %	0 %	0 %	0 %	5 %	6 %	5 %

3.2.5. Tore

Im Durchschnitt wurden bei der gesamten Männer-Weltmeisterschaft 2002 2,52 Tore pro Spiel und bei der Frauen-Weltmeisterschaft 2003 3,34 Tore pro Spiel erzielt. Im Jahr 2011 sank die Torquote bei den Frauen auf 2,69 Tore pro Spiel. In diesem Wettbewerb endeten 65,6 % aller Spiele nach der regulären Spielzeit mit maximal einem Tor Differenz, 2003 waren es bei den Frauen lediglich 40,6 %. Bei den Männern lag dieser Wert 2002 bei 67,2 % (FIFA, 2002; FIFA, 2003; FIFA, 2011). Dass insgesamt weniger Tore erzielt wurden, ist ein Hinweis auf eine bessere Organisation der Defensive. Die im Vergleich der beiden Frauen-Weltmeisterschaften gesunkene Tordifferenz zeigt darüber hinaus deutlich einen

Anstieg der Leistungsdichte im Frauenfußball. Insgesamt deuten beide Ergebnisse auf einen zunehmenden Professionalisierungsgrad des Frauenfußballs hin.

Der prozentuale Anteil an Toren, die direkt durch oder unmittelbar im Anschluss an eine Standardsituation erzielt wurden, sank bei den Frauen deutlich von 36 % (2003) auf 19 % (2011). Im Jahr 2002 erzielten die Männer 23 % ihrer Tore nach einer Standardsituation. Der FIFA Report stellt fest, dass die Verteidigung der Frauen bei der Weltmeisterschaft 2011 besser organisiert war als bei den vorherigen Weltmeisterschaften (FIFA, 2011). Das könnte ein Grund dafür sein, dass die Spielerinnen 2011 seltener über Standardsituationen zum Erfolg kamen, weil die Spielerinnen der abwehrenden Mannschaft sich besser zu ihren Gegenspielerinnen positionierten.

Tabelle 12 zeigt die durchschnittlichen Entfernungen beim Torschuss, die Anzahl der Pässe und die Zeiten des Ballbesitzes unmittelbar vor Torerfolgen, die aus dem laufenden Spiel erfolgten. Es wird deutlich, dass die Frauen sowohl 2011 als auch 2003 ihre Tore in der Endrunde durchschnittlich aus einer mehr als zwei Meter geringeren Distanz erzielten als die Männer 2002. Die Anzahl der Pässe vor dem Torabschluss erhöhte sich bei den Frauen von 2,9 (2003) auf 3,6 (2011) und die Zeit des Ballbesitzes von 9,1 (2003) auf 9,9 Sekunden (2011). Damit glichen sich diese Werte an die der Männer aus dem Jahr 2002 an. Auch diese Daten sind ein deutliches Indiz dafür, dass die Frauen 2011 ihr Angriffsspiel besser vorbereiten mussten und nicht so schnell zum Torerfolg kamen wie noch im Jahr 2003.

Tabelle 12: Durchschnittliche Entfernung, Anzahl der Pässe und Ballbesitzzeiten der Tore aus dem Spiel

Weltmeisterschaft	Entfernung (Meter)	Pässe (Anzahl)	Ballbesitz (Sekunden)
Frauen 2011	10,7	3,6	9,9
Frauen 2003	10,8	2,9	9,1
Männer 2002	13,1	3,4	10,8

3.3. Zusammenfassung

Im Rahmen der Spielanalyse der Frauenfußball-Weltmeisterschaften 2003 und 2011 und der Männerfußball-Weltmeisterschaft 2002 wurden spielrelevante Aktionen mit dem Ball sowie in Ballnähe untersucht. Dabei wurde die jeweils verwendete Technik bei den Aktionen mit Ball dokumentiert und die Aktion auf dem Spielfeld lokalisiert. Analysiert wurden jeweils die Finalspiele, Spiele um Platz 3, Halbfinal- und Viertelfinalspiele. Hierbei konnte zum einen gezeigt werden, dass sich das Spiel der Frauen in dem Untersuchungszeitraum maßgeblich verändert hat und dass zum anderen Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der verwendeten Schusstechniken und Spielaktionen bestehen.

Im Vergleich zu den beiden Frauenfußball-Weltmeisterschaften war das Spiel der Männer durch eine höhere Frequenz von Aktionen mit dem Ball gekennzeichnet: 12,3 Aktionen pro Minute Nettospielzeit (Männer-WM 2002) gegenüber 9,9 Aktionen pro Minute (Frauen-WM 2003) beziehungsweise 10,4 Aktionen pro Minute (Frauen-WM 2011). Geschlechterunabhängig bestand der Großteil der Aktionen mit Ball aus dem sogenannten Kurzpassspiel, das heißt aus Ballannahmen und kurzen Pässen. Dabei war dieser Anteil bei der Männer-WM 2002 mit 81,5 % deutlich höher als bei der Frauen-WM 2003 (73,7 %), erst 2011 stieg dieser Anteil bei der Frauen-WM auf 82,1 %. Es sank hingegen der prozentuale Anteil an langen Pässen und sonstigen Schüssen bei den Frauen von der WM 2003 zur WM 2011 von 20,8 % auf 12,7 %. Bei Betrachtung dieser Zahlen lässt sich eine Entwicklung des Frauenfußballs feststellen: Das Spielfeld wird seltener mit langen Bällen überbrückt, sondern es wird vermehrt das Kurzpassspiel eingesetzt. Damit nähert sich die Spielweise dem Spiel der Männer bei der WM 2002 an.

Sowohl Frauen als auch Männer verwendeten am häufigsten die Innenseite des Fußes um den Ball anzunehmen, zu passen oder zu schießen. Mit Blick auf den hohen prozentualen Anteil des Kurzpassspiels an allen Aktionen mit Ball war dieses Ergebnis zu erwarten, da die Ballannahme beziehungsweise der kurze Pass mit der Innenseite die in den Lehrbüchern empfohlene Technik darstellt. So ist zu erklären, dass die Männer 2002 bei 60 % aller Aktionen mit dem Ball die

Innenseite einsetzen, die Frauen hingegen 2003 lediglich bei 52 % der Aktionen und dass dieser Anteil bei den Frauen 2011 auf 65 % anstieg.

Bei den Frauen zeigte sich außerdem die Entwicklung, dass sie während der WM 2011 für einen kurzen Pass häufiger die Innenseite verwendeten als noch während der WM 2003 (76 % gegenüber 64 %). Da die Innenseite die höchste Präzision eines Passes ermöglicht, spricht dieses Ergebnis bei den Frauen für eine Entwicklung hin zu einem sichereren Spielaufbau.

Anhand der langen Pässe konnte gezeigt werden, dass in der Verwendung der Techniken für dieselbe Aktion geschlechterabhängige Unterschiede existieren. Die Frauen spielten die langen Pässe 2003 häufiger mit dem Innenspann als die Männer 2002 (73 % gegenüber 66 %). 2011 stieg dieser Anteil bei den Frauen auf 77 % weiter an. Da im Vergleich zur Innenseite mit dem Innenspann kraftvollere Schüsse möglich sind, machen die unterschiedlichen muskulären Kräftefähigkeiten der Geschlechter vermutlich den Einsatz unterschiedlicher Techniken notwendig.

Hinsichtlich der Lokalisierung der Spielaktionen fanden – geschlechterunabhängig – in den Strafräumen überproportional wenige und im Mittelfeld überproportional viele Aktionen statt. Ein Vergleich der Geschlechter zeigt, dass die Männer 2002 tendenziell mehr Aktionen auf den Außenbahnen der gegnerischen Hälfte durchführten als die Frauen 2003 (21 % gegenüber 17 %). Eine Entwicklung des Frauenfußballs lässt sich anhand der kurzen Pässe aufzeigen: im Vergleich zu 2003 verlagerten sich diese im Jahr 2011 mehr auf die eigenen und gegnerischen Außenbahnen (33 % gegenüber 26 %) und wurden seltener im Mittelfeld gespielt (55 % gegenüber 61 %). Diese Werte stellen Indizien für eine besser organisierte Abwehr der Frauen 2011 gegenüber 2003 dar: Die Abwehr stellt den unmittelbaren Weg zum Tor zu und zwingt die angreifende Mannschaft vermehrt über die Außenbahnen zu agieren.

Die Anzahl der geschossenen Tore während der gesamten Weltmeisterschaft sank bei der Frauen-WM 2011, im Vergleich zu 2003, von 3,34 Tore/Spiel auf 2,69 Tore/Spiel. Damit glich sich der Wert dem der Männer aus 2002 (2,52 Tore/Spiel) an. In den untersuchten Spielen erzielten die Frauen bei beiden Weltmeisterschaften ihre Tore aus einer etwa 2,3 Meter beziehungsweise

2,4 Meter geringeren Distanz als die Männer 2002. Die Anzahl der gespielten Pässe unmittelbar vor dem Torerfolg stieg bei den Frauen von 2,9 (2003) auf 3,6 (2011) an, die Männer spielten 2002 durchschnittlich 3,4 Pässe. Die geringere Zahl der Tore und die ausgeglicheneren Spiele sprechen für die im Laufe der Jahre zugenommene Leistungsdichte im Frauenfußball. Ebenso hat das Leistungsgefälle innerhalb der Mannschaften abgenommen, was insbesondere an einer besseren Organisation der Defensive zu erkennen ist.

Die Ergebnisse der Spielanalyse können helfen, Trainingsinhalte spielnah zu gestalten. Der Fokus sollte dabei auf dem Kurzpassspiel mit der Innenseite des Fußes liegen, denn dieses macht den Großteil der Spielaktionen aus. Weiterhin agieren die Mannschaften im Frauenfußball – vermutlich aufgrund der besser organisierten Abwehrleistung der gegnerischen Mannschaft – vermehrt über die Außenbahnen, was Konsequenzen für die Trainingsgestaltung haben sollte. Im Vergleich zu den Männern spielen die Frauen den Ball häufiger mit dem Innenspann und das bei nahezu allen Aktionen mit dem Ball. Ursächlich hierfür sind vermutlich die geringeren Kraftfähigkeiten der Frauen. Durch den Einsatz dieser Technik können sie Kraftdefizite kompensieren, da aufgrund der Bewegungsausführung und der Trefffläche des Balles mit dem Innenspannstoß größere Distanzen überbrückt werden können als mit der Innenseite. Für die Trainingspraxis empfiehlt es sich daher, die Technik des Innenspannstoßes besonders zu trainieren. Aufgrund der häufigeren Verwendung dieser Technik sind für die Frauen größere positive Auswirkungen auf das Wettkampfspiel zu erwarten.

Die Spielanalyse kann nicht nur eine trainingspraktische oder spieltaktische Relevanz besitzen, sie kann auch einen Beitrag zur Sportschuhentwicklung leisten, indem sie das tatsächliche Beanspruchungsprofil des Schuhs abbildet: Wenngleich der Torschuss in einem Fußballspiel das spielentscheidende Ereignis darstellt, so nimmt er doch, relativ gesehen, nur einen geringen Anteil am gesamten Spielgeschehen ein. Daher sollte sich die Entwicklung eines Fußballschuhs auch am gesamten Beanspruchungsprofil des Schuhs orientieren, das maßgeblich von kurzen Pässen mit der Innenseite bestimmt wird. Hierbei sollte der Schuh beispielsweise in Hinblick auf die Passgenauigkeit

weiterentwickelt werden. Mit Blick auf die geschlechtsspezifische Fußballschuhkonstruktion besteht für die weiblichen Fußballspielerinnen eine höhere Notwendigkeit, den Schuh auf die häufigere Verwendung des Innenspanns abzustimmen.

4. Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

Die Ergebnisse der Spielanalyse zeigen, dass weibliche und männliche Spieler/innen fußballspezifische Techniken nicht in derselben Art und Weise verwenden. Die Technik entscheidet maßgeblich über die Genauigkeit und Geschwindigkeit von Schüssen und Pässen (siehe Kapitel 2.4.2.1) und somit darüber, ob Mitspieler/innen einen Pass erreichen oder ob ein Torschuss auch tatsächlich zum Torerfolg führt. Die Schuss-/Passpräzision ist deshalb von hoher Bedeutung für das Spiel und wurde in den nachfolgenden Studien untersucht. Dabei wurde der Frage nachgegangen, wie sich die Schusspräzision und die verwendeten Schusstechniken bei Genauigkeitsschüssen von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen unterscheiden. Hierfür wurde zunächst die Schussgenauigkeit aus acht und elf Metern Entfernung mithilfe eines elektronischen Targets im Labor quantifiziert. Die jeweiligen Schusstechniken wurden dabei auf Grundlage von Videoaufzeichnungen definiert.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigten Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der Schussgenauigkeit und der verwendeten Technik auf, die bei größerer Schussentfernung überproportional zunahm. Im Hinblick auf diese Resultate wurde eine zweite Studie durchgeführt, welche die Schussgenauigkeit aus größeren Entfernungen analysierte. Dadurch sollte die Frage beantwortet werden, ob die sich in der ersten Studie bereits abzeichnende Entwicklung einer nachlassenden Schusspräzision bei größer werdenden Distanzen tatsächlich auch bei großen Entfernungen von mehr als elf Metern fortführt. Zudem sollte die zweite Studie die Bedeutung der verwendeten Technik bei Präzisionsschüssen aus größeren Entfernungen klären und geschlechtsspezifische Unterschiede aufdecken. Im Rahmen der Studie schossen weibliche und männliche Fußballspieler/innen auf einem Naturrasen-Fußballplatz aus sechs unterschiedlichen Entfernungen auf ein in 15 Felder unterteiltes Fußballtor. Ziel war es, das im Zentrum des Tores gelegene Feld zu treffen. Zwei erfahrene Fußballspielerinnen beurteilten dabei die jeweils eingesetzte Schusstechnik.

4.1. Methodik

Die beiden Studien werden aufgrund ihres unterschiedlichen methodischen Designs zunächst separat dargestellt.

4.1.1. Studie 1: Schussgenauigkeitsmessungen im Labor

Ziel der ersten Studie war die Quantifizierung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen aus zwei unterschiedlichen Entfernungen. Es wurde erstens untersucht, welchen Einfluss die Distanz und zweitens, welchen Einfluss das Geschlecht auf die Schusspräzision und die Schussgeschwindigkeit bei Genauigkeitsschüssen haben. Drittens wurde dokumentiert, welche Schusstechniken bei den Genauigkeitsschüssen verwendet wurden. Neben der Erfassung der Schusstechniken wurden die Schüsse anhand ausgewählter Bewegungskriterien analysiert. Dabei wurde jeweils das Geschlecht als möglicher Einflussfaktor in die Überlegungen miteinbezogen.

4.1.1.1. Versuchsablauf

Die Messungen fanden in den Räumlichkeiten des Biomechaniklabors des Institutes für Sport- und Bewegungswissenschaften der Universität Duisburg-Essen statt. Das Labor wurde zu diesem Zweck mit einem Kunstrasen ausgelegt. An der Studie nahmen 18 weibliche und 18 männliche erfahrene Fußballspieler/innen teil. Nachdem die Proband/innen eine Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie (siehe Anhang) ausgefüllt hatten, wärmten sie sich zehn Minuten lang selbstständig auf. Anschließend wurden sie mit dem Versuchsaufbau vertraut gemacht. Sie sollten aus einer Entfernung von acht und elf Metern jeweils 30 Mal mit ihren eigenen Fußballschuhen auf ein elektronisches Target schießen. Ziel war es, das kreisförmige Target möglichst in seinem Zentrum zu treffen. Der Durchmesser des Targets betrug 1,20 m und das Zentrum befand sich in einer Höhe von 1,15 m über dem Boden. Die 30 Schüsse wurden für jede Distanz unmittelbar nacheinander durchgeführt. Auf eine zeitliche Begrenzung wurde bei der Konzeption des Versuchsdesigns jedoch bewusst verzichtet, um physischen und mentalen Ermüdungseffekten entgegenzuwirken. Die Reihenfolge der Ent-

fernungen wurde randomisiert, um Lern- oder Ermüdungseffekte weitgehend auszuschließen zu können. Der Anlauf und die Schusstechnik konnten von den Proband/innen frei gewählt werden, beides sollte jedoch für die jeweilige Distanz konstant beibehalten werden.

Bevor die Messungen begannen, absolvierten die Proband/innen für jede Entfernung fünf Probeschüsse, um sich an die Situation zu gewöhnen sowie Anlauf und Schusstechnik für sich festzulegen. Bei beiden Entfernungen wurden die Schusswiederholungen 15 bis 20 mit einer Highspeed-Kamera (600 Bilder/Sekunde) gefilmt, um anhand dieser Aufnahmen die verwendeten Schusstechniken zu bestimmen. Die Kamera befand sich neben dem Ball auf der Schussbeinseite. Weiterhin wurde die Geschwindigkeit jedes Schusses mithilfe einer Radarpistole, die neben dem Target stand, ermittelt (siehe Abbildung 19). Im Anschluss an die Genauigkeitsmessungen wurde die maximal erreichbare Schussgeschwindigkeit für jede Probandin und jeden Probanden ermittelt. Hierfür wurde das Target entfernt und die Radarpistole zentral hinter dem Fangnetz positioniert. Aus einer Entfernung von acht Metern schossen die Proband/innen mit maximaler Geschwindigkeit in Richtung Radarpistole. Gemessen wurden fünf gültige Schüsse. Als gültig wurde ein Schuss gewertet, wenn er zentral auf die Radarpistole gerichtet war. Zur Orientierung dienten hierfür rote Klebestreifen in dem Fangnetz.

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

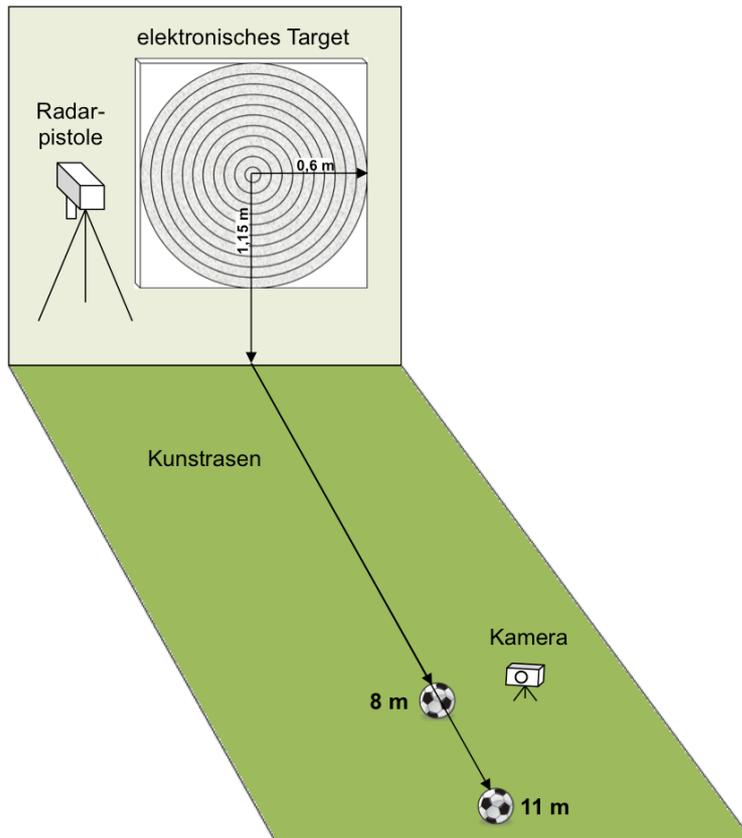


Abbildung 19: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus der Schussgenauigkeitsmessungen im Labor (nicht maßstabsgetreu)

4.1.1.2. Versuchspersonen

An dieser Studie nahmen 18 weibliche und 18 männliche Fußballspieler/innen teil (Tabelle 13 zeigt die anthropometrischen Daten). Zum Zeitpunkt der Messung mussten sie mindestens fünf Jahre Vereinerfahrung aufweisen können und verletzungsfrei sein.

Tabelle 13: Anthropometrische Daten der Proband/innen (Mittelwert \pm Standardabweichung)

Geschlecht	Alter [Jahre]	Größe [m]	Gewicht [kg]
weiblich	22,9 \pm 4	1,65 \pm 0,07	63,1 \pm 9,5
männlich	24,8 \pm 2,4	1,81 \pm 0,06	78,3 \pm 6,5

Für die Vergleichbarkeit der beiden Gruppen wurden weibliche Fußballspielerinnen aus der Landes- und Verbandsliga und männliche Fußballspieler aus der Kreisliga A und der Bezirksliga ausgewählt (siehe Tabelle 14). Diese Ligen

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

stellen jeweils die dritt- beziehungsweise viertniedrigste Liga dar, da im Frauenfußball die Kreisligen B und C entfallen. Im Vorfeld wurde im Rahmen von Gesprächen mit Trainer/innen und Spieler/innen ein vergleichbares Trainingspensum von Männern und Frauen in diesen Ligen abgeglichen und bestätigt.

Tabelle 14: Ligazugehörigkeit und Vereinserfahrung der Proband/innen

Geschlecht	Anzahl	Liga	Vereinserfahrung
weiblich	6	Verbandsliga	11,8 ± 4,7 Jahre
	12	Landesliga	
männlich	11	Bezirksliga	15,2 ± 5,0 Jahre
	7	Kreisliga A	

Im Mittel wiesen die männlichen Fußballspieler mit 15,2 Jahren eine längere Vereinserfahrung auf als die weiblichen Fußballspielerinnen (11,8 Jahre). Betrachtet man das mittlere Alter zum Zeitpunkt des Vereinseintrittes, so lag dieses bei den Frauen bei 11,1 und bei den Männern bei 9,6 Jahren.

4.1.1.3. Bodenbedingung

Die Messungen fanden auf einem unverfüllten Kunstrasen des Typs DD Sportilux SV 31 der Firma Desso DLW Sports Systems statt. Der Kunstrasen wurde großflächig im Labor so ausgelegt und am Boden befestigt, dass ein ausreichender Anlauf für die Proband/innen gewährleistet war und der Rasen bei den Schüssen nicht verrutschte.



Abbildung 20: Versuchsaufbau der Genauigkeitsmessungen im Labor

4.1.1.4. Schuhbedingungen

Die Proband/innen trugen während der Messungen ihre eigenen Fußballschuhe. Im Vorfeld wurden sie darüber informiert, dass die Studie in einem Labor auf Kunstrasen stattfinden wird und wurden gebeten, geeignetes Schuhwerk mitzubringen. Dieses wurde von allen Teilnehmer/innen befolgt, sodass bei den Tests ausschließlich (Multi-)Nockenschuhe getragen wurden.

4.1.1.5. Ball

In beiden Studien zur Schussgenauigkeit wurde der „T 90 Catalyst“ der Firma Nike, Inc. verwendet. Dieser Fußball ist mit dem offiziellen Logo „FIFA Approved“ versehen, hat die Normgröße 5, wiegt 433 g und besteht aus Premium Polyurethan. Vor jeder Messung wurde ein Druck von 0,6 bar überprüft und gegebenenfalls wiederhergestellt.

4.1.1.6. Messung der Schussgenauigkeit

Im Labor wurde die Schussgenauigkeit mithilfe eines elektronischen Targets ermittelt (Hennig, Althoff & Hömme, 2009). Das selbstgefertigte Target (siehe Abbildung 21) bestand aus einer quadratischen Sperrholzplatte mit einer

Kantenlänge von 1,20 m. Auf seiner Vorderseite war eine Metallplatte befestigt. Auf dieser Metallplatte wurden 30 konzentrische Kreise aus elektrisch leitendem Material ausgefräst, die jeweils auf der Rückseite über einen Draht mit einem Ladungsverstärker verbunden waren.

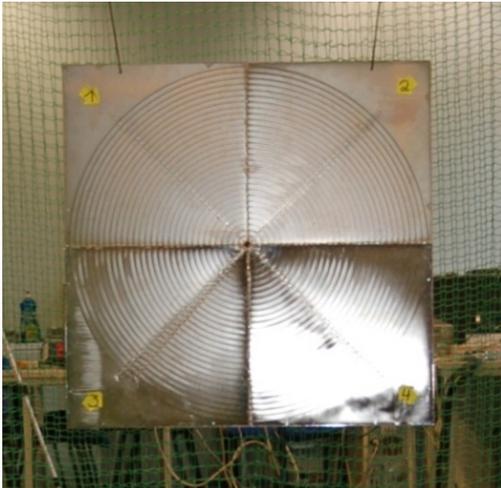


Abbildung 21: Elektronisches Target

Traf ein Ball auf das Target, wurde die elektrostatische Ladung vom Ball auf die konzentrischen Metallringe übertragen und von dort über die Drähte zu Ladungsverstärkern geleitet. Mithilfe eines Analog-Digital-Wandlers wurden die elektrischen Signale von den Ladungsverstärkern digitalisiert und in einem Messrechner gespeichert. Ein Computerprogramm berechnete das Ladungszentrum des Balls während des Aufpralls, um den Abstand des Balles zum Mittelpunkt des Targets zu bestimmen. Der kleinste messbare Abstand betrug dabei 8 cm, der größte 58 cm. Da lediglich der Abstand zum Mittelpunkt berechnet, nicht jedoch der Treffpunkt genauer lokalisiert werden konnte, gaben die Proband/innen nach jedem Schuss den jeweils getroffenen Quadranten an: (1) oben links, (2) oben rechts, (3) unten links, (4) unten rechts. Verfehlte ein Schuss das Target vollständig, wurde für die Auswertung ein Wert von 85 cm eingegeben. Traf der Ball das Brett außerhalb der messbaren 58 cm, wurde ein Wert von 65 cm eingesetzt.

4.1.1.7. Messung der Schussgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit der Präzisionsschüsse und die maximale Schussgeschwindigkeit der einzelnen Proband/innen wurden mit einer Radarpistole des Typs „Stalker Pro“ (Applied Concepts, Inc. / Stalker Radar, USA) erfasst. Wegen der geometrischen Anordnung des Targets konnte die Radarpistole während der Genauigkeitsmessungen nicht genau in Richtung des Zielscheibenzentrums aufgestellt werden, sondern musste neben dem Target positioniert werden. Dieser Aufbau führt dazu, dass Schüsse, die sich nicht direkt auf die Radarpistole zubewegen, in ihrer Geschwindigkeit – entsprechend einer Winkelfunktion – geringfügig unterrepräsentiert sind. Bei einem Einflugwinkel des Balls zur Radarpistole von 80° anstatt 90° wäre die Unterrepräsentation mit etwa 1,5 % sehr gering. Ein Vergleich zwischen den Ergebnissen von Frauen und Männern wäre nur dann problematisch, wenn die Spielerinnen gegenüber den Spielern systematisch mit anderen Winkeln auf das Target schießen würden.

4.1.1.8. Analyse der Schusstechniken

Bei jeder Entfernung wurde der 15. bis 20. Schuss aller Proband/innen mit einer Highspeed-Kamera des Typs „Casio High Speed EX-FX 1“ aufgenommen. Die Kamera befand sich in einem Abstand von einem Meter zum Ball und auf dessen Höhe. Die Frequenz der Aufnahmen betrug 600 Bilder/Sekunde und gewährleistete eine sehr gute Identifizierung der Schusstechnik (siehe Abbildung 22).



Abbildung 22: Exemplarischer Ausschnitt der Videoaufzeichnung eines Innenseitstoßes

Im Anschluss an die Messungen wurde durch zwei Experten für jede Probandin und jeden Probanden die jeweils verwendete Schusstechnik bestimmt. Unter-

schieden wurde dabei zwischen Innenseit-, Innenspann und Vollspannstoß. Weitere Schusstechniken wurden in der vorliegenden Studie nicht verwendet. Detaillierte Beschreibungen der genannten Techniken sind in Kapitel 3.1.5 zu finden. Außerdem wurden die Schüsse anhand des Standbeinaufsatzes in Relation zum Ball und anhand der Stabilität des Fußgelenkes während des Ballkontaktes beurteilt. Diese beiden Parameter definiert Düwel (2005) als relevante Qualitätskriterien für die sportmotorische Bewegungsausführung eines Schusses. Sie konnten anhand des zweidimensionalen Datenmaterials ausgewertet werden.

Als entscheidendes Beurteilungskriterium für den Aufsatz des Standbeines diente die Position der Ferse in Relation zur Ballmitte (siehe Abbildung 23). Wurde die Ferse vom Ball verdeckt, erfolgte die Beurteilung ihrer Position anhand einer verlängerten Linie der Wade zu dem Zeitpunkt, an dem das Standbein senkrecht stand.



Abbildung 23: Beurteilung des Standbeinaufsatzes in Relation zur Ballmitte (= rote Linie)

Die möglichen Stabilitätszustände des Fußgelenkes wurden als *stabil*, *indifferent* oder *instabil* beschrieben. Ein stabiles Fußgelenk weist demnach keine bis geringe Bewegung, ein indifferentes Fußgelenk geringe bis leichte und ein instabiles Fußgelenk leichte bis deutliche Bewegung während des Ballkontaktes auf. Abbildung 24 zeigt beispielhaft ein instabiles Fußgelenk während des Schusses. Als Beobachtungskriterium diente dabei die Ausrichtung der Fußspitze: diese zeigte bei einem instabilen Fußgelenk unmittelbar vor dem Ballkontakt in Richtung des Balles und unmittelbar nach dem Ballkontakt in Richtung der Kamera.



Abbildung 24: Beispiel eines instabilen Fußgelenkes während des Ballkontaktes

4.1.2. Studie 2: Schussgenauigkeitsmessungen auf dem Fußballfeld

Ziel der zweiten Studie war die Erfassung der Schussgenauigkeit aus sechs unterschiedlichen Entfernungen auf einem Fußballplatz und die Charakterisierung der dabei verwendeten Schusstechniken. Wie die Spielanalyse der Weltmeisterschaften 2002, 2003 und 2011 gezeigt hat (siehe Kapitel 3.2.3), existieren Unterschiede in der Verwendung der Passtechniken zwischen den Geschlechtern. Außerdem passen Fußballspieler/innen – geschlechterunabhängig – ihre Technik der jeweiligen Distanz an.

In der ersten Studie zur Schussgenauigkeit (siehe vorangegangenes Kapitel) wurde bereits die Schussgenauigkeit aus acht und elf Metern ermittelt. Daran setzt die vorliegende zweite Studie an und erfasst die Genauigkeit von Schüssen auf ein Tor aus größeren Entfernungen, wie sie in Spielen häufig vorkommen. Dadurch soll ein Überblick über die verwendeten Schusstechniken mit ansteigender Distanz gewonnen werden. Weiterhin soll untersucht werden, ob die weiblichen Fußballspielerinnen aus weiteren Entfernungen, beispielweise aufgrund ihrer geringeren Muskelkraft, überproportional ungenauer schießen als die männlichen Fußballspieler. Da bei Schüssen aus weiteren Entfernungen eine höhere Streuung der Genauigkeit zu erwarten ist, eignet sich das im Labor zum Einsatz gekommene elektronische Target aufgrund seiner Größe nicht. Als Alternative wurde die Schussgenauigkeit mithilfe eines in 15 Felder unterteilten Standardfußballtores ermittelt. Das methodische Design wird im Folgenden dargestellt.

4.1.2.1. Versuchsablauf

Die Studie wurde auf dem Naturrasenplatz des Institutes für Sport- und Bewegungswissenschaften der Universität Duisburg-Essen durchgeführt. Es nahmen 21 weibliche und 25 männliche Fußballspieler/innen teil. Vor Beginn der Messungen füllten die Proband/innen eine Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie aus (siehe Anhang) und absolvierten ein selbstgestaltetes 15-minütiges Aufwärmprogramm.

Im Anschluss daran wurde ihnen der Versuchsablauf durch die Versuchsleitung, zwei erfahrenen Fußballspielerinnen, erläutert. Die Proband/innen sollten aus sechs unterschiedlichen Entfernungen (8, 11, 14, 17, 20 und 23 m) ein in 15 Felder unterteiltes Standardfußballtor für Erwachsene (Maße: 2,44 x 7,32 m) möglichst in dessen Zentrum (= Feld 1, siehe Abbildung 26) treffen. Bei der Distanz von 11 m führten die Proband/innen 20 und bei allen anderen Distanzen jeweils 10 Schüsse aus. Die Entfernung von 11 m ist aufgrund der Ausführung des Strafstoßes von besonderem Interesse, außerdem war diese Distanz ebenfalls im Labor gemessen worden. Deshalb wurde hierbei eine höhere Anzahl an Schüssen gewählt, um die statistische Aussagekraft zu erhöhen. Die Entfernungen wurden in randomisierter Reihenfolge durchlaufen, um Lern- und Ermüdungseffekte bei den unterschiedlichen Entfernungen über alle gewählten Distanzen zu verteilen und Reiheneffekte zu vermeiden. Vor jeder Serie führten die Proband/innen 5 Probe-schüsse durch, um sich an die jeweilige Distanz zu gewöhnen. Die Schusstechnik und der Anlauf konnten frei gewählt werden. Alle Messungen wurden von zwei Versuchsleiterinnen angeleitet. Diese wiesen die Proband/innen ein, notierten das jeweils getroffene Feld und dokumentierten bei jedem Schuss die verwendete Technik.

4.1.2.2. Versuchspersonen

Ebenso wie in der ersten Studie zur Schussgenauigkeit (siehe Kapitel 4.1.1.2), wurde auch bei dieser zweiten Studie die Ligazugehörigkeit als entscheidendes Kriterium für die Vergleichbarkeit der beiden Probandengruppen herangezogen. Als Konsequenz wurden weibliche Fußballerinnen aus der Landes- und Verbands-

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

liga und männliche Fußballer aus der Kreisliga A und der Bezirksliga ausgewählt (Tabelle 15 zeigt die anthropometrischen Daten). Dieses Kriterium traf auf 17 Frauen und 17 Männer des Probandenkollektivs zu, während die übrigen Proband/innen zum Zeitpunkt der Messung einer unteren Liga oder aktuell keinem Fußballverein angehörten (siehe Tabelle 16). Da dieses jedoch auf einen erst kürzlich erfolgten Abstieg zurückzuführen war beziehungsweise eine mehrjährige Erfahrung in den geforderten Ligen nachgewiesen werden konnte, wurden auch diese Proband/innen in die Auswertung miteinbezogen.

Tabelle 15: Anthropometrische Daten der Proband/innen (Mittelwert \pm Standardabweichung)

Geschlecht	Alter [Jahre]	Größe [m]	Gewicht [kg]
weiblich	22,3 \pm 4,1	1,67 \pm 0,07	66,9 \pm 6,3
männlich	25,0 \pm 2,5	1,81 \pm 0,05	80,3 \pm 7,6

Tabelle 16: Ligazugehörigkeit, Vereinserfahrung und durchschnittliche Trainingszeit der Proband/innen

Geschlecht	Anzahl	Liga	Vereinserfahrung ($\bar{\varnothing}$ Trainingszeit)
weiblich	1	Verbandsliga	11,8 \pm 4,7 Jahre (3,2 Std/Woche)
	16	Landesliga	
	2	Bezirksliga	
	2	kein Verein	
männlich	6	Bezirksliga	15,2 \pm 5,0 Jahre (3,6 Std/Woche)
	11	Kreisliga A	
	3	Kreisliga B	
	5	kein Verein	

Die Frauen verfügten im Mittel über eine geringere Vereinserfahrung als die Männer (11,8 Jahre beziehungsweise 15,2 Jahre), jedoch sind sie, wie in der ersten Studie zur Schussgenauigkeit, im Durchschnitt knapp drei Jahre jünger. Bezüglich der durchschnittlichen Trainingszeit pro Woche (exklusive Spielbetrieb) lagen nur geringe Unterschiede vor: Die Frauen trainierten 3,2 und die Männer 3,6 Stunden/Woche. Für alle Proband/innen war das rechte Bein das dominante Schussbein.

4.1.2.3. Bodenbedingung

Die Studie wurde auf einem Fußballfeld mit Naturrasen durchgeführt. Aufgrund der jeweiligen witterungsbedingten Umstände waren die Bodenbedingungen nicht über den gesamten Messzeitraum konstant. Da die Bodenbedingung die Schussgenauigkeit jedoch beeinflussen kann (siehe Kapitel 2.4.2), wurden keine Messungen bei stark aufgeweichtem Untergrund durchgeführt. Außerdem wurden die Teilnehmer/innen der Probandengruppen in randomisierter Reihenfolge gemessen, sodass ein Einfluss der Bodenbedingungen auf den Geschlechtervergleich weitgehend ausgeschlossen werden kann. Beim Vergleich der Ergebnisse für die unterschiedlichen Entfernungen waren die Bodenbedingungen konstant, da alle Experimente für jede/n Spieler/in am gleichen Tag durchgeführt wurde.

4.1.2.4. Schuhbedingung

Die Proband/innen trugen ihre eigenen Fußballschuhe. Sie wurden im Vorfeld über die Bodenbedingungen aufgeklärt und brachten geeignetes Schuhwerk mit, welches ihnen eine ausreichende Stabilität des Standfußes gewährleistete.

4.1.2.5. Ball

Ebenso wie in der ersten Studie zur Schussgenauigkeit wurde auch in dieser Studie ein Fußball des Typs „T 90 Catalyst“ der Firma Nike, Inc. verwendet. Dieser Fußball ist mit dem offiziellen Logo „FIFA Approved“ versehen, hat die Normgröße 5, wiegt 433 g und besteht aus Premium Polyurethan. Vor jeder Messung wurde der Druck von 0,6 bar überprüft und gegebenenfalls wiederhergestellt.

4.1.2.6. Messung der Schussgenauigkeit

Um die Schussgenauigkeit auch bei Schüssen aus größeren Distanzen ermitteln zu können, wurde ein Standardfußballtor für Erwachsene (Maße: 2,44 x 7,32 m) in 15 Felder unterteilt (siehe Abbildung 25).



Abbildung 25: Unterteilung des Fußballtores in 15 Feldern

Für die Unterteilung wurden 2,5 cm breite Polyesterbänder an der Torlatte und den -pfosten mit Klettband angebracht. Auf dem Rasen wurden die Bänder mittels Heringen und zusätzlichen Gewichten befestigt. Die Größe der Felder betrug jeweils $\approx 0,8 \times 1,5$ m. Um bei der Dateneingabe die Felder eindeutig benennen zu können, wurde jedem Feld eine Nummer zugewiesen (siehe Abbildung 26). Während der Messungen stand eine Versuchsleiterin auf Höhe des Schusspunktes und eine weitere unmittelbar hinter dem Tor. Es konnte dadurch eindeutig ermittelt werden, welches Feld beim Schuss getroffen wurde. Dieses wurde im Messprotokoll vermerkt. Für die Datenauswertung wurde jedem Feld ein metrischer Wert zugeordnet, welcher sich aus dem Abstand zwischen dem Mittelpunkt des Tores und dem Mittelpunkt des jeweiligen Feldes generierte (siehe Abbildung 26). Traf der Ball das Tor nicht, wurde ebenfalls ein Abstand eingetragen. Dieser lag zwischen 1,63 m (= Schuss unmittelbar über die Latte) und 4,68 m (= Schuss rechts/links neben das Tor).

10 3,04 m	9 1,68 m	2 0,81 m	3 1,68 m	11 3,04 m
15 2,93 m	8 1,46 m	1 0,00 m	4 1,46 m	12 2,93 m
14 3,04 m	7 1,68 m	6 0,81 m	5 1,68 m	13 3,04 m

Abbildung 26: Nummerierung der Torfelder und der mittlere Abstand zum Mittelpunkt des zentralen Feldes

Somit lassen sich zum einen Aussagen über die Lokalisation des Treffpunktes des Balles machen und zum anderen kann auf diese Weise die absolute Schussgenauigkeit bewertet werden.

4.1.2.7. Analyse der Schusstechniken

Die zur Anwendung gekommene Schusstechnik wurde von den Versuchsleiterinnen für jeden Schuss festgestellt und im Messprotokoll dokumentiert. Unterschieden wurde dabei zwischen Innenseit-, Innenspann- und Vollspannstoß. Weitere Schusstechniken wurden von den Proband/innen nicht eingesetzt. Die Darstellung und Erläuterung der Techniken ist in Kapitel 3.1.5 zu finden.

4.1.3. Statistische Auswertung

Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern hinsichtlich der Schussgeschwindigkeit sowie der Schussgenauigkeit wurden mithilfe eines t-Tests für unabhängige Stichproben analysiert. Die Analyse der verschiedenen Treffflächen und Entfernungen erfolgte mit einer Varianzanalyse. Bei vorliegender Signifikanz wurden post-hoc t-Tests nach Bonferroni angeschlossen. Die statistischen Signifikanzniveaus wurden mit Irrtumswahrscheinlichkeiten von $p < 0.05$ als signifikant und von $p < 0.01$ als hochsignifikant festgelegt.

4.1.4. Methodenkritik

Bezüglich der Erfassung der Schussgenauigkeit in der ersten Laborstudie ist kritisch anzumerken, dass Schüsse, die das Target verfehlten, nicht eindeutig definiert werden konnten: der ihnen zugeschriebene, festgelegte Wert verringerte die Variabilität.

Im Vergleich zur ersten Studie wurde die Schussgenauigkeit in der zweiten Studie mit einem weniger sensiblen Messverfahren ermittelt. Hierdurch kann die exakte und tatsächliche Schussgenauigkeit nicht vollständig abgebildet werden. Aufgrund der größeren Entfernung und der damit einhergehenden größeren Streuung der Schüsse ist jedoch davon auszugehen, dass dieses Messverfahren sensibel genug ist, um Unterschiede bezüglich der Schussgenauigkeit zwischen den beiden Geschlechtern und zwischen den betrachteten Entfernungen aufzuzeigen.

4.2. Ergebnisse und Diskussion

4.2.1. Schussgenauigkeit im Labor

Die Schussgenauigkeit wurde im Rahmen der ersten Studie als Abstand des Balles zum Targetzentrum in Zentimetern gemessen. Entsprechend bedeutet ein höherer Wert eine geringere Genauigkeit des Schusses. Abbildung 27 zeigt die absolute Schussgenauigkeit der Frauen und der Männer aus jeweils acht und elf Metern Entfernung. Beide Geschlechter erzielten aus der höheren Distanz eine hochsignifikant geringere Schussgenauigkeit.

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

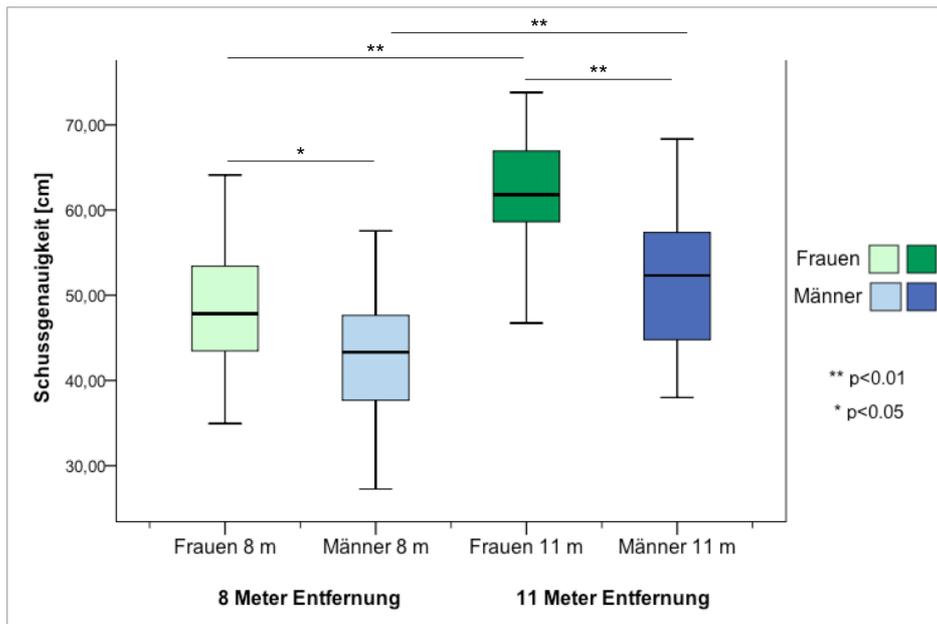


Abbildung 27: Absolute Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen aus 8 und 11 m Entfernung

Im Vergleich zu den Männern schossen die Frauen aus acht Metern Entfernung signifikant und aus elf Metern Entfernung hoch signifikant ungenauer. Bei der Auswahl der Proband/innen wurden, wie bereits dargestellt, zwei hinsichtlich des Spielniveaus und des Trainingspensums vergleichbare Gruppen zusammengestellt. Trotz dieser Voraussetzungen ergaben sich die genannten deutlichen Unterschiede zwischen den Geschlechtern.

Der Genauigkeitsschuss ist eine technisch sehr anspruchsvolle Aufgabe. Es ist daher zu vermuten, dass die Frauen über eine geringere Qualität bezüglich der sportmotorischen Ausführung dieser Aufgabe verfügen. Ein weiteres Indiz für diese These ist die durch die Studie sichtbar gewordene größer werdende Differenz zwischen den Geschlechtern bei größer werdender Entfernung zum anvisierten Ziel. Aus einer größeren Entfernung genau zu schießen ist technisch anspruchsvoller. Darüber hinaus bedarf es eines höheren muskulären Kraftaufwandes. Daher kann die – mit der Entfernung zunehmende – Differenz der Schusspräzision zwischen Frauen und Männern auch in der geringeren absoluten Muskelkraft der Frauen begründet sein.

Neben der absoluten Schussgenauigkeit wurde die Trefferanzahl in den Quadranten 1) *oben links*, 2) *oben rechts*, 3) *unten links* und 4) *unten rechts*

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

erfasst. Abbildung 28 zeigt die relative Trefferanzahl in den einzelnen Quadranten von Frauen und Männern aus jeweils acht und elf Metern Entfernung. Die Nulllinie repräsentiert dabei ein Viertel der Schüsse. Entsprechend bedeuten positive Werte, dass der Quadrant überproportional häufig getroffen wurde. Negative Werte bedeuten dagegen, dass der Quadrant überproportional selten getroffen wurde.

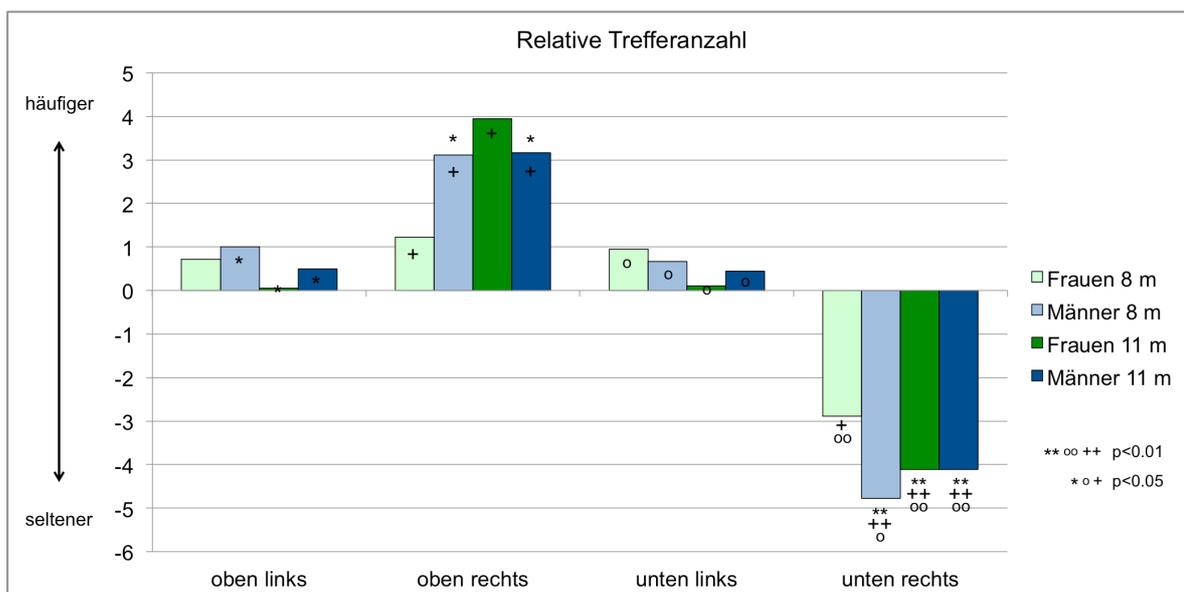


Abbildung 28: Relative Trefferanzahl der vier Quadranten

Beide Geschlechter schossen deutlich seltener ($p < 0.05$; $p < 0.01$) in die untere rechte Ecke, wohingegen die obere rechte Ecke überproportional häufig getroffen wurde. Die obere linke und untere linke Ecke wurde mit etwa jedem vierten Schuss getroffen. Die linke und die rechte Hälfte des Targets wurden etwa gleich häufig getroffen. Für alle Proband/innen war das rechte Bein das dominante Bein und somit auch das Schussbein. Es hätte daher vermutet werden können, dass die Proband/innen aufgrund des Bewegungsablaufes den Ball häufiger auf die linke Seite platzieren. Dadurch würden sie den Ball länger mit dem Fuß kontrollieren können. Diese These bestätigte sich jedoch nicht und es kann geschlussfolgert werden, dass die Füßigkeit keinen Einfluss auf die horizontale Ausrichtung der Schüsse hatte. Hinsichtlich der vertikalen Ausrichtung zeigten sich lediglich Unterschiede auf der rechten Hälfte des Targets. Wie bereits erwähnt, trafen beide Geschlechter den oberen rechten Quadranten hoch

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

signifikant häufiger als den unteren rechten Quadranten. Diese Verteilung der Treffer existierte bei den Männern bei beiden Entfernungen gleichermaßen. Im Vergleich zu der Entfernung aus acht Metern nahm bei den Frauen aus der Distanz aus elf Metern der Unterschied in der Trefferhäufigkeit des unteren und oberen rechten Quadranten deutlich zu. Sie glichen sich damit der Verteilung der Schüsse der Männer an. Für Torhüter/innen bedeutet das: Schüsse, die aus diesen Entfernungen und ohne Gegner- und Zeitdruck erfolgen, werden überproportional häufig vom anvisierten Ziel aus gesehen oben rechts platziert. Entsprechend sollten sie ihre Abwehraktionen danach ausrichten.

Weiterhin wurde die relative Schussgenauigkeit in den einzelnen Quadranten berechnet. Damit die Daten der Geschlechter und der Entfernungen vergleichbar sind, wurde die Schussgenauigkeit der einzelnen Quadranten jeweils in Prozent der mittleren Schussgenauigkeit der jeweiligen Bedingung angegeben (siehe Abbildung 29). Die Ergebnisse zeigen, dass bei beiden Geschlechtern und bei beiden Entfernungen Schüsse, die den oberen linken Quadranten trafen, signifikant genauer waren als Schüsse, die den unteren linken Quadranten trafen. Bezogen auf die beiden Entfernungen, zeigte ein Vergleich der relativen Schussgenauigkeit bei den Männern keine signifikanten Unterschiede. Die Frauen dagegen schossen aus elf Metern Entfernung unten rechts und unten links genauer als aus acht Metern.

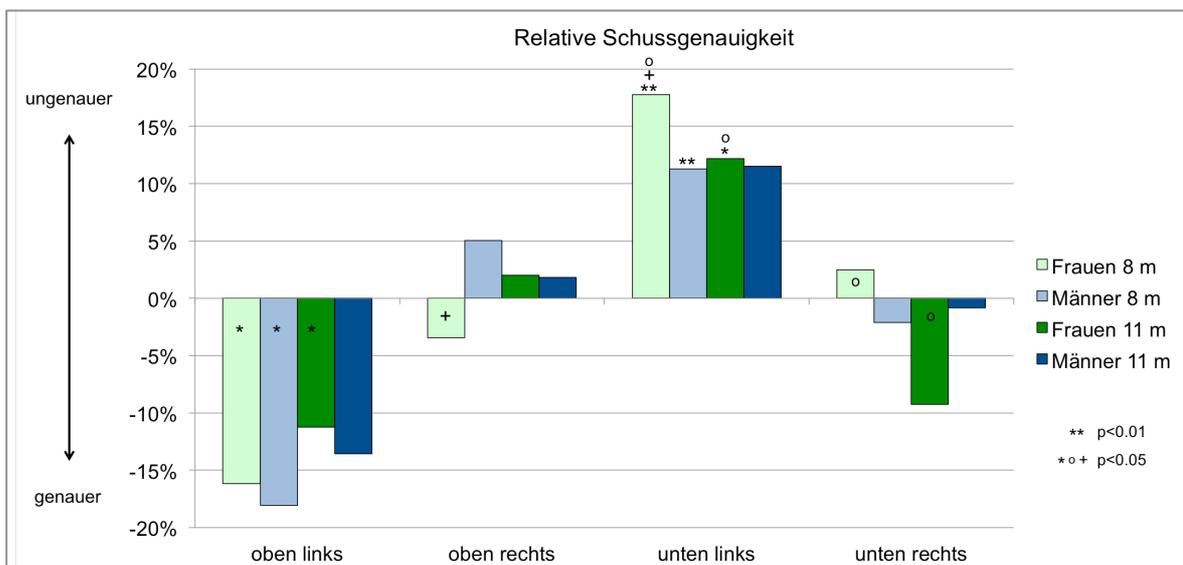


Abbildung 29: Schussgenauigkeit der vier Quadranten in Relation zur mittleren Schussgenauigkeit

Die Ergebnisse der relativen Schussgenauigkeit können wichtige Informationen für das fußballspezifische Techniktraining liefern. In der vorliegenden Studie traf in etwa jeder vierte Schuss den unteren linken Quadranten. Diese Schüsse waren jedoch oftmals deutlich ungenauer, weil die Proband/innen vermutlich den Schussfuß nicht ausreichend nach außen rotierten und/oder den Ball zu weit oben trafen und dadurch den Schussfuß nicht unter den Ball bekamen und somit keine hohe Flugbahn erzielen konnten. Sind solche regelmäßig wiederkehrenden Mängel in der sportmotorischen Bewegungsausführung bekannt, können sie gezielt im Techniktraining behoben werden.

4.2.2. Schussgeschwindigkeit bei Genauigkeitsschüssen

Es wurde bereits in Kapitel 4.1.1.7 angemerkt, dass die Ergebnisse der Schussgeschwindigkeitsmessungen kritisch beurteilt werden müssen, sofern sich Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der Platzierung der Genauigkeitsschüsse hin zu einer bestimmten Seite zeigen. Wie im vorangegangenen Kapitel dargestellt, bestehen lediglich Unterschiede in der vertikalen Ausrichtung der Schüsse. In Bezug auf die horizontale Ausrichtung der Schüsse zeigen sich keine Unterschiede im Vergleich der weiblichen und männlichen Proband/innen, daher ist ein Vergleich der beiden Probandengruppen ebenso zulässig wie der Vergleich der Entfernungen.

Die Ergebnisse der Schussgeschwindigkeitsmessungen während der Genauigkeitsschüsse belegen, dass bei den Frauen die Entfernung zum Ziel keinen Einfluss auf die absolute Schussgeschwindigkeit hat (siehe Abbildung 30). Die durchschnittliche Geschwindigkeit der Schüsse aus acht Metern Entfernung betrug 57,65 km/h, die der Schüsse aus elf Metern 59,11 km/h. Die Männer schossen aus acht Metern Distanz mit einer gegenüber den Frauen kaum erhöhten Geschwindigkeit von 59,19 km/h. Aus elf Metern steigerten sie jedoch ihre Schussgeschwindigkeit auf 64,51 km/h, was einen signifikant höheren Wert ($p < 0.05$) zur Ballgeschwindigkeit der Frauen darstellt.

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

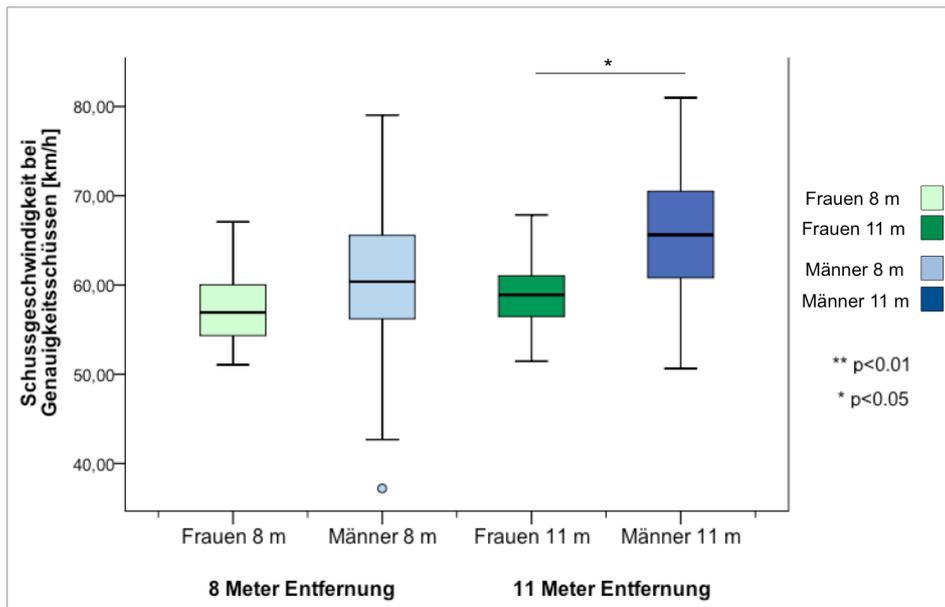


Abbildung 30: Absolute Schussgeschwindigkeit bei Genauigkeitsschüssen von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen aus 8 und 11 m Entfernung

Die männlichen Fußballspieler sind vermutlich besser in der Lage, ihre Bewegungsausführung der Bedingung, hier konkret der Entfernung zum Ziel, anzupassen. Ebenso wie die Frauen schießen zwar auch sie aus höherer Entfernung ungenauer, der Geschlechtereffekt wird jedoch größer. Ein Grund könnte sein, dass mit steigender Entfernung zum Ziel die Schussgeschwindigkeit erhöht werden muss, um die Distanz zu überbrücken.

Frauen bewegen sich im Schnitt im Vergleich zu Männern bei identischer Schussgeschwindigkeit näher am Maximum ihrer erreichbaren Schussgeschwindigkeit. Das zeigt die maximal erreichbare Schussgeschwindigkeit, die ebenfalls im Rahmen dieser Studie für jede Probandin und jeden Probanden individuell ermittelt wurde. Die maximale Ballgeschwindigkeit betrug bei den Frauen $75,56 \pm 9,32$ km/h. Die Männer erzielten eine hochsignifikant höhere Geschwindigkeit von $101,37 \pm 5,61$ km/h. Abbildung 31 zeigt die Geschwindigkeit der Genauigkeitsschüsse in Relation zur jeweils maximal erreichbaren Schussgeschwindigkeit. Diese relative Schussgeschwindigkeit war bei den Frauen für beide Entfernungen hochsignifikant höher als bei den Männern.

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

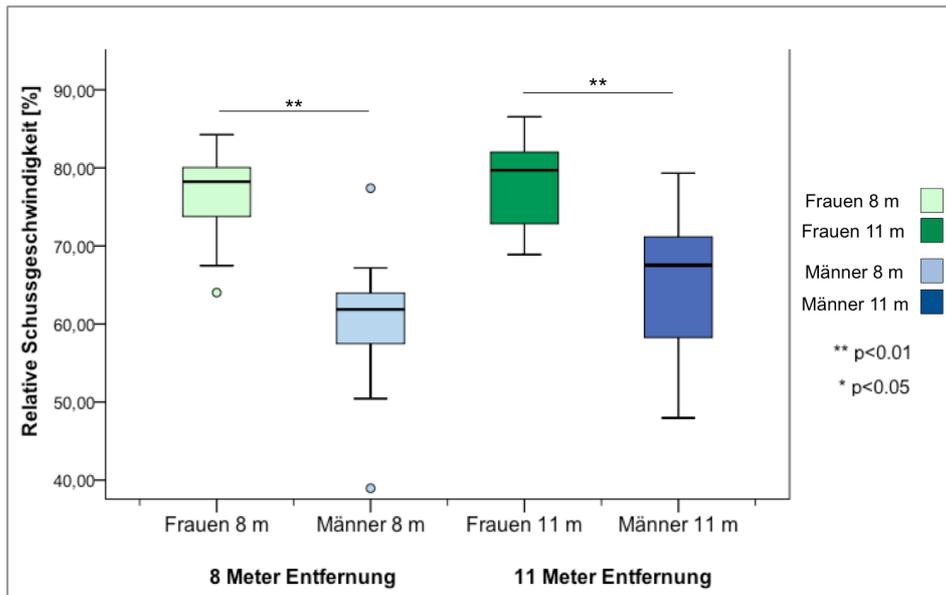


Abbildung 31: Relative Schussgeschwindigkeit bei Genauigkeitsschüssen von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen aus 8 und 11 m Entfernung

Die Steigerung der Entfernung war in dieser Studie mit drei Metern relativ gering. Es ist anzunehmen, dass bei weiterer Steigerung der Entfernung zum Ziel die Frauen früher als die Männer ihre maximale Schussgeschwindigkeit zur Überbrückung einer Distanz aufbringen müssen, was sich nachteilig auf die Genauigkeit der Schüsse auswirkt. Diese Annäherung an die maximale Geschwindigkeit könnte auch eine Ursache dafür sein, dass die Frauen bezüglich der Geschwindigkeit der Genauigkeitsschüsse (siehe Abbildung 30) eine deutlich geringere Variabilität aufweisen als die Männer.

Sterzing et al. (2009a) untersuchten ebenfalls den Zusammenhang zwischen Schussgeschwindigkeit und Schussgenauigkeit. Abhängig von der verwendeten Schusstechnik errechneten sie bei Genauigkeitsschüssen eine relative Schussgeschwindigkeit zwischen 82 % und 86 %. Da als Referenz jedoch die maximal erreichbare Schussgeschwindigkeit mit der jeweiligen Schusstechnik herangezogen wurde, fallen die Werte bei Sterzing et al. (2009a) entsprechend höher aus. Doch auch bei Gegenüberstellung der eigentlich vergleichbaren Werte, also der Geschwindigkeit der Genauigkeitsschüsse mit der Innenseite in Relation zu der maximal erreichbaren Geschwindigkeit, die in der Regel mit dem Vollspann erreicht wird, erzielen die männlichen Probanden in der Studie von Sterzing et al. (2009a) mit 75 % eine höhere relative Geschwindigkeit. Ursächlich hierfür sind

wahrscheinlich zum einen der Versuchsaufbau (Entfernung zum Ziel, Größe und Höhe des Ziels) und zum anderen das Probandenkollektiv (Spielklasse, -erfahrung der Sportler/innen). Das zeigt, dass Ergebnisse immer im Kontext des jeweiligen Versuchsaufbaus interpretiert werden müssen.

4.2.3. Analyse der Schusstechniken bei Genauigkeitsschüssen im Labor

Bei allen Bedingungen wurden die Schusswiederholungen 15 bis 20 mit einer Highspeed-Kamera aufgenommen. Im Folgenden wird analysiert, ob erkennbare Unterschiede zwischen den beiden Probandengruppen und zwischen den beiden betrachteten Entfernungen von acht beziehungsweise elf Metern bestehen.

Sowohl die Frauen als auch die Männer schossen bei beiden Distanzen überwiegend mit der Fußinnenseite. Im Probandinnenkollektiv der Frauen gab es lediglich drei Personen, die von dieser Technik abwichen. Eine Frau schoss bei beiden Entfernungen mit dem Innenspann, eine weitere schoss aus acht Metern mit dem Innenspann und aus elf Metern mit dem Vollspann und eine dritte schoss aus acht Metern mit dem Vollspann und aus elf Metern mit der Innenseite. Im Probandenkollektiv der Männer zeigte sich eine etwas größere Variabilität der eingesetzten Techniken. Es wurden neben der Innenseite folgende Techniken verwendet: Drei Männer verwendeten bei beiden Entfernungen den Innenspann, ein Mann schoss jeweils mit dem Vollspann und jeweils ein Proband wechselte bei elf Metern von der Innenseite zum Innenspann beziehungsweise zum Vollspann.

Im Vorfeld wurde vermutet, dass die Proband/innen ihre Schusstechnik der jeweiligen Entfernung anpassen würden. Allerdings wechselten nur zwei Frauen und zwei Männer die Schusstechnik zwischen den beiden Bedingungen. Die Differenz der beiden betrachteten Distanzen war demnach nicht so groß, dass für die Fußballspieler/innen die Notwendigkeit bestand, ihre Technik zu verändern. Auch die Frauen waren in der Lage, mit der Innenseite, die sich am besten für genaue Schüsse eignet, beide Distanzen zu überbrücken.

Trotz des Einsatzes überwiegend gleicher Techniken wurden unterschiedliche Schussgenauigkeiten erzielt. Daher ist es zur Erklärung dieses Studien-

ergebnisses aufschlussreich, die Schüsse im Detail zu betrachten. Zu den Parametern, welche anhand der aufgenommen zweidimensionalen Videosequenzen auswertbar waren, zählten der Standbeinaufsatz und die Fixierung des Fußgelenkes auf der Schussbeinbeinseite während des Ballkontaktes. Für die Ausführung eines Innenseitstoßes wird empfohlen, das Standbein neben den Ball aufzusetzen (Düwel, 2005). In der vorliegenden Studie wurde dieses von den meisten Proband/innen getan (siehe Abbildung 32). Zwischen den zwei Entfernungen lassen sich diesbezüglich keine Unterschiede ausmachen. Im Vergleich zu den Frauen zeigten die Männer eine etwas höhere Variabilität in der Bewegungsausführung, diese war jedoch nicht statistisch signifikant und hatte auch keinen negativen Einfluss auf die Schussgenauigkeit.

Orloff et al. (2008) untersuchten den Standbeinaufsatz von Frauen und Männern bei der Ausführung von Spannstoßen mit maximaler Geschwindigkeit. Sie fanden keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der Position des Standbeines in Relation zum Ball. Es wurden jedoch Unterschiede deutlich bezüglich anderer kinematischer und kinetischer Parameter wie der Rumpfneigung oder den medio-lateralen Bodenreaktionskräften. Auch wenn sich in der vorliegenden Studie nur geringe Differenzen beim Standbeinaufsatz zeigen, sind Unterschiede in der Bewegungsausführung zwischen Frauen und Männern zu vermuten.

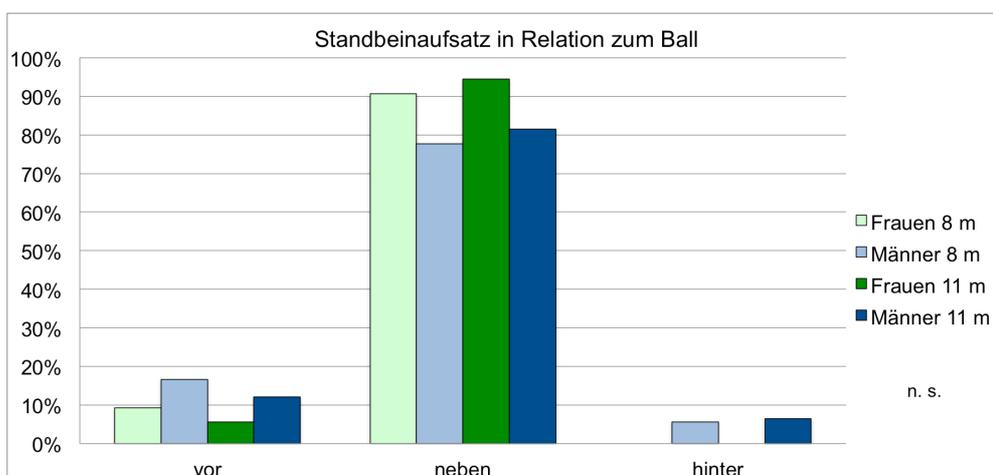


Abbildung 32: Standbeinaufsatz in Relation zum Ball

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

Hinsichtlich der Fußgelenksstabilität während der Ausführung der Genauigkeitsschüsse wiesen die Männer ein stabileres Fußgelenk auf als die Frauen (siehe Abbildung 33). Bei den männlichen Probanden zeigte bei beiden Entfernungen in mehr als 60 % der ausgewerteten Schüsse das Fußgelenk keine oder nur eine geringfügige Bewegung. Ein statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0.05$) zwischen den Geschlechtern ließ sich jedoch lediglich bei Schüssen aus elf Metern Entfernung feststellen.

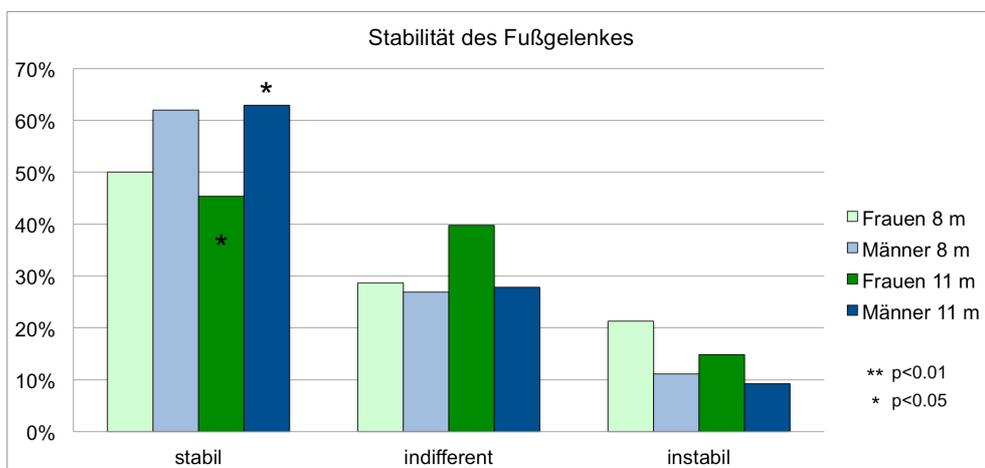


Abbildung 33: Stabilität des Fußgelenkes während der Genauigkeitsschüsse

Welche konkreten Auswirkungen die Stabilität des Fußgelenkes auf die Schussgenauigkeit und die -geschwindigkeit während der Genauigkeitsschüsse hat, zeigen die Studienergebnisse. Weder bei der Genauigkeit noch bei der Geschwindigkeit zeigte sich eine Wechselwirkung zwischen dem Geschlecht und der Fußgelenksstabilität. Daher werden im Folgenden die Effekte der Fußgelenksstabilität geschlechterunabhängig dargestellt. Abbildung 34 verdeutlicht, dass die Proband/innen mit einem instabilen Fußgelenk tendenziell ungenauer schossen als mit einem stabilen ($p = 0.065$) oder einem indifferenten ($p = 0.055$). Ein deutlicherer Effekt zeigte sich bei der Schussgeschwindigkeit während der Genauigkeitsschüsse. Die Proband/innen mit einem instabilen Fußgelenk schossen hoch signifikant ($p < 0.01$) langsamer als Proband/innen mit einem indifferenten oder stabilen Fußgelenk (siehe Abbildung 34). Daraus lässt sich die These ableiten, dass sich ein instabiles Fußgelenk nachteilig auf die Leistung der

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

Sportler/innen auswirkt in Bezug auf die Genauigkeit der Schüsse sowie auf die Geschwindigkeit bei Genauigkeitsschüssen.

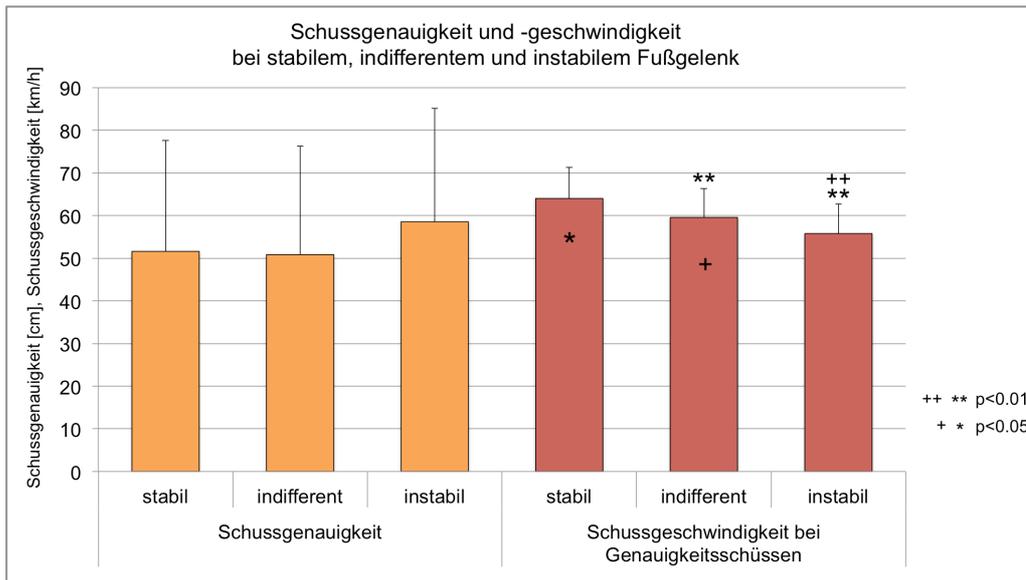


Abbildung 34: Schussgenauigkeit und -geschwindigkeit bei stabilem, indifferentem und instabilem Fußgelenk

Die Bewegung des Fußgelenkes wird durch dessen muskuläre Stabilisierung und die Ausführung der fußballspezifischen Technik bestimmt. Bezüglich der muskulären Stabilität sind Frauen gegenüber Männern aufgrund ihrer geringeren Krafftähigkeit benachteiligt. Diese beträgt im Bereich der unteren Extremitäten bei vergleichbarer Körpergröße nur durchschnittlich 70 % der Krafftähigkeit des Mannes (Thein & Thein, 1996). Bei Messungen der isokinetischen und isometrischen Krafftähigkeit der Plantar- und Dorsalflexoren des Fußgelenkes erzielten Frauen zwischen 63 % und 67 % der Kraft der Männer (Danneskiold-Samsøe et al., 2009). Es ist daher zu vermuten, dass Frauen durch ein spezifisches Training der fußgelenkstabilisierenden Muskulatur ihre Schussgenauigkeit verbessern können.

Neben der absoluten Krafftähigkeit beeinflusst die Bewegungsausführung und insbesondere die Trefffläche des Balles die Bewegung des Fußgelenkes. Je weiter distal der Ball auf den Fuß trifft, desto höher ist die einwirkende Kraft aufgrund des längeren Hebelarms. Eine unzureichende Fixierung des Fußgelenkes führt somit zu einer größeren Bewegungsamplitude. Inwieweit jedoch die

technische Ausführung die Fußgelenkstabilität beeinflusst, kann anhand der durchgeführten Studie nicht abschließend erörtert werden. In diesem Zusammenhang sind weitere Untersuchungen mit einem größeren Probandenkollektiv und einer dreidimensionalen kinematischen Analyse sinnvoll.

4.2.4. Schussgenauigkeit auf dem Fußballfeld

Die Schussgenauigkeit von Schüssen aus sechs verschiedenen Entfernungen zeigte eine hoch signifikante Interaktion zwischen dem Geschlecht und der Entfernung. Abbildung 35 stellt diesen Zusammenhang dar und verdeutlicht, dass die Linienzüge beider Geschlechter den gleichen, steigenden Trend aufweisen. Aufgrund dieser ordinalen Interaktion sind die beiden Haupteffekte Geschlecht und Entfernung isoliert interpretierbar.

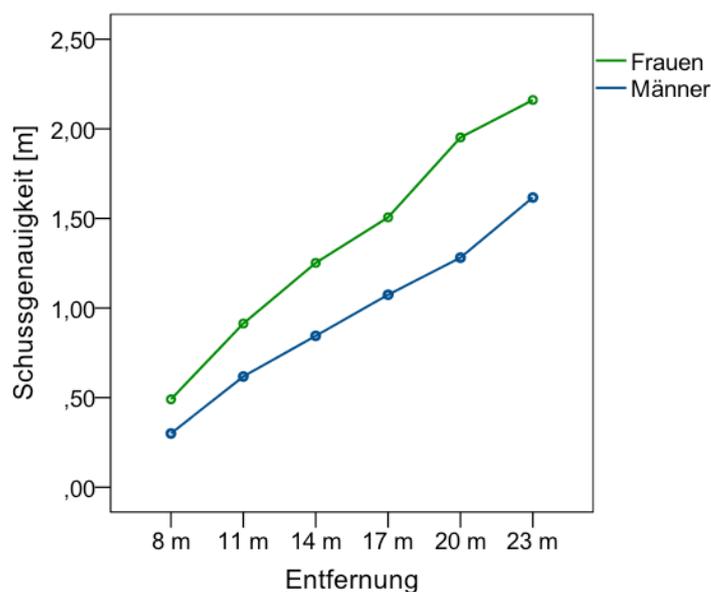


Abbildung 35: Absolute Schussgenauigkeit: Zusammenhang von Geschlecht und Entfernung

Die Varianzanalyse beider Hauptfaktoren wies einen statistisch hoch signifikanten Effekt ($p < 0.01$) auf die Schussgenauigkeit auf. Tabelle 17 gibt einen Überblick über die Einzelvergleiche der Entfernungen (= schwarz) und der Geschlechter bezüglich der sechs Entfernungen (= rot).

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

Tabelle 17: Differenz der Schussgenauigkeitswerte der beiden Haupteffekte Geschlecht (= rot) und Entfernung (= schwarz)

Entf.	8 m	11 m	14 m	17 m	20 m	23 m
8 m	0,19 m (p<0.01)					
11 m	0,37 m (p<0.01)	0,30 m (p<0.01)				
14 m	0,64 m (p<0.01)	0,28 m (p<0.01)	0,41 m (p<0.01)			
17 m	0,88 m (p<0.01)	0,52 m (p<0.01)	0,24 m (p<0.01)	0,43 m (p<0.01)		
20 m	1,20 m (p<0.01)	0,83 m (p<0.01)	0,56 m (p<0.01)	0,32 m (p<0.01)	0,67 m (p<0.01)	
23 m	1,48 m (p<0.01)	1,11 m (p<0.01)	0,83 m (p<0.01)	0,59 m (p<0.01)	0,28 m (p<0.05)	0,54 m (p<0.01)

Die weiblichen Proband/innen schossen aus allen Entfernungen hoch signifikant ungenauer ($p < 0.01$) als die männlichen Probanden, wobei die Entfernung bei den Frauen einen größeren Effekt auf die Schussgenauigkeit hatte als bei den Männern (siehe Abbildung 35). Bis zu einer Entfernung von 20 Metern wurde die Differenz der Geschlechter kontinuierlich größer, nur bei 23 Metern nahm sie geringfügig ab. An dieser Stelle muss jedoch kritisch angemerkt werden, dass bei der verwendeten Messmethode die Schüsse, die das Tor verfehlten, nicht differenziert betrachtet werden konnten. Da der Anteil der Schüsse außerhalb des Tores bei den Frauen bei der Entfernung von 23 Metern deutlich zunahm, ist vermutlich das Messinstrumentarium nicht mehr sensibel genug für die präzise Bestimmung. Die zunehmende Differenz zwischen den Geschlechtern könnte auch erklären, warum die Männer durchschnittlich ihre Tore aus weiteren Entfernungen erzielen (siehe Ergebnisse der Spielanalyse, Kapitel 3.2.5). Neben ihrer größeren Schusskraft und der besseren Abwehrleistung, die Schüsse aus weiten Distanzen erzwingt, können die männlichen Fußballspieler ihre Torschüsse präziser platzieren und somit ihre Erfolgchancen erhöhen.

Geschlechterunabhängig schossen die Proband/innen mit zunehmender Entfernung unpräziser. Es zeigte sich, dass jeweils bereits eine Steigerung der Distanz um drei Meter zu einer deutlichen Abnahme der Schusspräzision führte. Mit zunehmender Entfernung nimmt nicht nur die absolute, sondern auch die relative Schussgenauigkeit ab. Abbildung 36 stellt die Entfernung zum Mittelpunkt des Tores (= Schussgenauigkeit) in Prozent der Schussentfernung dar. Es zeigt

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

sich, dass die Schussgenauigkeit mit ansteigender Distanz überproportional abnimmt.

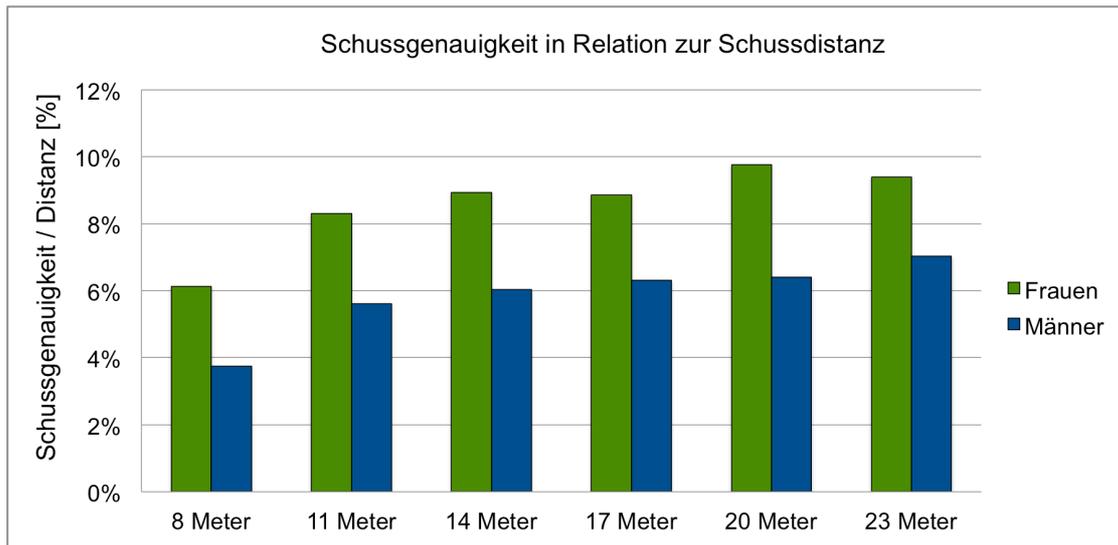


Abbildung 36: Schussgenauigkeit in Relation zur Schussdistanz

Die Ergebnisse der Schussgenauigkeitsmessungen im Labor wiesen geschlechtsspezifische Unterschiede in der Lokalisierung der Schüsse auf dem elektronischen Target auf. Im Folgenden wird erörtert, ob sich ebenfalls Unterschiede bei den Schüssen auf dem Fußballfeld in der zweiten Studie aufzeigen lassen. Die relative Trefferhäufigkeit der einzelnen Felder wird in Abbildung 37 dargestellt. Die Säulen zeigen, wie häufig die beiden Gruppen (Frauen = grün; Männer = blau) ein bestimmtes Feld in Relation zur Gesamtanzahl der von der jeweiligen Gruppe durchgeführten Schüsse getroffen haben. Abbildung 37 wurde auf Grundlage aller Schüsse aus allen Entfernungen erstellt. Schüsse, die links und rechts am Tor vorbeigeschossen wurden, sind nicht abgebildet, da sie nicht mehr als 2 % aller Schüsse darstellen und deshalb vernachlässigbar sind.

Insgesamt trafen die Männer häufiger die mittleren Felder. Dieses spiegelt sich in der bereits dargestellten, besseren Schussgenauigkeit wider. Bezüglich der vertikalen Ausrichtung der Schüsse zeigten sich keine geschlechtsspezifischen Besonderheiten: von den Schüssen, die keines der fünf Felder mittlerer Höhe trafen, befanden sich bei den Frauen 54 % und bei den Männern 55,6 % oberhalb dieser mittleren Höhe. Ein Vergleich der horizontalen Ausrichtung zeigt, dass bei

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

den Frauen 54,2 % und bei den Männer 60,2 % der Schüsse, die nicht eines der fünf Felder mittlerer Höhe trafen, auf der linken Seite des Tores lokalisiert waren.



Abbildung 37: Relative Trefferhäufigkeit der einzelnen Felder über alle Entfernungen

Im Vergleich zu den männlichen Fußballspielern trafen die weiblichen überproportional häufig das untere linke Feld. Diese Differenz zeigte sich insbesondere bei der Entfernung von 23 Metern. Knapp ein Viertel aller Schüsse der Frauen aus dieser Distanz trafen eines der beiden unteren linken Felder. Bei diesen Schüssen, die zu 94 % mit dem Innen- oder Vollspann gespielt wurden (siehe Kapitel 4.2.5), waren sie anscheinend nicht in der Lage, eine hohe Flugkurve zu erzielen. Ursächlich hierfür könnten die geringeren Krafftigkeiten oder Mängel in der technischen Ausführung sein, wenn beispielsweise der Ball zu weit oben getroffen wurde. Weiterhin bedeutet dies für die Spielerinnen, dass Schüsse, die die linke Hälfte des Tores treffen sollten, eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, das Tor gänzlich zu verfehlen. Die Torhüterinnen sollten sich entsprechend bei Schüssen aus weiten Entfernungen darauf einstellen, dass diese häufiger weiter links und tiefer vom eigentlich anvisierten Ziel auf das Tor treffen.

4.2.5. Analyse der Schusstechniken bei Genauigkeitsschüssen auf dem Fußballfeld

Die Proband/innen konnten bei der Ausführung der Genauigkeitsschüsse ihre Schusstechnik frei wählen. Für jeden Schuss wurde die verwendete Technik dokumentiert, eine qualitative Beurteilung der Bewegungsausführung fand dabei allerdings nicht statt. Zum Einsatz kam der Innenseit-, Innenspann- und Vollspannstoß. Insgesamt lässt sich feststellen, dass etwa Dreiviertel der Proband/innen (Frauen: 78 %; Männer: 74 %) ihre Technik innerhalb einer Bedingung konstant beibehielten. Die übrigen Proband/innen bevorzugten zwar ebenfalls eine bestimmte Schusstechnik, verwendeten jedoch während einer Bedingung mindestens einmal auch eine andere Technik als die favorisierte. Bezogen auf alle Schüsse führten die Frauen bei 5 % und die Männer bei 4,2 % ihrer Schüsse einen Technikwechsel durch. Diese Wechsel waren bei allen Entfernungen zu beobachten und folgten keiner Systematik. Da der Zeitpunkt des Technikwechsels beliebig variierte, können Ermüdungseffekte als Ursache ausgeschlossen werden. Der Wechsel führte mehrheitlich zu keiner Verbesserung der Schussgenauigkeit. Es kann zusammenfassend festgehalten werden, dass weibliche und männliche Fußballspieler/innen für eine bestimmte Entfernung eine bestimmte Technik einsetzen und diese dann nur selten ändern.

Im Folgenden wird dargestellt, welche Techniken in der vorliegenden Studie eingesetzt wurden und ob diesbezüglich geschlechtsspezifische Differenzen existieren. Unabhängig von der Entfernung schossen die Männer häufiger mit der Innenseite des Fußes (Frauen: 49 %; Männer: 61 %), wohingegen die Frauen häufiger den Innenspannstoß (Frauen: 41 %; Männer: 36 %) und den Vollspannstoß (Frauen: 10 %; Männer: 4 %) einsetzten. Diese Ergebnisse gehen einher mit der Analyse der Frauenweltmeisterschaften 2003 und 2011 und der Männerweltmeisterschaft 2002 (siehe Kapitel 3.2.3). Dort zeigte sich bei den Frauen ebenfalls ein vermehrter Einsatz des Innenspannstoßes bei langen Pässen. Abbildung 38 zeigt den prozentualen Anteil der verwendeten Schusstechniken bei den unterschiedlichen Entfernungen für die weiblichen und männlichen Proband/innen. Geschlechterunabhängig wurden die meisten Schüsse aus acht, elf und 14 Metern Entfernung mit der Innenseite gespielt. Aus

Untersuchung der Schussgenauigkeit von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

17, 20 und 23 Metern Distanz wurde insgesamt der Innenspann am häufigsten eingesetzt. Wie Sterzing et al. (2009a) zeigten, eignet sich die Innenseite für die genauesten Schüsse. Mit ihr können jedoch nur geringe Ballgeschwindigkeiten erzielt und geringe Distanzen überbrückt werden. Entsprechend passten die Fußballspieler/innen in der Studie ihre Schusstechnik den jeweiligen Bedingungen an. Je geringer die Entfernung zum Ziel war, desto häufiger konnten Frauen und Männer die Innenseite und somit die Technik einsetzen, welche die höchste Schusspräzision ermöglicht.

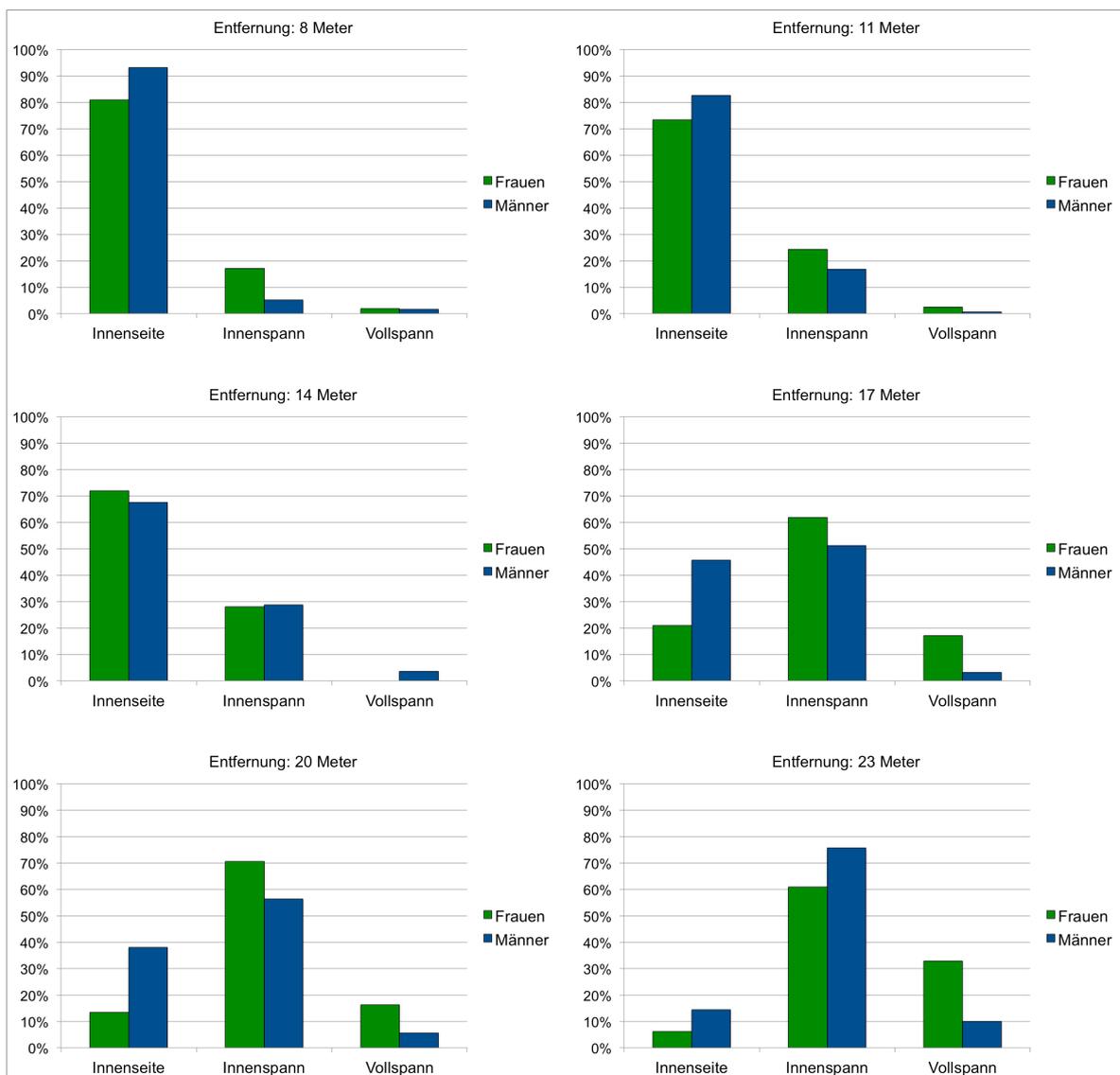


Abbildung 38: Prozentualer Anteil der verwendeten Schusstechniken bei unterschiedlichen Entfernungen

Die prozentuale Verteilung der Schusstechniken zeigt für die Schüsse aus acht, elf und 14 Metern bei Frauen und Männern ein ähnliches Bild. Beide Geschlechter verwendeten am häufigsten die Innenseite und mit zunehmender Entfernung häufiger den Innenspann. Die männlichen Fußballspieler schossen aus acht und elf Metern nur geringfügig häufiger mit der Innenseite. Einen entscheidenden Wechsel der verwendeten Schusstechnik vollzogen beide Geschlechter ab einer Distanz von 17 Metern. Aus 14 Metern schossen die Frauen noch 72 % ihrer Schüsse mit der Innenseite, aus 17 Metern waren es nur noch 21 %. Bei den Männern war ebenfalls zu beobachten, dass ab 17 Metern die Innenseite nicht mehr die dominierende Schusstechnik war. Diese Differenz fiel bei ihnen jedoch deutlich geringer aus als bei den weiblichen Probandinnen. Aus 14 Metern schossen die Männer 68 % der Schüsse mit der Innenseite, bei 17 Metern Entfernung zum Ziel sank dieser Wert auf 46 % und damit nicht ganz so stark wie bei den Frauen. Weiterhin zeigen die erhobenen Daten, dass die weiblichen Fußballspielerinnen ab einer Distanz von 17 Metern vermehrt den Vollspann einsetzten. Aus 23 Metern spielten sie ein Drittel aller Schüsse mit dieser Technik, bei den Männern betrug der Anteil lediglich 10 %.

Es zeigt sich demnach, dass bei geringen Entfernungen die Innenseite bei beiden Geschlechtern die präferierte Schusstechnik ist. Bei weiteren Distanzen verändern sowohl die Spielerinnen als auch die Spieler ihre Schusstechnik hin zu den Spannstoßarten. Diesen Wechsel vollziehen die Frauen bei einer geringeren Entfernung als die Männer, vermutlich aufgrund ihrer geringeren Muskelkraft. Mit Blick auf die Schussgenauigkeit wurde vermutet, dass diese beim Wechsel der Schusstechnik überproportional abnimmt, da die Innenseite, wie in Kapitel 2.4.2.1 dargestellt, Schüsse mit der höchsten Präzision erlaubt. Jedoch zeigen die Ergebnisse, dass in Relation zu den Männern, die Entfernung zum Tormittelpunkt bei den Frauen bei einer Entfernung von 14 Metern 146 % und bei einer Entfernung von 17 Metern 140 % betrug, wenngleich die Frauen bei einer Entfernung von 17 Metern, im Vergleich zu 14 Metern, deutlich seltener die Innenseite verwendeten (72 % gegenüber 21 %) und dieser Rückgang bei den Männern geringer ausfiel (68 % gegenüber 46 %). Im Vergleich zu den Männern, führte demnach die seltenere Verwendung der Innenseite nicht zu einer relativen

Verschlechterung der Schussgenauigkeit, vielmehr scheinen die Frauen ihre Schusstechnik der jeweiligen Bedingung anzupassen. Für die Trainingsgestaltung der Frauen könnte es bedeuten, dass insbesondere auf die Ausbildung der verschiedenen Schusstechniken Wert gelegt werden sollte: nur wenn sie diese beherrschen und situationsangemessen anwenden, können sie trotz geringerer Muskelkraft weite Distanzen mit einer hohen Präzision überwinden.

4.3. Zusammenfassung

Anhand zweier Studien wurden jeweils die Schussgenauigkeit sowie die bei Genauigkeitsschüssen verwendeten Schusstechniken aus unterschiedlichen Entfernungen von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen untersucht. Die erste Studie quantifizierte die Präzision von Schüssen aus einer Distanz von acht beziehungsweise elf Metern mithilfe eines elektronischen Targets und erfasste dabei die Schussgeschwindigkeit sowie die verwendete Schusstechnik. In der zweiten Studie wurde die Schussgenauigkeit aus sechs Entfernungen (zwischen acht und 23 Metern) mithilfe eines in 15 Felder unterteilten Fußballtores ermittelt, dabei wurde ebenfalls die Schusstechnik dokumentiert.

In der ersten Studie zeigte sich, dass die Frauen aus einer Entfernung von acht Metern signifikant und aus elf Metern hoch signifikant ungenauer schossen als die Männer. Geschlechterunabhängig wurde aus beiden Entfernungen der Quadrant *oben rechts* überproportional häufiger und *unten rechts* überproportional seltener getroffen. Etwa jeder vierte Schuss traf den oberen linken oder unteren linken Quadranten, jedoch waren die Schüssen *unten links* – bezogen auf die mittlere Schussgenauigkeit aller Schüsse – verhältnismäßig unpräzise und die Schüsse *oben links* verhältnismäßig präzise.

Die Schussgeschwindigkeit während der Genauigkeitsschüsse aus acht Metern Entfernung wies bei den Frauen einen Wert von 57,7 km/h und bei den Männern von 59,2 km/h auf. Mit einer ähnlichen Geschwindigkeit schossen die Frauen aus elf Metern (59,1 km/h), die Männer steigerten die Geschwindigkeit jedoch deutlicher auf 64,5 km/h. Hinsichtlich der relativen Schussgeschwindigkeit schossen die Frauen aus acht Metern mit 77,0 % beziehungsweise aus elf Metern

mit 78,9 % ihrer maximal erreichbaren Schussgeschwindigkeit. Die Männer dagegen brachten lediglich aus acht Metern 59,0 % beziehungsweise aus elf Metern 64,3 % der Maximalgeschwindigkeit auf. Die männlichen Probanden waren also besser in der Lage, ihre Schussgeschwindigkeit der jeweiligen Versuchsbedingung und ihren Erfordernissen anzupassen. Die Frauen hingegen bewegten sich näher am Maximum ihrer maximalen Schussgeschwindigkeit, was sich nachteilig auf die Schussgenauigkeit auswirkt.

Die Analyse der verwendeten Schusstechniken zeigte keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern: beide spielten den Ball überwiegend mit der Fußinnenseite. Jedoch wiesen die Männer dabei eine höhere Fußgelenksstabilität auf und es konnte gezeigt werden, dass bei den Genauigkeitsschüssen mit einem instabilen Fußgelenk tendenziell ungenauer und hoch signifikant langsamer geschossen wurde.

In der zweiten Studie zeigte sich ebenfalls bei allen Entfernungen eine signifikant geringere Schusspräzision der Frauen im Vergleich zu den Männern. Geschlechterunabhängig schossen alle Proband/innen mit zunehmender Entfernung ungenauer. Die Distanz zum Ziel hatte jedoch bei den Frauen einen größeren Effekt als bei den Männern. Insgesamt trafen die Männer häufiger die mittleren Felder, was eine höhere Schussgenauigkeit nahelegt. Die Frauen trafen überproportional häufig – und das besonders aus der weiten Entfernung von 23 Metern – die beiden linken unteren Felder. Das bedeutet, sie waren bei diesen Schüssen weniger in der Lage, eine hohe Flugkurve zu erzielen.

Bei der Schusstechnik verwendeten die Frauen – bezogen auf alle Schüsse aus allen Distanzen – seltener die Innenseite des Fußes (Frauen: 49 %; Männer: 61 %) und dafür häufiger den Innenspann (Frauen: 41 %; Männer: 36 %) sowie den Vollspann (Frauen: 10 %; Männer: 4 %). Bezogen auf die einzelnen Entfernungen schossen beide Geschlechter bis zu der Distanz von 14 Metern überwiegend mit der Innenseite, erst ab 17 Metern wechselten die Frauen ihre Technik hin zum Innenspann und Vollspann. Die Männer verwendeten bei 17 Metern die Innenseite und den Innenspann in etwa gleich häufig, ein deutlicher

Technikwechsel hin zum Innenspann zeigte sich bei ihnen erst bei der Distanz zum Ziel von 23 Metern.

Obwohl die weibliche und die männliche Probandengruppe über ein vergleichbares Spielniveau und Trainingspensum verfügten, zeigten sich deutliche Unterschiede in der Schusspräzision. Ursächlich hierfür könnte eine umfangreichere Spielerfahrung außerhalb der erfassten Vereinserfahrung seitens der Männer sein. Die geringere Fußgelenksstabilität der Frauen während des Schusses und der frühere Wechsel der Schusstechnik bei Zunahme der Entfernung sind Indizien dafür, dass neben der technischen Ausführung auch die Krafftfähigkeiten als Ursache für die geringere Schusspräzision diskutiert werden müssen. Bezüglich der spezifischen Trainingsgestaltung für Frauen lässt sich daher die Empfehlung aussprechen, dass der Fokus auf die funktionale Kräftigung der fußgelenksstabilisierenden Muskulatur liegen sollte. Dadurch wäre sowohl eine Verbesserung der Schussgenauigkeit als auch der Schussgeschwindigkeit zu erwarten. Mit Blick auf den Wechsel der Schusstechnik der Frauen bei einer geringeren Distanz und dem insgesamt vermehrten Einsatz des Innen- und Vollspanns gegenüber den Männern, sollten insbesondere Frauen im Training diese Techniken in besonderer Weise schulen. Da sie, biologisch bedingt, nicht die Krafftfähigkeiten von Männern besitzen, sie jedoch im Spiel dieselben Distanzen mit ihren Schüssen überbrücken müssen, können sie durch ein speziell abgestimmtes Techniktraining ihre Spielleistung verbessern. Weiterhin wäre den Torhüter/innen zu empfehlen, sich bei ihren Abwehraktionen darauf einzustellen, dass Schüsse überproportional häufig vom anvisierten Ziel aus zu einer bestimmten Seite abweichen. Diese Abweichung kann nicht verallgemeinert werden, sondern variiert je nach Schussentfernung. Ein detailliertes Wissen über diese Muster und ein auf sie abgestimmtes Handeln kann für die Torhüter/innen im Wettbewerb den entscheidenden Vorteil bedeuten.

5. Untersuchungen zur geschlechtsspezifischen Fußballschuhkonstruktion

Im ersten empirischen Teil der Arbeit wurden die allgemeinen Unterschiede im Spielverhalten sowie die Genauigkeit und Ausführung von Schüssen aus verschiedenen Entfernungen von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen untersucht. Im Fokus des zweiten empirischen Teils dieser Arbeit steht die Frage der Notwendigkeit und des Nutzens von geschlechtsspezifischen Fußballschuhkonstruktionen. Zunächst wird der Frage nachgegangen, ob Frauen und Männer in unterschiedlicher Weise von verschiedenen Fußballschuhmodellen profitieren können. Untersucht wird dabei der geschlechtsspezifische Einfluss des Fußballschuhs auf die Laufgeschwindigkeit in einem funktionalen Traktionsparcours sowie auf die plantare Druckverteilung beim Gehen und Laufen. Weiterhin werden weibliche und männliche Fußballspieler/innen nach ihren Anforderungen an Fußballschuhe befragt. Die Ergebnisse dieser Befragung liefern aufschlussreiche Informationen für die Konstruktion geschlechtsspezifischer Fußballschuhkonstruktionen.

5.1. Einfluss des Fußballschuhs auf die Laufgeschwindigkeit und auf die plantare Druckverteilung von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

Die vielfältigen geschlechtsspezifischen Unterschiede hinsichtlich der Fußmorphologie (siehe Kapitel 2.1.3), der Kraftfähigkeiten (siehe Kapitel 2.1.1) und der Verletzungsmuster (siehe Kapitel 2.1.2) machen eine Diskussion über unterschiedliche Passformen und Traktionsanforderungen von Fußballschuhen für weibliche und männliche Fußballspieler/innen notwendig. Sterzing et al. (2009b) zeigten bereits, dass die Traktionseigenschaften von Fußballschuhen einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Laufzeit von männlichen Fußballspielern in einem funktionalen Traktionsparcours haben können. Die vorliegende Studie möchte Aufschluss darüber geben, ob in diesem Zusammenhang das Geschlecht ebenfalls einen Effekt hat. Wie in Kapitel 2.2.1 dargestellt, passen Fußballspieler ihre Bewegungen den jeweiligen Traktionseigenschaften des Schuhs an. Diese

Adaptationen schützen sie vor zu hohen Scherkräften, die sie neuromuskulär nicht mehr kontrollieren können und für den Körper daher möglicherweise gefährdend sind. Aufgrund der genannten physiologischen Unterschiede sind bei verschiedenen Fußballschuhmodellen geschlechtsspezifische Bewegungsanpassungen zu vermuten, welche die Bewegungsgeschwindigkeit beeinflussen. Weiterhin zeigten Sims, Hardaker & Queen (2008) geschlechtsspezifische Differenzen hinsichtlich der plantaren Druckverteilung bei verschiedenen fußballspezifischen Bewegungen. Sie untersuchten jedoch lediglich ein Schuhmodell. Daran setzt die vorliegende Studie an und untersucht, ob das Geschlecht einen Effekt auf die plantare Druckverteilung bei verschiedenen Fußballschuhmodellen hat.

5.1.1. Methodik

5.1.1.1. Versuchsablauf

Die Studie wurde auf dem Naturrasenplatz des Institutes für Sport- und Bewegungswissenschaften der Universität Duisburg-Essen durchgeführt. Es nahmen 20 weibliche und 20 männliche Fußballspieler/innen teil. Sie füllten vor Beginn der Messungen eine Einverständniserklärung zur Teilnahme aus (siehe Anhang). Anschließend wärmten sie sich 15 Minuten in ihren eigenen Fußballschuhen individuell auf. Nach der Erläuterung des Testparcours durch die Versuchsleitung liefen die Proband/innen den Parcours fünfmal mit ansteigender Geschwindigkeit. Durch die Probeläufe wurde gewährleistet, dass die Proband/innen bei den späteren Messungen den Parcours bereits ausreichend gut kannten und ihn deshalb mit maximaler Geschwindigkeit durchlaufen konnten. Im Anschluss an die Probeläufe absolvierten die Proband/innen jeweils vier Läufe mit vier unterschiedlichen Schuhmodellen. Mithilfe von zwei Lichtschranken wurde dabei die absolute Laufzeit für den gesamten Testparcours sowie drei Einzelzeiten für Abschnitte des Parcours (Sprint auf dem Hinweg, Slalom, Sprint auf dem Rückweg) gemessen. Zwischen den einzelnen Läufen wurde das Schuhmodell gewechselt, um den Einfluss möglicher Lern- oder Ermüdungseffekte auszuschließen. Nach einem Block von vier Läufen wurde eine fünfminütige Pause

eingelegt, um auch dadurch Ermüdungseffekten entgegenzuwirken. Die Reihenfolge der vier verwendeten Schuhmodelle wurde zwischen den Proband/innen randomisiert, in den einzelnen Blöcken von je vier Läufen jedoch beibehalten. Basierend auf ihrer subjektiven Einschätzung erstellten die Proband/innen nach Beendigung aller Läufe eine Rangliste der vier Schuhmodelle sowie eine Beurteilung der Schuhe hinsichtlich Bequemlichkeit, Stabilität im Schuh und Traktion auf dem Rasen. Im Anschluss an die subjektive Beurteilung wurde die Druckverteilung im rechten Schuh beim Gehen und beim Laufen über eine Strecke von je 10 Metern erfasst.

5.1.1.2. Versuchspersonen

Voraussetzung zur Teilnahme an dieser Studie war eine mindestens fünfjährige Fußballvereinszugehörigkeit und regelmäßige fußballerische Betätigung (mindestens zweimal pro Woche Training, plus Spielbetrieb). Außerdem mussten alle Proband/innen frei von Verletzungen der unteren Extremitäten sein und eine bestimmte Schuhgröße haben (Frauen: 39 EU, Männer: 43 EU). Es wurden 20 weibliche und 20 männliche Fußballer/innen gemessen (Tabelle 18 zeigt die anthropometrischen Daten).

Tabelle 18: Anthropometrische Daten der Proband/innen (Mittelwert \pm Standardabweichung)

Geschlecht	Alter [Jahre]	Größe [m]	Gewicht [kg]
weiblich	24,5 \pm 5,1	1,69 \pm 0,04	64,3 \pm 6,6
männlich	26,0 \pm 4,6	1,79 \pm 0,05	77,6 \pm 5,4

Alle Proband/innen verfügten über langjährige Vereinserfahrung, siehe Tabelle 19.

Tabelle 19: Ligazugehörigkeit und Vereinserfahrung der Proband/innen

Geschlecht	Anzahl	Liga	Vereinserfahrung
weiblich	2	1. Bundesliga	12,7 ± 6,1 Jahre
	4	Regionalliga	
	1	Verbandsliga	
	8	Landesliga	
	2	Bezirksliga	
	3	Kreisliga	
männlich	2	Verbandsliga	17,8 ± 6,0 Jahre
	7	Landesliga	
	7	Bezirksliga	
	4	Kreisliga A	

5.1.1.3. Bodenbedingung

Die gegebene Bodenbedingung beeinflusst unmittelbar das Traktionsverhalten des Fußballschuhs und somit auch die Laufzeiten in einem Testparcours (Sterzing et al., 2009b). In der vorliegenden Studie fanden die Messungen über einen Zeitraum von drei Wochen statt, in denen sehr stabile Wetterbedingungen gegeben waren. Da es im Versuchszeitraum nicht geregnet hatte, war der Naturrasen der ideale Untergrund für die Testschuhe mit einer *Firm Ground*-Sohle.

5.1.1.4. Schuhbedingungen

Die Proband/innen durchliefen den Traktionsparcours mit vier unterschiedlichen Fußballschuhmodellen (siehe Abbildungen 39, 40, 41 und 42). Je nach Hersteller variierten die Schuhmodelle trotz gleicher Größenangabe in ihrer Länge. Daher wurde im Vorfeld jedes Schuhmodell von je zwei weiblichen und männlichen Proband/innen in mehreren Größen anprobiert. Sie wählten daraufhin für jedes Schuhmodell die passende Größe aus, so dass die Modelle in ihrer Länge vergleichbar waren.

Adidas F50 adizero TRX (Syn)

Frauen: 40 EU (298,0 g); Männer: 43 ½ EU (384,4 g)



Abbildung 39: Adidas F50 adizero

Nike Mercurial Superfly II

Frauen: 40 EU (431,2 g); Männer: 43 EU (488,4 g)



Abbildung 40: Nike Mercurial Superfly

Puma V1.11 SL

Frauen: 40 ½ EU (313,0 g); Männer: 43 EU (345,0 g)



Abbildung 41: Puma V1.11

Deichmann Victory

Frauen: 39 EU (478,0 g); Männer: 43 EU (527,0 g)



Abbildung 42: Deichmann Victory

5.1.1.5. Traktionsparcours

In Anlehnung an Hennig (2006) wurde ein funktionaler Traktionsparcours verwendet (siehe auch Kapitel 2.2.1). Dieser bestand aus einer Sprintstrecke, welche auf dem Hin- und Rückweg gelaufen wurde und einem mit sechs Pylonen markierten Slalomabschnitt (siehe Abbildung 43). Vor dem Start befanden sich die Proband/innen mit beiden Füßen hinter der Startlinie, welche ebenfalls mit Pylonen markiert war. Ihre Aufgabe bestand darin, den Parcours so schnell wie möglich zu durchlaufen, den Startzeitpunkt konnten sie selber festlegen. Die Laufzeiten wurden mithilfe von zwei Lichtschranken gemessen. Die Lichtschranken befanden sich in einem Abstand von fünf Metern zueinander, wobei die erste 50 cm hinter der Startlinie und die zweite am Ende der Sprintstrecke positioniert war. Auf diese Art und Weise konnten drei Zwischenzeiten (Sprint hin, Slalom, Sprint zurück) und die Gesamtzeit erfasst werden.

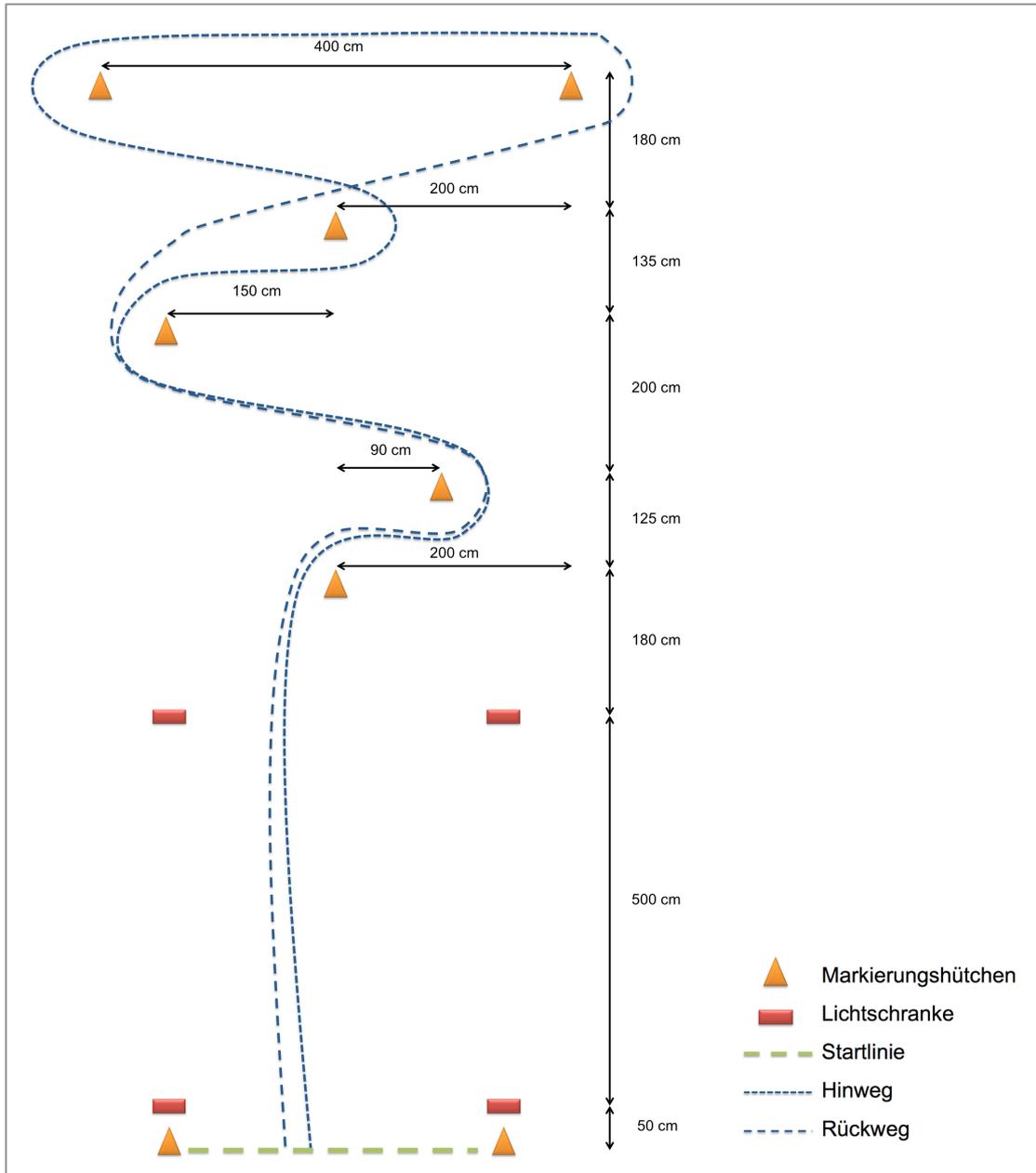


Abbildung 43: Schematische Darstellung des Testparcours

5.1.1.6. Zeitmessung

Die Laufzeiten wurden mithilfe von zwei Reflexionslichtschranken (Polifemo, Microgate, Bolzano, Italien) erfasst, deren Photozellen auf Schulterhöhe positioniert waren. Die Funksignale dieser Lichtschranken wurden an eine Zentraleinheit (Racetime 2, Microgate, Bolzano, Italien) übermittelt, dort wurden die drei Einzelzeiten und die Gesamtzeit berechnet und ausgedruckt.

5.1.1.7. Subjektive Einschätzung der Laufzeiten

Laut Sterzing et al. (2009b) sind Fußballspieler in der Lage, Unterschiede in ihrer Laufgeschwindigkeit wahrzunehmen. Daher erstellten die Proband/innen im Anschluss an alle Läufe aufgrund ihrer subjektiven Einschätzung eine Rangliste der Schuhe. Kriterium war dabei die jeweils vermutete, beste Laufzeit. Auf einem vorgefertigten Fragebogen trugen sie die entsprechenden Zahlen von 1 (= schnellster Schuh) bis 4 (= langsamster Schuh) ein (siehe Abbildung 44). Die Reihenfolge der Schuhmodelle auf dem Fragebogen wurde zwischen den Proband/innen randomisiert.

Was glaubst du, mit welchem Schuh bist du am schnellsten gelaufen?
Bitte schreibe die Reihenfolge in die Klammern:
1 = schnellster Schuh, 4 = langsamster Schuh

() Adidas
() Nike
() Puma
() Victory

Abbildung 44: Fragebogen zur subjektiven Einschätzung der Laufzeiten

5.1.1.8. Beurteilung der Schuhe

Neben der Einschätzung der Laufzeiten beurteilten die Proband/innen mithilfe eines Fragebogens die Schuhmodelle auch bezüglich ihrer Bequemlichkeit, der gebotenen Stabilität des Fußes im Schuh und der Traktion auf dem Rasen. Diese drei zu bewertenden Eigenschaften wurden bei der Konzeption der Studie ausgewählt, weil davon ausgegangen wird, dass sie die Laufzeiten in dem Testparcours beeinflussen könnten. Der Schuhkomfort ist die wichtigste Eigenschaft eines Fußballschuhs (siehe Kapitel 5.2.2.2) und steht in direktem Zusammenhang zur Passform des Schuhs. Der Halt des Fußes im Schuh und der Halt des Schuhs auf dem Rasen beeinflussen maßgeblich die Laufgeschwindigkeit. Nur wenn die Fußballspieler/innen einen gut sitzenden Schuh tragen, der ihnen ein Gefühl der Sicherheit verleiht und mit dem sie nicht ausrutschen, werden sie maximale Laufgeschwindigkeiten erzielen können und durch rasche Richtungswechsel niedrige Zeiten im Testparcours laufen können.

Die Beurteilung der Schuhmodelle erfolgte in Relation zu einem Referenzschuh. Auf einer Skala von 1 (= sehr viel schlechter) bis 9 (= sehr viel besser) kreuzten die Proband/innen an, wie sie den Testschuh im Vergleich zum Referenzschuh bezüglich seiner Komfort-, Stabilitäts- und Traktionseigenschaften beurteilen (siehe Abbildung 45). Zur Vereinheitlichung der Diagramme wurden die Werte der Beurteilungsskala im Ergebniskapitel dieser Arbeit (siehe Kapitel 5.1.2.2) umgekehrt: 1 = sehr viel besser, 9 = sehr viel schlechter. Somit bedeuten in den Säulendiagrammen der Laufzeiten, der Rangfolgen und der subjektiven Einschätzungen die geringeren Werte stets eine bessere Leistung des Schuhs beziehungsweise eine bessere Bewertung seitens der Testperson.

1) Nike (rechter Fuß)

Komfort / Bequemlichkeit:
Ich finde den Adidas-Schuh... (bitte ankreuzen)

sehr viel schlechter schlechter gleich besser sehr viel besser

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)

Halt / Stabilität im Schuh:
Ich finde den Adidas-Schuh... (bitte ankreuzen)

sehr viel schlechter schlechter gleich besser sehr viel besser

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)

Traktion auf dem Rasen (Verhindern von Rutschen):
Ich finde den Adidas-Schuh... (bitte ankreuzen)

sehr viel schlechter schlechter gleich besser sehr viel besser

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)

Abbildung 45: Fragebogen zur Beurteilung der Schuhmodelle

Während der Bewertung der Schuhe trug die Hälfte der Proband/innen den Referenzschuh am linken Fuß und die andere Hälfte am rechten Fuß. Die Reihenfolge der Testschuhe auf dem Fragebogen wurde randomisiert. Als Referenzschuh diente bei den Frauen der Schuh der Marke Adidas, bei den Männern wurde aus organisatorischen Gründen als Referenzschuh ein Schuh der Marke Pele gewählt. Um die Ergebnisse der Frauen und der Männer vergleichen zu können, wurden die Daten der Männer ebenfalls auf den Adidas-Schuh relativiert und somit erhielt dieser bei beiden Geschlechtern den mittleren Wert 5 („gleich“, siehe Abbildung 45). Bei der Betrachtung der Studienergebnisse müssen die verschiedenen Referenzschuhe beachtet und die Ergebnisse entsprechend diskutiert werden.

5.1.1.9. Druckverteilungsmessung

Die plantare Druckverteilung wurde mit kapazitiven Messsohlen (99 Sensoren, Pedar-X, Novel Inc., München, Deutschland) unter dem rechten Fuß erfasst. Durch die Reduzierung der Messung auf einen Fuß konnte mit einer Abtastrate von 200 Hz gemessen werden. Die Messsohlen wurden in der entsprechenden Größe des Schuhs ausgewählt, um eine Vermessung der gesamten Fußsohle garantieren zu können. Der linke Schuh wurde ebenfalls mit einer zusätzlichen Einlegesohle versehen, sodass auf beiden Seiten eine identische Passform des Schuhs gewährleistet war. Mithilfe des Pedar-Telemetrie-Systems, welches mit einem Gürtel am Rücken der Proband/innen befestigt war (siehe Abbildung 46), wurden die erfassten Daten kabellos auf den Messcomputer übertragen und die Proband/innen konnten sich während der Messungen frei und ohne Einschränkung bewegen.



Abbildung 46: Anbringung des Druckerfassungssystems

Die Druckverteilungsmessung erfolgte während des Gehens und Laufens über eine Strecke von je zehn Metern und in die Auswertung wurden jeweils drei repräsentative Schritte der Versuchsperson einbezogen. Die Laufgeschwindigkeit

hat einen hohen Einfluss auf die Druckverteilung. Mit zunehmender Geschwindigkeit steigt die Belastung aber nicht unter allen Fußregionen linear an, sondern verlagert sich auf bestimmte Areale (Rosenbaum et al., 1994). In der vorliegenden Studie wurde auf die exakte Vorgabe der Geschwindigkeit verzichtet, um den natürlichen Gangrhythmus der Proband/innen so wenig wie möglich zu beeinflussen. Ihnen wurden lediglich die Anweisungen gegeben „gemütlich zu gehen“ beziehungsweise, „locker zu joggen“. Zur Beurteilung der Vergleichbarkeit der Datensätze wurde die Bodenkontaktzeit herangezogen, die in einem engen Zusammenhang zur Geschwindigkeit steht (Mann & Hagy, 1980; Novacheck, 1998). Für die Analyse der Druckwerte wurden die Daten der Messsohle in die folgenden zehn anatomische Regionen des Fußes unterteilt: Großzehe (M01), mittlere Zehen (M02), laterale Zehen (M03), medialer Vorfuß (M04), mittlerer Vorfuß (M05), lateraler Vorfuß (M06), medialer Mittelfuß (M07), lateraler Mittelfuß (M08), mediale Ferse (M09) und laterale Ferse (M10) (siehe Abbildung 47).

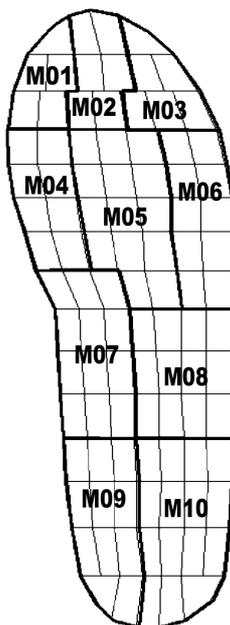


Abbildung 47: Unterteilung der Messsohle in zehn anatomische Regionen

5.1.1.10. Statistische Auswertung

Zur Untersuchung der Haupteffekte *Geschlecht* und *Schuhbedingung* sowie zur Feststellung von Interaktionseffekten von *Geschlecht***Schuhbedingung* wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor durch-

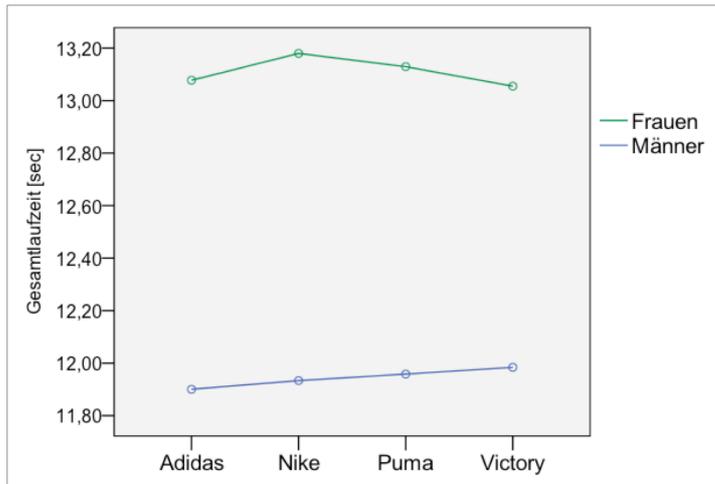
geführt. Bei vorliegender Signifikanz der Varianzanalyse wurde ein Post-Hoc t-Test nach Bonferroni angeschlossen. Unterschiede zwischen den Geschlechtern hinsichtlich der ordinal skalierten Daten der Fragebögen wurden mit einem Friedman-Test und bei vorliegender Signifikanz mit einem anschließenden Post-Hoc-Test in Form des Wilcoxon-Tests analysiert. Das statistische Signifikanzniveau wurde für die Irrtumswahrscheinlichkeiten $p < 0.05$ als signifikant und für $p < 0.01$ als hochsignifikant festgelegt.

5.1.2. Ergebnisse und Diskussion

Das folgende Kapitel beschreibt und diskutiert zunächst die Laufzeiten des Traktionsparcours. Hierbei werden die beiden Effekte *Geschlecht* und *Schuhbedingung* sowie mögliche Interaktionseffekte dieser beiden Faktoren erörtert. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt für die absolute Gesamtzeit sowie für die drei ermittelten Zwischenzeiten des Traktionsparcours. Im Anschluss an die Darstellung der gemessenen Laufzeiten werden die Ergebnisse der Fragebögen vorgestellt. An dieser Stelle wird die objektiv gemessene Rangfolge der Schuhe gemäß der mit ihnen erreichten Laufzeiten mit der Rangfolge der Schuhe gegenübergestellt, die sich aus der subjektiven Beurteilung der Schuhmodelle durch die Proband/innen ergab. Darüber hinaus wird die Beurteilung der einzelnen Schuhe bezüglich ihrer Komfort-, Stabilitäts- und Traktionseigenschaften durch die Testpersonen in diesem Kapitel dargestellt. Abschließend wird diskutiert, welchen Einfluss das Geschlecht und die Schuhbedingung auf die plantare Druckverteilung beim Gehen und beim Laufen haben.

5.1.2.1. Laufzeiten der Proband/innen

Weder für die Gesamtlaufzeit noch für eine der drei Zwischenzeiten wurde ein statistisch signifikanter Interaktionseffekt von *Geschlecht*Schuhbedingung* festgestellt. Bezüglich der Gesamtzeit zeigte die Varianzanalyse jedoch einen Trend ($p = 0.063$). Wie Abbildung 48 verdeutlicht, bestehen die größten Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich des Schuhs der Marke Nike.



**Abbildung 48: Absolute Gesamtzeit des Traktionsparcours:
Zusammenhang von Geschlecht und Schuhbedingung**

Da kein statistisch signifikanter Interaktionseffekt festgestellt wurde, erfolgt die weitere statistische Analyse separat für die Faktoren *Geschlecht* und *Schuhbedingung*.

Zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den Geschlechtern und den Schuhbedingungen werden im Folgenden bei der Darstellung der Laufzeiten die Skalierungen der vertikalen Achsen entsprechend angepasst.

Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern waren bei allen Schuhbedingungen und sowohl für die Gesamtzeit des Parcours (siehe Abbildung 49) als auch für alle Zwischenzeiten hoch signifikant. Die männlichen Fußballspieler durchliefen den Parcours in einer etwa 10 % schnelleren Zeit als die weiblichen Fußballspielerinnen. Diese Zeitdifferenz war aufgrund der physiologischen Unterschiede zwischen den Geschlechtern zu erwarten und liegt in einem ähnlichen Bereich wie die Unterschiede in der Weltspitze der leichtathletischen Laufdisziplinen (siehe Kapitel 2.1.1). Sie waren jedoch deutlich geringer als Mujika et al. (2009) in einem Pendellauf mit weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen der jeweils höchsten spanischen Fußballliga feststellte (siehe Kapitel 2.1.1). Im Gegensatz zu der Studie von Mujika et al. (2009) nahmen an der vorliegenden Studie weibliche und männliche Fußballspieler/innen aus dem Freizeitbereich teil, die über ein vergleichbares Trainingspensum verfügten. Es ist

daher davon auszugehen, dass auf diesem Spielniveau die strukturellen Unterschiede zwischen dem Frauen- und Männerfußball noch nicht so ausgeprägt sind.

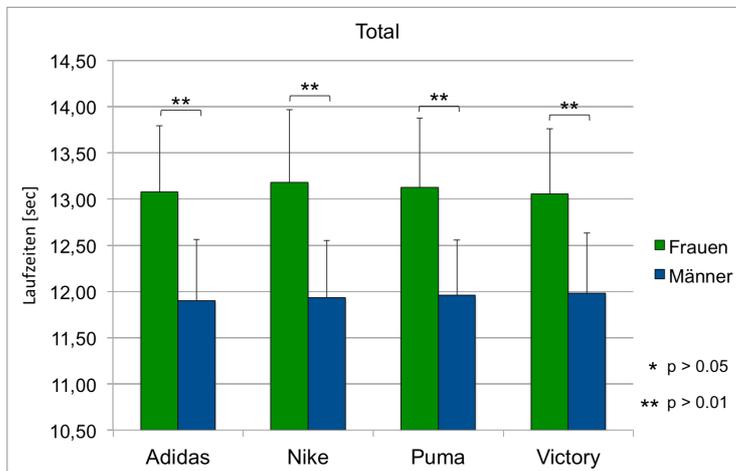


Abbildung 49: Absolute Laufzeiten des Traktionsparcours der weiblichen und männlichen Proband/innen mit den vier Schuhbedingungen

Die Differenz der Laufzeiten zwischen den vier Schuhbedingungen war weitaus geringer als zwischen den beiden Geschlechtern. Jedoch können in einem Fußballspiel selbst vermeintlich geringe Unterschiede den spielentscheidenden Vor- oder Nachteil bedeuten, wie beispielsweise die entscheidende Ballberührung nach einem Sprintduell (Davis & Brewer, 1993). Abbildungen 50 und 51 zeigen die absoluten Zeiten des Traktionsparcours und die drei Zwischenzeiten in den einzelnen Schuhbedingungen. Für eine bessere Übersichtlichkeit werden die Ergebnisse für beide Geschlechter separat grafisch dargestellt. Obwohl statistisch nicht signifikant (Victory gegenüber Nike: $p = 0,272$), durchliefen die Frauen den gesamten Traktionsparcours mit dem Victory-Schuh am schnellsten, darauf folgten der Adidas- und der Puma-Schuh. Die langsamsten Zeiten wurden folglich mit dem Schuh von Nike gelaufen. Bei den Zwischenzeiten zeigte sich dieselbe Reihenfolge für den Slalomabschnitt, diese Unterschiede zwischen den Schuhen waren jedoch nicht statistisch signifikant. Die beiden Sprintstrecken liefen die Frauen am schnellsten mit dem Adidas-Schuh. Hier zeigte sich ein statistisch signifikanter Vorteil des Adidas-Schuhs gegenüber dem Nike-Schuh auf dem Hinweg (= Sprint 1) und gegenüber dem Victory-Schuh auf dem Rückweg (= Sprint 2).

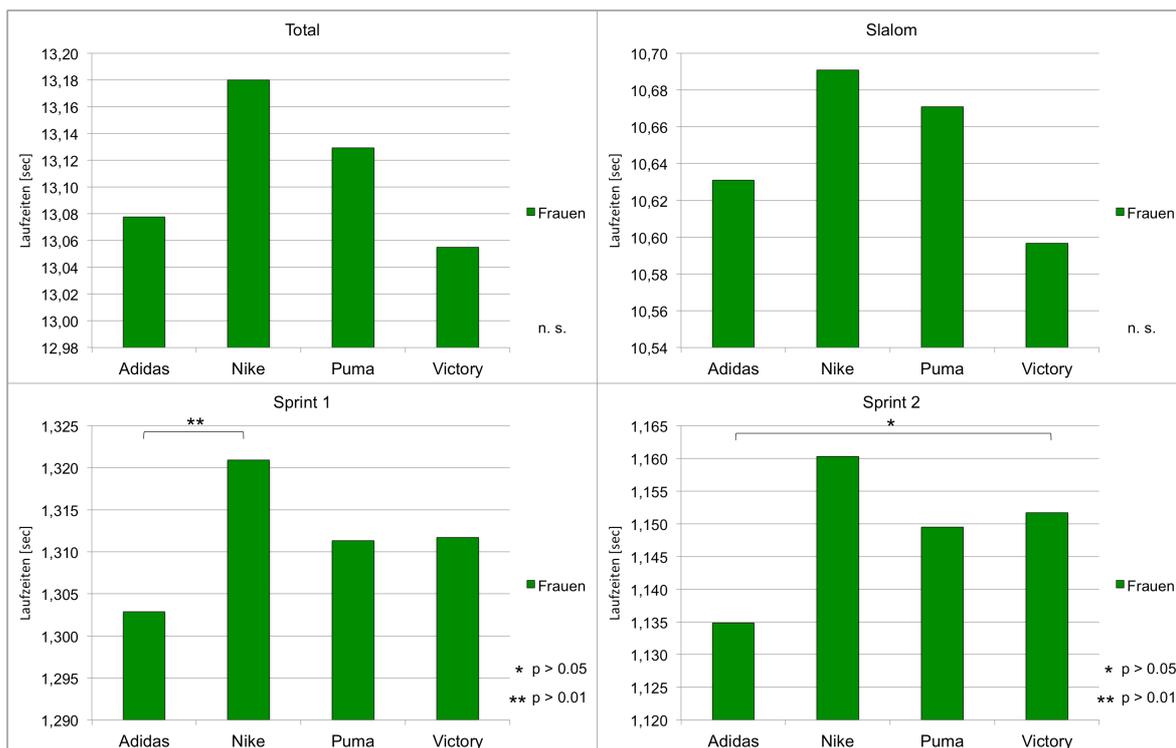


Abbildung 50: Absolute Gesamtzeit und Zwischenzeiten des Traktionsparcours der weiblichen Probandinnen unterteilt nach den vier Schuhbedingungen

Tabelle 20: Mittelwerte \pm Standardabweichung der Gesamtzeit und Zwischenzeiten des Traktionsparcours der Frauen

Laufzeiten der Frauen	Adidas	Nike	Puma	Victory
Total	13,08 \pm 0,71	13,18 \pm 0,79	13,13 \pm 0,75	13,06 \pm 0,71
Slalom	10,63 \pm 0,63	10,69 \pm 0,68	10,67 \pm 0,64	10,60 \pm 0,62
Sprint 1	1,30 \pm 0,07	1,32 \pm 0,08	1,31 \pm 0,08	1,31 \pm 0,07
Sprint 2	1,13 \pm 0,08	1,16 \pm 0,09	1,15 \pm 0,09	1,15 \pm 0,08

Während die Frauen ihre schnellste Gesamtzeit mit dem Victory-Schuh liefen, waren die Männer mit diesem Schuhmodell am langsamsten. Der Adidas-Schuh führte bei den Männern sowohl in der Gesamtzeit als auch bei den Sprintzeiten zu den besten Resultaten. Die Unterschiede zwischen den Schuhen wiesen jedoch keine statistische Signifikanz auf (Adidas gegenüber Victory: $p = 0.349$).

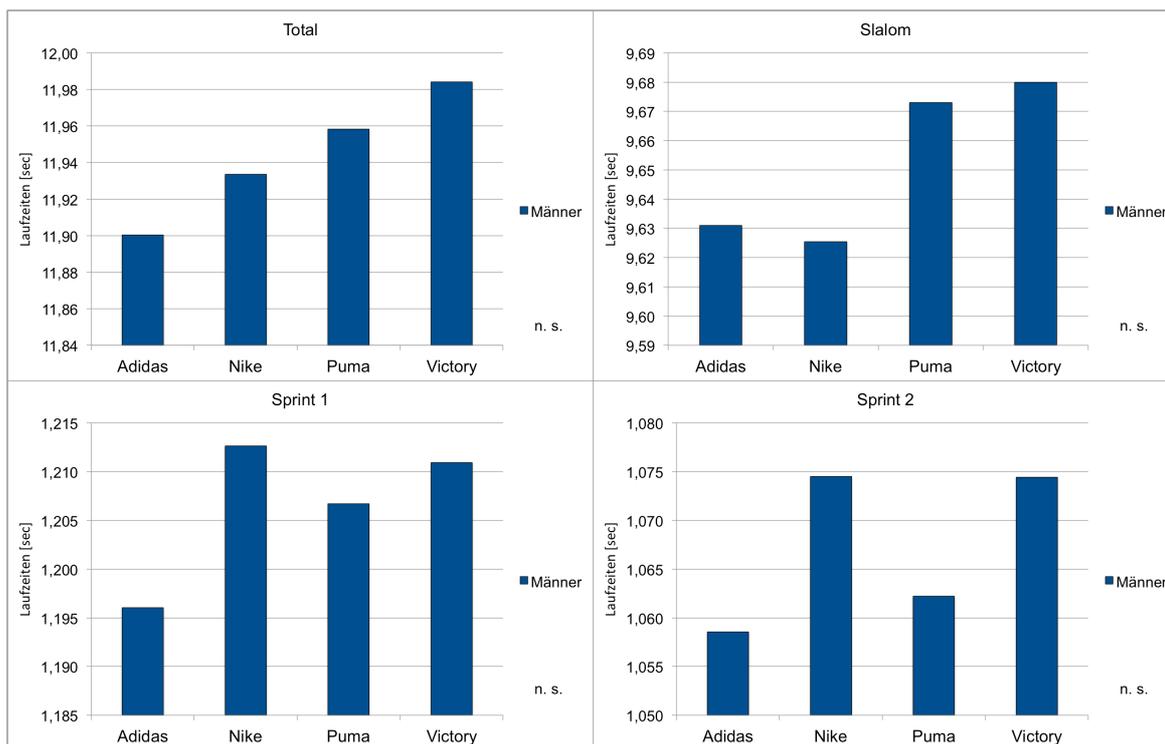


Abbildung 51: Absolute Gesamtzeit und Zwischenzeiten des Traktionsparcours der männlichen Probanden unterteilt nach den vier Schuhbedingungen

Tabelle 21: Mittelwerte \pm Standardabweichung der Gesamtzeit und Zwischenzeiten des Traktionsparcours der Männer

Laufzeiten der Männer	Adidas	Nike	Puma	Victory
Total	11,90 \pm 0,66	11,93 \pm 0,63	11,96 \pm 0,60	11,98 \pm 0,65
Slalom	9,63 \pm 0,58	9,63 \pm 0,55	9,67 \pm 0,53	9,68 \pm 0,55
Sprint 1	1,20 \pm 0,06	1,21 \pm 0,06	1,21 \pm 0,06	1,21 \pm 0,06
Sprint 2	1,06 \pm 0,08	1,07 \pm 0,09	1,06 \pm 0,07	1,07 \pm 0,08

5.1.2.2. Subjektive Einschätzung der Laufzeiten und der Schuhe

Im Anschluss an alle Läufe gaben die Proband/innen ihre Einschätzung der Rangfolge der Laufzeiten mit den vier Schuhbedingungen an. Diese subjektive Rangfolge der Proband/innen wurde den objektiv gemessenen Laufzeiten gegenübergestellt, dabei wurde für jede Probandin und jeden Probanden auf Grundlage der in der Studie ermittelten Laufzeiten ebenfalls eine Rangfolge von 1 (= schnellster Schuh) bis 4 (= langsamster Schuh) erstellt. Abbildung 52 stellt die subjektive und objektive Rangfolge der vier Schuhbedingungen gegenüber. Die

Ergebnisse der weiblichen und der männlichen Proband/innen sind separat abgebildet.

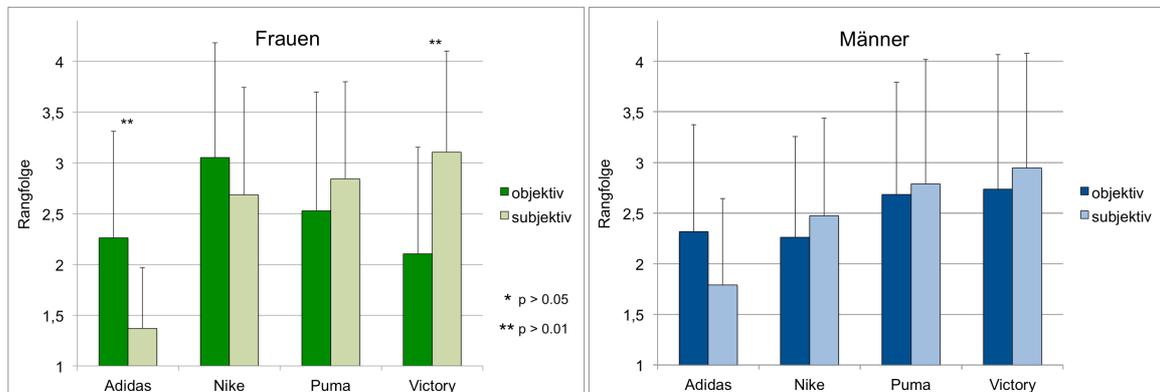


Abbildung 52: Objektiv gemessene und subjektiv beurteilte Rangfolge der Laufzeiten der vier Schuhbedingungen unterteilt nach weiblichen und männlichen Proband/innen

Wie Abbildung 52 zeigt, schätzten die weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen die Rangfolge der einzelnen Schuhe ähnlich ein. Beide Geschlechter glaubten, dass sie mit dem Adidas-Schuh die schnellsten und mit dem Victory-Schuh die langsamsten Laufzeiten erzielten (siehe hellgrüne und hellblaue Säulen). Diese Einschätzung ging bei den Männern weitestgehend mit den durch die Versuchsleitung gemessenen Daten (siehe dunkelblaue Säulen) einher. Es zeigte sich lediglich eine Diskrepanz bezüglich der Beurteilung des Adidas-Schuhs, welcher subjektiv als schneller eingeschätzt wurde. Die Gegenüberstellung der objektiven und subjektiven Rangfolge wies bei den Frauen dagegen sehr große Unterschiede auf. Insbesondere die Beurteilung des Adidas- und des Victory-Schuhs wich von der Rangfolge der tatsächlich gemessenen Laufzeiten deutlich ab. Der Adidas-Schuh wurde subjektiv als schneller eingeschätzt, als er gemäß den Messresultaten tatsächlich war und der Victory-Schuh wurde subjektiv als das Schuhmodell mit den langsamsten Laufzeiten eingeschätzt, obwohl er im Test der Schuh mit den schnellsten Laufzeiten war.

Eine generelle Aussage über die geschlechtsspezifische Einschätzungsfähigkeit der Laufzeiten kann jedoch aufgrund des vorhandenen Datenmaterials nicht getätigt werden. Beide Geschlechter schätzten den Adidas-Schuh besser ein, als er tatsächlich war und beide Geschlechter gaben subjektiv eine ähnliche

Rangfolge an. Die Ursache für die große Diskrepanz der beiden Werte beim Victory-Schuh im Probandinnenkollektiv der Frauen liegt vermutlich nicht in einer schlechteren Fähigkeit der Frauen, die Zeiten einzuschätzen, sondern es ist hier eher an eine deutliche Auswirkung der Marken auf die Beurteilung zu denken. Die drei Schuhmodelle von Adidas, Nike und Puma gehören zu bekannten Fußballschuhmarken. Die Firmen haben hohe Marktanteile beim Verkauf von Fußballschuhen und sind daher auch den Fußballspieler/innen der Studie bekannt. Zum Zeitpunkt ihrer Durchführung bewegten sich die drei Modelle in einem Kaufpreissegment von 200 bis 380 Euro, während die unverbindliche Preisempfehlung des Victory-Schuhs lediglich 22,90 Euro betrug. Auch wenn die Proband/innen über die tatsächlichen Preise nicht informiert wurden, sind ihnen diese Unterschiede als erfahrene Fußballspieler/innen durchaus bewusst. Wie bereits Hennig & Schulz (2011) bei Läufer/innen zeigten, werden preisgünstige Schuhe besser bewertet, wenn ihre Marke im Test nicht erkennbar ist: ein Phänomen, welches auch bei den hier vorliegenden Studienergebnissen zu vermuten ist. Fußballspieler/innen bewerten demnach generell die Leistung eines günstigen Schuhs schlechter als die der teureren Markenschuhe.

Neben der Ermittlung der geschätzten und subjektiv empfundenen Laufzeiten analysierte diese Studie mittels Fragebogen die Einschätzung der Komfort-, Stabilitäts- und Traktionseigenschaften. Als Referenzschuh diente den Frauen der Adidas-Schuh. Die Männer beurteilten die vier getesteten Schuhmodelle im Vergleich zu einem fünften Schuhmodell (siehe Kapitel 5.1.1.8). Die Diskussion der nachfolgenden Ergebnisse erfolgt daher vor dem Hintergrund der beiden verschiedenen Referenzmodelle. Die weiblichen Probandinnen befanden den Adidas-, den Puma- und den Victory-Schuh als gleich bequem. Lediglich der Nike-Schuh wurde als unbequemer im Vergleich zum Referenzschuh beurteilt. Die männlichen Probanden gaben ebenfalls keine Unterschiede bezüglich der Bequemlichkeit des Adidas- und des Puma-Schuhs an, beurteilten aber den Victory- und den Nike-Schuh als etwas unbequemer (siehe Abbildung 53).

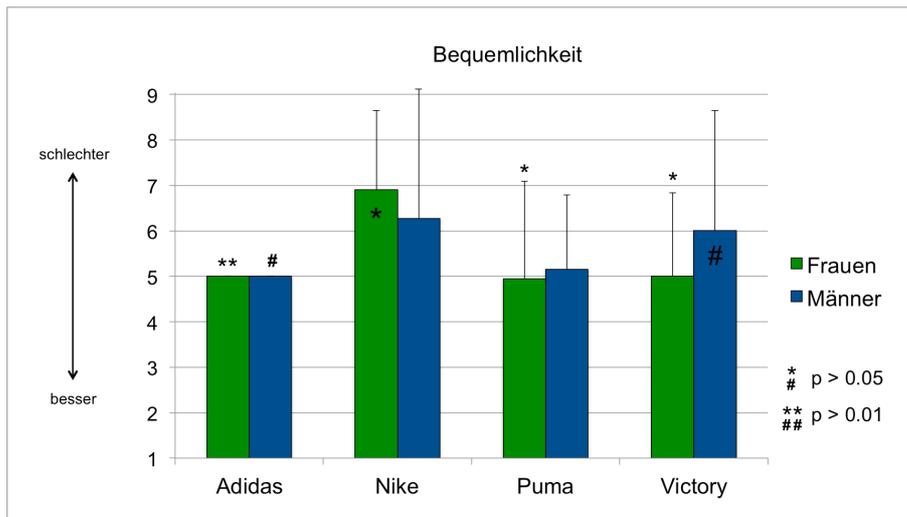


Abbildung 53: Beurteilung der vier Schuhbedingungen bezüglich ihrer Bequemlichkeit

Durchschnittlich gaben die weiblichen und männlichen Proband/innen an, in dem Nike-Schuh und in dem Adidas-Schuh einen vergleichbaren Halt des Fußes zu haben. Während die Männer die Stabilität im Schuh von Puma ähnlich beurteilten, empfanden sie den Halt in dem Schuh von Victory als schlechter. Im Vergleich zum Referenzschuh von Adidas hatten die Frauen in dem Puma-Schuh einen schlechteren und in dem Victory-Schuh einen geringfügig schlechteren Halt (siehe Abbildung 54).

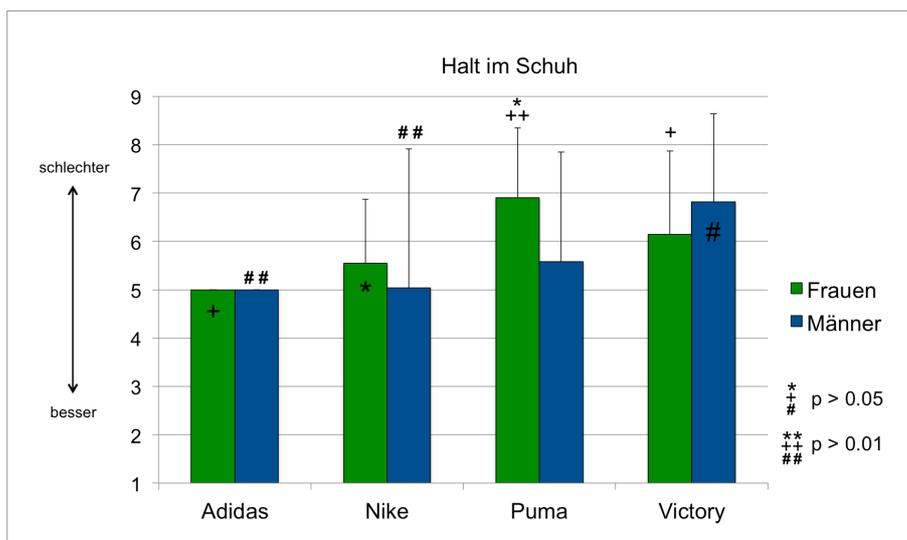


Abbildung 54: Beurteilung der vier Schuhbedingungen bezüglich des Haltes im Schuh

Die Traktion auf dem Rasen wurde ähnlich beurteilt wie die Stabilität im Schuh: Bezüglich des Adidas- und des Nike-Schuhs zeigten sich bei beiden Geschlechtern keine Unterschiede. Die Männer empfanden die Traktion des Puma-Schuhs ebenfalls als vergleichbar, die des Victory-Schuhs aber als schlechter. Die Frauen beurteilten die Traktion des Victory-Schuh ebenfalls schlechter; auch die Traktionseigenschaften des Puma-Schuhs schätzten sie im Vergleich mit dem Modell von Adidas als schlechter ein (siehe Abbildung 55).

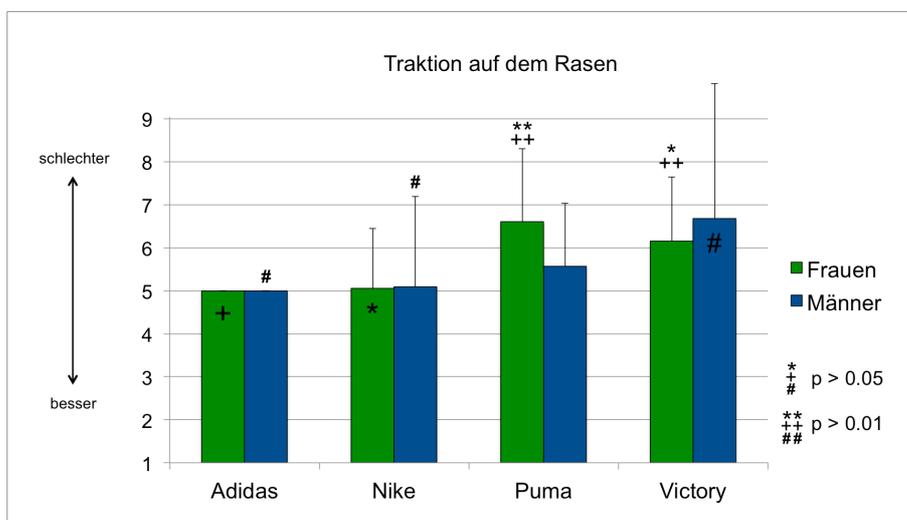


Abbildung 55: Beurteilung der vier Schuhbedingungen bezüglich der Traktion auf dem Rasens

Obwohl die Frauen den Victory-Schuh für den Halt des Fußes im Schuh und die Traktionseigenschaften auf dem Rasen besser bewerteten als den Puma-Schuh und ihn darüber hinaus als ebenso bequem empfanden, glaubten sie, mit dem Victory-Schuh langsamer gelaufen zu sein als mit dem Schuh von Puma. Diese Ergebnisse sprechen ebenfalls für die These des bereits erwähnten Markeneffekts: Auch hier hat die Marke die subjektive Einschätzung der Proband/innen maßgeblich beeinflusst.

5.1.2.3. Druckverteilung

Die Analyse der Ergebnisse der Druckverteilungsmessungen erfolgt anhand der Parameter Bodenkontaktzeit [ms], Spitzendruck [kPa], Druck-Zeit-Integral [(kPa)*s] und relative Last [%DZT]. In der vorliegenden Studie wurden die Geh- und Laufgeschwindigkeiten nicht erfasst. Daher wird mithilfe der Kontaktzeit

indirekt auf die Geh- beziehungsweise die Laufgeschwindigkeit geschlossen und sie dient damit als Kriterium für die Vergleichbarkeit der weiblichen und männlichen Probandengruppe. Nur wenn keine Differenzen hinsichtlich der Bodenkontaktzeit bestehen, wird ein Vergleich der beiden Geschlechter vorgenommen. Der Spitzendruck stellt den höchsten Druckwert während des gesamten Bodenkontaktes in einem bestimmten Areal dar. Er vermittelt einen Eindruck über die Spitzenbelastung der jeweiligen anatomischen Region. Doch nicht nur die maximale Belastung, sondern auch die Dauer der Belastung ist ein relevanter Faktor. Daher wird hier auch das Druck-Zeit-Integral als Ausdruck der plantaren Belastung während des gesamten Bodenkontaktes dargestellt. Weiterhin wird die relative Last als prozentualer Anteil des Druck-Zeit-Integrals des jeweiligen Areals an dem Gesamtimpuls (= Summe aller Druck-Zeit-Integrale) berechnet. Die relative Last ist daher weitgehend unabhängig von Einflussfaktoren wie Gewicht oder Auftrittfläche.

5.1.2.3.1. Gehen

Die durchschnittliche Bodenkontaktzeit betrug bei den weiblichen Probandinnen $680,19 \pm 55,87$ Millisekunden und bei den männlichen Probanden $664,51 \pm 45,96$ Millisekunden. Diese Unterschiede der Mittelwerte von nur 2,3 % sind statistisch nicht signifikant und bezüglich eines möglichen Einflusses auf die plantare Druckverteilung unerheblich. Die Geschwindigkeit beim Gehen war demnach zwischen den beiden Gruppen vergleichbar.

Das Geschlecht hatte in keiner der anatomischen Regionen einen Einfluss auf die Belastungsparameter Spitzendruck, Druck-Zeit-Integral und relative Last. Die Schuhbedingung beeinflusste die plantare Druckverteilung dagegen erheblich, wie ein Vergleich der erhobenen Daten zeigt. Wenngleich der Fokus der vorliegenden Arbeit auf einem Vergleich der Geschlechter liegt, so werden die größten und bedeutendsten Unterschiede zwischen den vier Schuhbedingungen im Folgenden aufgezeigt, da die charakteristischen Merkmale der verschiedenen Schuhkonstruktionen einen Beitrag zur allgemeinen und auch zur geschlechtsspezifischen Fußballschuhkonstruktion leisten können. Sie können außerdem

helfen, die Ergebnisse des Traktionsparcours sowie der subjektiven Einschätzungen der Proband/innen zu interpretieren.

Da bei den Werten der Druckvariablen kein Unterschied zwischen den weiblichen und männlichen Proband/innen vorhanden war, werden für den Schuhvergleich die Daten der Frauen und der Männer zusammengeführt. Die Abbildungen 56, 57 und 58 zeigen die statistisch signifikanten Unterschiede des Spitzendrucks, des Druck-Zeit-Integrals und der relativen Last für die zehn anatomischen Areale während des Gehens. Die Pfeile repräsentieren dabei jeweils die Unterschiede zu dem Schuhmodell in der Farbe des Pfeiles (blau = Adidas, orange = Nike, grün = Puma, schwarz = Victory). Pfeile nach oben bedeuten höhere und Pfeile nach unten geringere Werte im Vergleich zum Schuhmodell in der entsprechenden Farbe. Ausgefüllte Pfeile stehen für einen p-Wert kleiner 0.05, nicht ausgefüllte Pfeile zeigen einen Trend mit einem p-Wert zwischen 0.05 und 0.07 an.

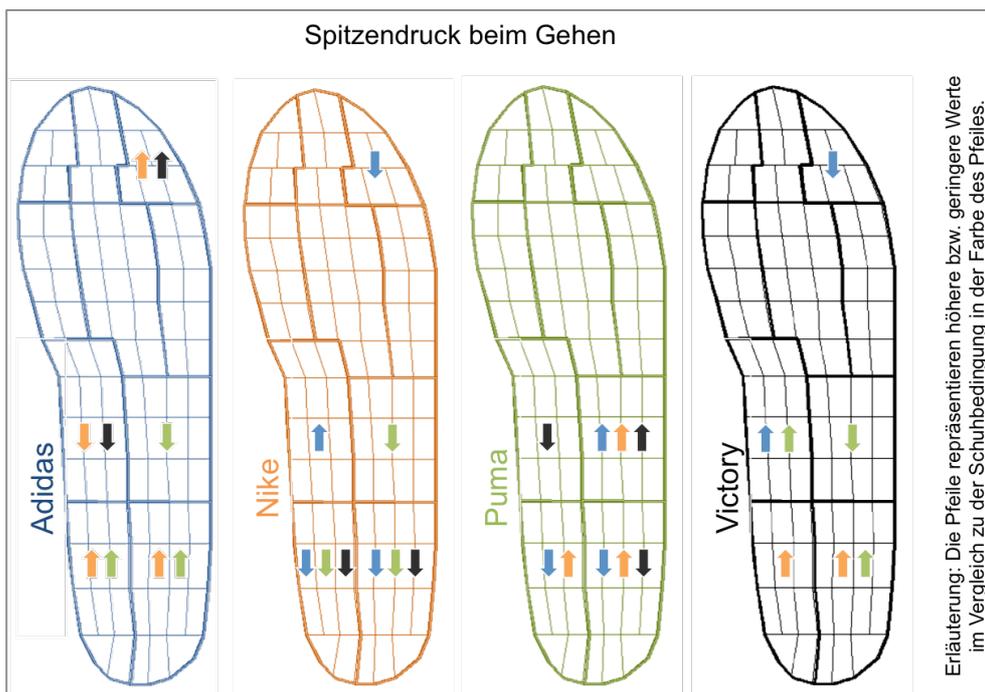


Abbildung 56: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen bezüglich des Spitzendrucks während des Gehens

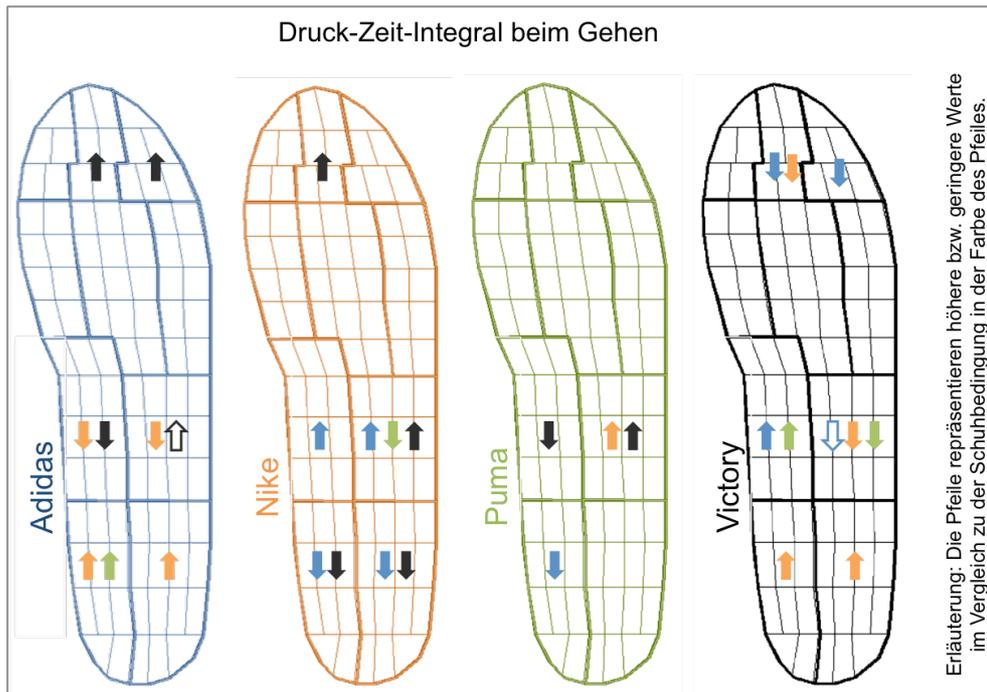


Abbildung 57: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen bezüglich des Druck-Zeit-Integrals während des Gehens

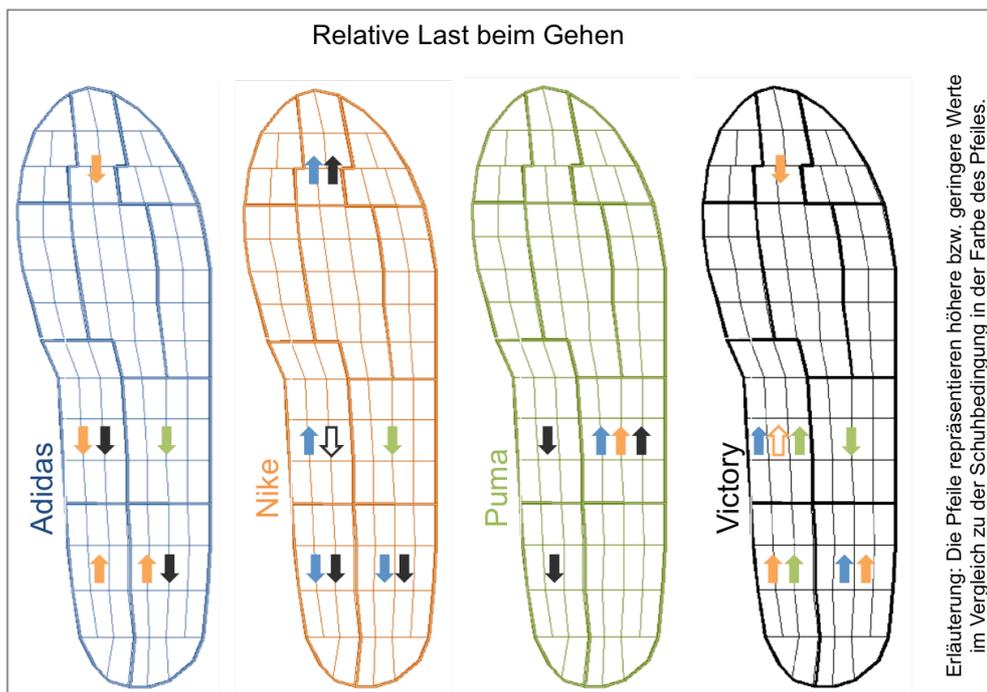


Abbildung 58: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen bezüglich der relativen Last während des Gehens

Wie diesen Abbildungen zu entnehmen ist, zeigten sich die deutlichsten Unterschiede in der plantaren Belastung unter Ferse und Mittelfuß. Der Nike-Schuh wies im lateralen und medialen Fersenbereich gegenüber den anderen drei

Schuhmodellen geringere Spitzendrücke und gegenüber dem Adidas- und dem Victory-Schuh geringere Druck-Zeit-Integrale sowie geringere relative Lasten auf. Der Puma-Schuh zeigte unter der Ferse entsprechend höhere Spitzendrücke als der Nike-Schuh, jedoch geringere als der Adidas- und der Victory-Schuh. Weiterhin zeigte er im Bereich der medialen Ferse ein geringeres Druck-Zeit-Integral als der Schuh von Adidas und eine geringere relative Last als der Schuh von Victory. Im lateralen Mittelfuß wies der Victory-Schuh gegenüber den anderen drei Schuhen ein geringeres Druck-Zeit-Integral und darüber hinaus gegenüber dem Puma-Schuh einen geringeren Spitzendruck und eine geringere relative Last auf. Im medialen Mittelfuß zeigten sich dagegen beim Victory-Schuh im Vergleich zu den anderen drei Schuhmodellen eine höhere relative Last und im Vergleich zum Adidas- und zum Puma-Schuh ein höherer Spitzendruck und ein höheres Druck-Zeit-Integral. Im Vergleich zum Adidas-Schuh war der Nike-Schuh durch höhere Werte aller drei Parameter unter dem medialen Mittelfuß gekennzeichnet. Im lateralen Mittelfuß zeigten sich geringere Werte gegenüber dem Schuh von Puma. Im mittleren Zehenbereich zeigte der Victory-Schuh ein geringeres Druck-Zeit-Integral gegenüber dem Adidas- und Nike-Schuh und gegenüber dem Nike-Schuh ebenfalls eine geringere relative Last. Darüber hinaus wies der Victory-Schuh gegenüber dem Adidas-Schuh einen geringeren Spitzendruck und ein geringeres Druck-Zeit-Integral im lateralen Zehenbereich auf. Der Vorfußbereich sowie der Hallux stellten insgesamt die Hauptbelastungszonen beim Gehen dar, zwischen den Schuhen wurden in diesen Bereichen keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

Die vier Schuhbedingungen verfügen über sehr unterschiedliche Sohlenkonfigurationen (siehe Abbildung 59). Umso unerwarteter ist es, dass beispielsweise im Vorfußbereich keine signifikanten Unterschiede in den Belastungsparametern festgestellt wurden. Also beeinflussen nicht nur die Anzahl und die Form der Stollen die plantare Druckbelastung, sondern auch das Material der Außensohle sowie die Dämpfungseigenschaften der Zwischen- und Einlegesohle. Der Adidas-Schuh verfügt beispielsweise über eine gleichmäßige Verteilung der Stollen im Vorfußbereich, wohingegen die Stollen des Schuhs von Nike primär im lateralen und medialen Bereich angeordnet sind. Vermutlich werden aufgrund der

stabilen Carbon-Sohle des Nike-Schuhs, im Gegensatz zur Kunststoffsohle des Adidas-Schuhs, hohe lokale Belastungen der Stollen vermieden. Weiterhin können über speziell geformte Leisten die natürlichen Dämpfungseigenschaften des menschlichen Fußes genutzt werden (Morag, Johnson & Amos, 2002). Über dieses sogenannte *Heel Cupping* verfügt der Nike-Schuh und kann vermutlich aufgrund dessen die Belastung im Fersenbereich deutlich senken.



Abbildung 59: Darstellung der Sohlenkonfiguration der vier Schuhbedingungen

5.1.2.3.2. Laufen

Die Bodenkontaktzeit beim Laufen betrug bei den Frauen $299,63 \pm 34,65$ Millisekunden und bei den Männern $291,92 \pm 58,94$ Millisekunden. Ebenso wie beim Gehen zeigten sich auch beim Laufen mit einem Unterschied von nur 2,6 % keine statistisch signifikanten Geschlechtsunterschiede in den Bodenkontaktzeiten. Ebenfalls wie beim Gehen hatte das Geschlecht auch hier keinen Einfluss auf die Werte der plantaren Druckverteilungsvariablen, weshalb auch hier der Schuhvergleich auf den gemeinsamen Daten der Frauen und Männer basiert. Die Abbildung der Ergebnisse (siehe Abbildungen 60, 61 und 62) erfolgt in derselben Darstellungsweise wie in Kapitel 5.1.2.3.1. Das bedeutet, die

Pfeile repräsentieren jeweils die Unterschiede zu dem Schuhmodell in der Farbe des Pfeiles.

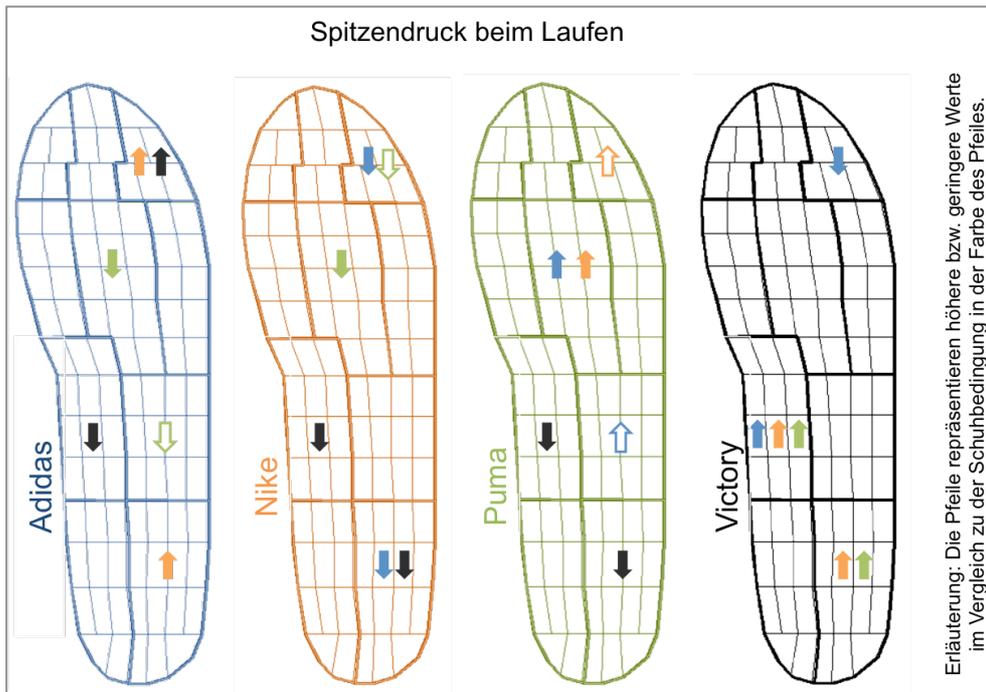


Abbildung 60: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen bezüglich des Spitzendrucks während des Laufens

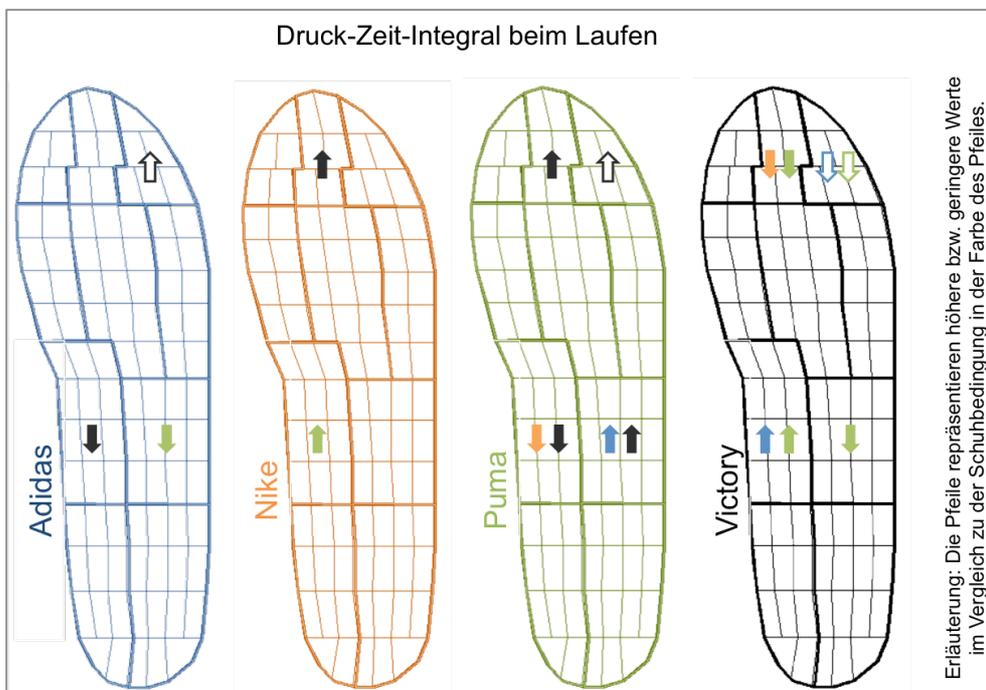


Abbildung 61: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen bezüglich des Druck-Zeit-Integrals während des Laufens

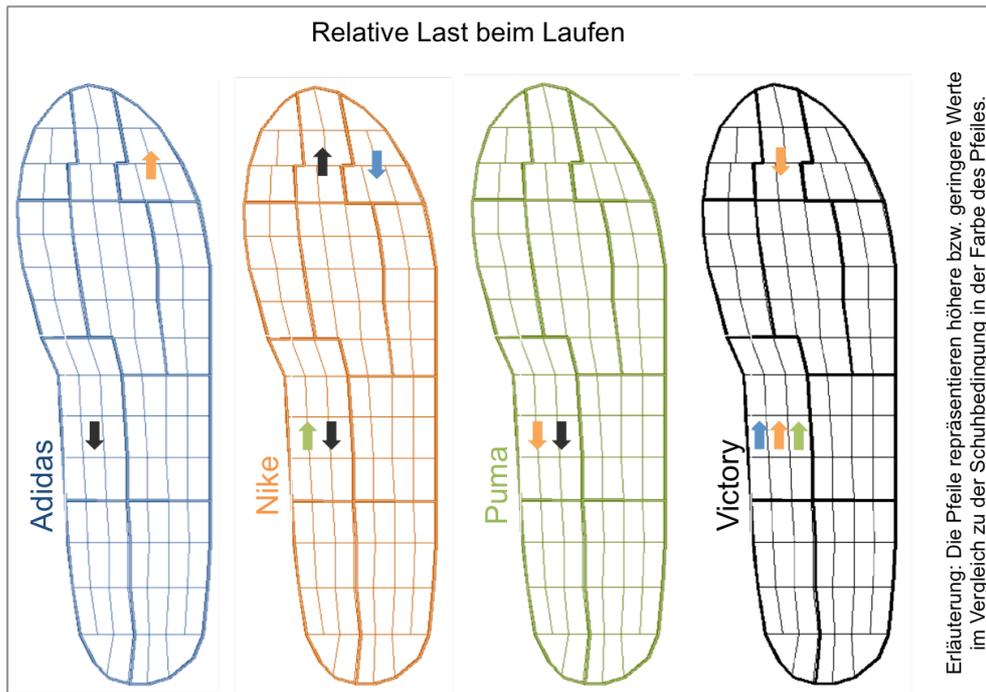


Abbildung 62: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen bezüglich der relativen Last während des Laufens

Beim Laufen wurden – im Vergleich zum Gehen – im Fersenbereich zwischen den Schuhen weniger Unterschiede festgestellt. Lediglich der Nike-Schuh zeigte beim Spitzendruck geringere Werte als der Adidas- und der Victory-Schuh. Außerdem zeigte der Victory-Schuh höhere Werte gegenüber dem Puma- und dem Nike-Schuh. Im lateralen Mittelfuß zeigte der Puma-Schuh gegenüber dem Adidas-Schuh einen höheren Spitzendruck und ein höheres Druck-Zeit-Integral und im medialen Mittelfuß gegenüber dem Nike-Schuh eine geringere relative Last und ein geringeres Druck-Zeit-Integral. Der Victory-Schuh wies mit nur einer Ausnahme gegenüber allen Schuhbedingungen und bezüglich aller Parameter höhere Werte im medialen Mittelfuß auf. Die einzige Ausnahme bestand bei den Tests darin, dass kein Unterschied zum Nike-Schuh bezüglich des Druck-Zeit-Integrals gemessen wurde. Der Puma-Schuh war im mittleren Vorfuß durch einen höheren Spitzendruck gegenüber dem Nike- und dem Adidas-Schuh charakterisiert. Weitere Unterschiede ließen sich im Vorfußbereich beim Vergleich der vier Modelle nicht feststellen. Im Bereich der mittleren und lateralen Zehen zeigte der Schuh von Victory ein geringeres Druck-Zeit-Integral gegenüber dem Schuh von Puma. Im Vergleich zum Adidas-Schuh wies das Modell von Victory unter den lateralen Zehen einen geringeren Spitzendruck und ein geringeres Druck-Zeit-

Integral auf. Gegenüber dem Nike-Schuh zeigten sich unter den mittleren Zehen eine geringere relative Last und ein geringeres Druck-Zeit-Integral.

Im Vergleich zum Gehen zeigten sich beim Laufen weniger Unterschiede zwischen den Schuhen. Wie bereits erwähnt, führen vermutlich verschiedene Dämpfungsmechanismen der Außen-, Zwischen- und Einlegesohle sowie natürliche Dämpfungsmechanismen des menschlichen Fußes zu einer Reduzierung der Belastung. Die größten Unterschiede wies der Victory-Schuh im medialen Mittelfuß auf. Hier war die Belastung gegenüber den anderen drei Schuhbedingungen signifikant erhöht. Diese erhöhte Belastung könnte einen entscheidenden Vorteil bei plötzlichen Richtungswechseln darstellen, da die Traktionseigenschaften auf der medialen Seite maximal ausgenutzt werden. Dadurch könnten die schnellen Laufzeiten der Frauen in dem Traktionsparcours erklärt werden. Es sollte jedoch überprüft werden, inwieweit diese untypische Belastung des Fußgewölbes bei länger andauernder Bewegung von den Proband/innen als unangenehm empfunden wird.

5.1.3. Zusammenfassung

Die vorliegende Studie untersuchte den Effekt von Geschlecht und Schuhbedingung auf die Laufzeiten in einem funktionalen Traktionsparcours sowie auf die plantare Druckverteilung. Weibliche und männliche Fußballspieler/innen durchliefen mit vier verschiedenen Fußballschuhmodellen (der Marken Adidas, Nike, Puma und Victory) einen Traktionsparcours, bestehend aus geradlinigen Sprint- und Slalomabschnitten. Dabei wurden die Gesamtzeit und drei Zwischenzeiten erfasst. Darüber hinaus wurde die plantare Druckverteilung in diesen vier Schuhmodellen beim Gehen und beim Laufen ermittelt. Für die Auswertung der Ergebnisse der Druckverteilungsmessungen wurde der Fuß in zehn anatomische Regionen unterteilt. Die ausgewerteten Parameter waren die Bodenkontaktzeit, der Spitzendruck, das Druck-Zeit-Integral und die relative Last bezogen auf das Druck-Zeit-Integral.

Bezüglich der Laufzeiten des Traktionsparcours zeigte sich weder für die Gesamtlaufzeit noch für eine der drei Zwischenzeiten ein statistisch signifikanter Inter-

aktionseffekt zwischen Geschlecht und Schuhbedingung. Die männlichen Probanden durchliefen den Parcours in allen Schuhbedingungen in einer hoch signifikant schnelleren Zeit als die weiblichen Probandinnen; der Unterschied betrug etwa 10 %. Damit ist er ähnlich hoch wie die Unterschiede, die bei leichtathletischen Laufdisziplinen in der Weltspitze zwischen den Geschlechtern herrschen. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Schuhbedingungen zeigte sich lediglich beim Sprint der weiblichen Probandinnen. Dieser wurde mit dem Adidas-Schuh schneller absolviert als mit dem Victory-Schuh. Wenngleich sonst keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen festzustellen waren, so lässt sich festhalten, dass die Frauen den Parcours mit dem Victory-Schuh am schnellsten, die Männer ihn hingegen mit diesem Schuhmodell am langsamsten durchliefen. Bei der subjektiven Einschätzung der Rangfolge der Laufzeiten mit den vier Schuhmodellen mutmaßten jedoch beide Geschlechter, mit dem Victory-Schuh die langsamste Zeit gelaufen zu sein. Bei den Frauen ergab sich damit eine Diskrepanz zwischen der objektiven und subjektiven Rangfolge. Diese ist wahrscheinlich auf einen Markeneffekt zurückzuführen, bei dem generell die Leistung eines preisgünstigeren Schuhs (wie hier dem der Firma Victory) schlechter bewertet wird als die eines kostenintensiveren Schuhs.

Bei der Bequemlichkeit der Schuhe beurteilten die Frauen den Nike-Schuh gegenüber den Adidas-, Puma- und Victory-Schuh als deutlich unbequemer. Die Männer empfanden dagegen den Victory-Schuh als unbequemer als den Adidas-Schuh. Weiterhin gaben die Frauen an, einen besseren Halt im Adidas-Schuh zu erfahren. Auch konstatierten sie diesem und dem Nike-Schuh eine bessere Traktion auf dem Rasen im Vergleich mit den Modellen von Puma und Victory. Die Männer empfanden den Halt und die Traktion im Adidas- und Nike-Schuh ebenfalls besser als im Victory-Schuh.

Bezüglich der Bodenkontaktzeit während der Druckverteilungsmessungen waren sowohl beim Gehen als auch beim Laufen keine Unterschiede zwischen den weiblichen und männlichen Proband/innen messbar. Weiterhin hatte das Geschlecht ebenfalls weder beim Gehen noch beim Laufen einen Effekt auf die

Belastungsparameter Spitzendruck, Druck-Zeit-Integral und relative Last. Dagegen beeinflusste die Schuhbedingung die plantare Druckverteilung erheblich. Mit Blick auf die Spitzendrücke im Bereich der Ferse beim Gehen wies der Nike-Schuh niedrigere Werte gegenüber den anderen drei Schuhen auf und der Puma-Schuh zeigte niedrigere Werte gegenüber dem Adidas- und dem Victory-Schuh. Im Bereich des lateralen Mittelfußes wiederum zeigten sich beim Puma-Schuh höhere Spitzendrücke als bei den anderen drei Schuhmodellen. Unter der medialen Ferse wies das gleiche Modell geringere Werte auf als jenes von Victory. Der Adidas-Schuh war gegenüber dem Nike- und dem Victory-Schuh durch geringere Spitzendrücke unter dem medialen Mittelfuß und durch höhere Spitzendrücke unter den lateralen Zehen gekennzeichnet. Bei den Parametern Druck-Zeit-Integral und relative Last zeigten sich jeweils ähnliche Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen. Im Vergleich zum Gehen wurden beim Laufen im Fersenbereich weniger Unterschiede zwischen den Schuhen festgestellt. Lediglich hinsichtlich des Spitzendruckes wies der Nike-Schuh gegenüber dem Adidas- und dem Victory-Schuh im Bereich der lateralen Ferse geringere Werte auf. Der Victory-Schuh zeigte gegenüber dem Puma-Schuh höhere Werte in diesem Bereich. Weiterhin zeigten sich bezüglich des Spitzendruckes und der relativen Last beim Victory-Schuh im Bereich des medialen Mittelfußes höhere Werte gegenüber den anderen Modellen, während im Bereich der Zehen ein geringeres Druck-Zeit-Integral feststellbar war.

Die vier Schuhmodelle verfügen über sehr unterschiedliche Sohlenkonfigurationen. Vor der Studie bestand die Erwartungshaltung, dass sich prominente Stollen in hohen Spitzendrücke widerspiegeln. Die Messungen bestätigten dies aber nicht. Ursächlich hierfür können verschiedene Schuheigenschaften sein: Das Material der Sohle, die die Belastung gleichmäßig verteilt, die Dämpfungseigenschaften der Zwischen- und Einlegesohlen sowie die Nutzung natürlicher Dämpfungsmechanismen des menschlichen Fußes über speziell geformte Leisten (*Heel Cupping*). Trotz der Tatsache, dass bei dem Nike-Schuhe keine hohen lokalen Belastungen unter dem Fuß feststellbar waren, wurde er von den Frauen als deutlich unbequemer empfunden als alle anderen Schuhmodelle. Für die (Weiter-)Entwicklung von Schuhmodellen müssen deshalb weitere Fak-

toren wie das Obermaterial, die Sohlenhärte, die Schnürung, die Breite und Polsterung des Fersenbereiches mit in die Überlegungen einbezogen werden, da auch sie für die Bequemlichkeit von Bedeutung sind.

Neben der Bequemlichkeit sind die Leistungssteigerung und die Verletzungsprophylaxe wichtige Eigenschaften eines Sportschuhs. Diesbezüglich zeigte die vorliegende Studie, dass Frauen – ebenso wie Männer – hinsichtlich ihrer Laufleistung nicht signifikant von einem der vier getesteten Fußballschuhe profitierten. An dieser Stelle wäre eine Untersuchung der rotatorischen Traktionseigenschaften aufschlussreich, da sie in Zusammenhang mit Knieverletzungen gebracht werden und es ist zu vermuten, dass die sehr unterschiedlichen Stollenkonfigurationen diese beeinflussen. Bei Bestätigung dieser Annahme könnte ein Schuhmodell mit geringerer rotatorischer Traktion bei gleicher Leistung, wie die Laufzeiten des Traktionsparcours gezeigt haben, das Verletzungsrisiko senken.

5.2. Geschlechtsspezifische Anforderungen an Fußballschuhmodelle

Für die Entwicklung von Sportschuhen ist das Wissen um die Bedürfnisse der Sportler/innen notwendig. Mithilfe von Fragebogenuntersuchungen können die Tragegewohnheiten, bevorzugten Schuheigenschaften, Schuh- oder Fußprobleme von einer Vielzahl von Sportler/innen erfasst werden. Diese Daten bilden die Basis für die weitere Schuhentwicklung (Sterzing, Lam & Cheung, 2013). Entsprechend sollte eine geschlechtsspezifische Fußballschuhkonstruktion von den spezifischen Anforderungen der weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen an den Fußballschuh ausgehen. Ziel der nachfolgenden Studie ist es daher, mithilfe von Fragebögen diejenigen Eigenschaften eines Fußballschuhs zu erfassen, welche für weibliche und männliche Fußballspieler/innen die höchsten Prioritäten haben. Weiterhin nannten die Fußballspieler/innen Änderungswünsche von und Probleme bei aktuellen Schuhmodellen. Hier lassen sich insbesondere mit Blick auf die geschlechtsspezifische Fußmorphologie Unterschiede zwischen den Geschlechtern vermuten.

5.2.1. Methodik

Ein standardisierter Fragebogen wurde an 300 weibliche und 204 männliche Fußballspieler/innen ausgeteilt. Alle waren aktive Spieler/innen und verfügten über eine mindestens dreijährige Vereinsmitgliedschaft. Sie waren demnach erfahrene Fußballspieler/innen, welche die Anforderungen an Fußballschuhmodelle sehr gut beurteilen können. Der Fragebogen wurde im Vorfeld oder im Anschluss an eine Trainingseinheit oder ein Spiel verteilt und unter Anwesenheit der Versuchsleitung und weiterer Helfer/innen ausgefüllt. Mögliche Unklarheiten bezüglich der Fragestellungen konnten durch Nachfragen unmittelbar beseitigt werden.

5.2.1.1. Stichprobe

An der Studie nahmen 300 weibliche und 204 männliche Fußballspieler/innen teil. Die Frauen waren im Durchschnitt 3,5 Jahre jünger und verfügten über eine um etwa sechs Jahre geringere Vereinserfahrung als die Männer. Die Anzahl der Trainingsstunden umfasste sowohl das Training selbst als auch Wettkampfspiele und war bei beiden Geschlechtern ähnlich hoch (siehe Tabelle 22). Trotz der geringeren Vereinserfahrung und des niedrigeren Alters der Frauen verfügten die Frauen im Durchschnitt über eine sportpraktische Erfahrung von mehr als elf Jahren. In diesen Jahren haben sie umfangreiche Erfahrungen mit unterschiedlichen Fußballschuhmodellen sammeln können, sodass sie ihre Anforderungen und Bedürfnisse bezüglich der Schuhkonstruktion zuverlässig formulieren können.

Tabelle 22: Alter, Vereinserfahrung und Trainingspensum der befragten Fußballspieler/innen

Geschlecht	Anzahl	Alter [Jahre]	Vereinserfahrung [Jahre]	Trainingsstunden pro Woche
weiblich	300	22,0 ± 4,6	11,1 ± 5,9	6,1 ± 2,5
männlich	204	25,5 ± 5,3	17,2 ± 7,1	6,1 ± 2,0

Tabelle 23 zeigt die Ligazugehörigkeit der befragten Fußballspieler/innen. Bei beiden Geschlechtern steht die jeweils niedrigste Liga unten, das heißt Kreisliga bei den Frauen und Kreisliga C bei den Männern. In anderen Fußballkreisen gibt

es weitere Ligen wie die Kreisliga B bei den Frauen oder die Kreisklasse bei den Männern, das traf jedoch zu dem Untersuchungszeitraum auf die befragten Spieler/innen nicht zu. Befragt wurden Spielerinnen bis zur höchsten Liga der Frauen (1. Bundesliga) und Spieler bis zur sechsthöchsten Liga der Männer (Niederrheinliga).

Tabelle 23: Ligazugehörigkeit der befragten Fußballspieler/innen

Geschlecht	Anzahl	Liga
weiblich	15	1. Bundesliga
	21	2. Bundesliga
	29	Regionalliga
	52	Niederrheinliga
	48	Landesliga
	55	Bezirksliga
	79	Kreisliga
	1	keine Angabe
männlich	8	Niederrheinliga
	12	Landesliga
	81	Bezirksliga
	36	Kreisliga A
	40	Kreisliga B
	14	Kreisliga C
	13	keine Angabe

5.2.1.2. Fragenkatalog

Der Fragebogen (siehe Anhang) beinhaltete Fragen zur persönlichen Fußballerfahrung, dem durchschnittlichen Trainingsumfang sowie zu den eigenen Fußballschuhen (Anzahl der Paare, durchschnittliche und maximal tolerierbare Ausgaben für Fußballschuhe). Darüber hinaus sortierten die Fußballspieler/innen vorgegebene Fußballschuheigenschaften und Aspekte für die Kaufentscheidung nach ihrer Relevanz. Durch Ankreuzen gaben die befragten Spieler/innen weiterhin an, welche Probleme bisher bei ihren Fußballschuhen auftraten, ob oder wie sie ihre aktuellen Schuhmodelle verändern würden und welche Farben sie bei einem Fußballschuh bevorzugen würden. Sie hatten auch die Möglichkeit, weitere Farbgestaltungen und Änderungswünsche zu formulieren.

5.2.1.3. Statistische Auswertung

Mittelwerte und Standardabweichungen wurden für alle relevanten Variablen gebildet und Unterschiede zwischen den Geschlechtern mit dem Mann-Whitney U-Test für ordinal skalierte Daten und unabhängige Stichproben analysiert.

5.2.2. Ergebnisse und Diskussion

5.2.2.1. Angaben der Proband/innen zu den eigenen Fußballschuhen

Im Durchschnitt besaßen die befragten weiblichen Fußballspielerinnen $3,58 \pm 2,02$ und die männlichen Fußballspieler $2,99 \pm 1,79$ Paar Fußballschuhe. Die Frauen gaben dabei durchschnittlich $73,76 \pm 30,13$ Euro und die Männer $93,21 \pm 45,75$ Euro pro Paar aus, gesponserte Schuhe blieben bei dieser Rechnung außen vor. Beide Geschlechter wären aber durchaus bereit, mehr Geld für ihre Schuhe auszugeben (Frauen: $98,34 \pm 41,81$ Euro; Männer: $111,35 \pm 47,74$ Euro). Diese Ergebnisse standen in keinem Zusammenhang zur Liga, in der jeweils gespielt wurde: Also geben höherklassig spielende Fußballspieler/innen weder mehr Geld für ihre Fußballschuhe aus, noch besitzen sie mehr Paare davon. Es scheint jedoch einen geschlechtsspezifischen Effekt zu geben: Frauen besitzen tendenziell eine höhere Anzahl an Schuhen, geben jedoch pro Schuhpaar weniger Geld aus. Allerdings ist hier bei beiden Geschlechtern die hohe Standardabweichung zu betrachten. Das heißt, dass Fußballspieler/innen bezüglich ihrer Kaufgewohnheiten eine sehr heterogene Gruppe sind. Tabelle 24 zeigt zum Beispiel, dass ein Drittel der Frauen und fast die Hälfte der Männer nur ein oder zwei Paar Fußballschuhe besitzen. Ein Viertel der Männer besitzt hingegen drei oder mehr als 4 Paare. Bei den Frauen besitzen 60 % mehr als drei Paare und jeweils 20 % der gesamten Gruppe von Probandinnen besitzt vier oder sogar mehr als fünf Paare.

Tabelle 24: Prozentuale Verteilung der Anzahl der Fußballschuhpaare von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen

Anzahl der Fußballschuhpaare	Frauen	Männer
1	9,37 %	12,32 %
2	24,08 %	36,45 %
3	22,41 %	25,12 %
4	21,41 %	14,29 %
≥ 5	22,74 %	11,82 %

5.2.2.2. Bevorzugte Eigenschaften von Fußballschuhmodellen

Geschlechtsübergreifend ist für Fußballspieler/innen die wichtigste Eigenschaft eines Fußballschuhs die Bequemlichkeit (siehe Abbildung 63). Diese hohe Bedeutung des Tragekomforts konnte ebenfalls schon für Basketball-, Lauf- und Tennisschuhe gezeigt werden (Brauner, Zwinscher & Sterzing, 2012; Schubert, Oriwol & Sterzing, 2011; Sterzing et al., 2014). Weiterhin legen Fußballspieler/innen hohen Wert auf eine gute Standfestigkeit auf dem Untergrund und eine hohe Stabilität des Fußes im Schuh. Beide Eigenschaften haben ebenfalls für Basketball- und Tennisspieler/innen eine hohe Priorität (Brauner, Zwinscher & Sterzing, 2012; Sterzing et al., 2014). Alle drei Sportarten zeichnen sich durch eine Vielzahl von schnellen Richtungswechseln sowie Beschleunigungs- und Abbremsbewegungen aus. Der Sportschuh kann diesbezüglich maßgeblich zur Leistungssteigerung beitragen. Die Besonderheit des Fußballspiels gegenüber den anderen genannten Sportarten ist jedoch der unmittelbare Kontakt von Schuh und Spielgerät. Daher ist es für Fußballspieler/innen weiterhin sehr wichtig, ein gutes Ballgefühl zu haben. Aufgrund der hohen Bedeutung des Ballgefühls fragte Such (2009) 238 Fußballspieler aus verschiedenen Spielklassen, welche Eigenschaften eines Fußballschuhs ein gutes Ballgefühl ermöglichen. Als die bedeutendsten Eigenschaften stellten sich dabei ein geringes Gewicht, weiches Obermaterial und eine gute Haftung zwischen Ball und Schuh heraus. Im Gegensatz zu Basketball- und Tennisspielern spielen verletzungsprophylaktische Schuheigenschaften für Fußballspieler/innen nur eine untergeordnete Rolle. Hierbei muss angemerkt werden, dass in der vorliegenden wie auch in der Studie zu den Basketballschuhen eine Prioritätenreihenfolge der Schuheigenschaften

angegeben wurde. Die Wichtigkeit der Tennisschuheigenschaften wurde dagegen mithilfe einer 11-Punkte-Skala von 0 = „gar nicht wichtig“ bis 11 = „sehr wichtig“ beurteilt. Somit ist zwar die Aussage zulässig, dass für Fußballspieler/innen der Schutz vor Verletzungen deutlich unwichtiger ist als beispielweise das Ballgefühl. Die Frage jedoch, ob die Verletzungsprophylaxe gänzlich unwichtig ist, kann auf Grundlage des vorliegenden Datenmaterials nicht verlässlich beantwortet werden.

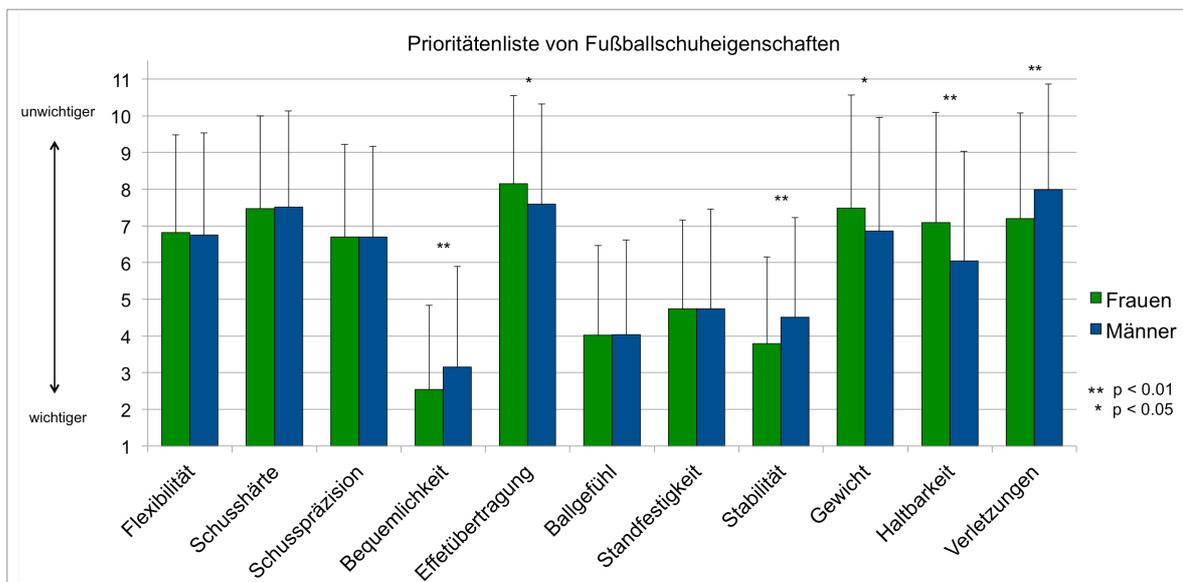


Abbildung 63: Prioritätenliste von Fußballschuheigenschaften

Ein Vergleich zeigt, dass die Spielerinnen und Spieler den Schuheigenschaften zwar ähnliche Prioritäten zuweisen, die Gewichtung einzelner Eigenschaften aber Unterschiede aufweist. Im Vergleich zu den Männern sind für die weiblichen Fußballspielerinnen Bequemlichkeit und Stabilität im Schuh – somit die beiden Eigenschaften, die unmittelbar mit der Passform des Schuhs zusammenhängen – hoch signifikant wichtiger. Dieser Forderung der weiblichen Spielerinnen muss unbedingt nachgegangen werden. Wie in Kapitel 2.1.3 dargestellt, unterscheidet sich die Fußmorphologie von Frauen und Männern deutlich. Frauen benötigen dementsprechend ihren eigenen Schuhleisten, der eine auf ihre Fußanatomie angepasste Passform und entsprechende Bequemlichkeit gewährleistet. Weiterhin geben die Frauen dem Schutz vor Verletzungen eine höhere Priorität, wenngleich diese Eigenschaft für sie ebenfalls verhältnismäßig unwichtig ist. Die Verletzungsprophylaxe muss hinsichtlich der geschlechtsspezifischen Fußballschuh-

konstruktion aufmerksam betrachtet werden, da Frauen ein höheres Risiko besitzen, eine Knieverletzung ohne Gegnereinwirkung zu erleiden. Welche Rolle in diesem Zusammenhang der Fußballschuh spielt, wurde bisher nicht eindeutig belegt (siehe Kapitel 2.1.2). Hier bedarf es weitergehender Forschung, um das Verletzungsrisiko der Frauen zu reduzieren. Das Gewicht und die Haltbarkeit des Schuhs sowie die Effetübertragung auf den Ball haben für Männer eine höhere Priorität als für Frauen, wenngleich auch diesen Eigenschaften eine verhältnismäßig geringe Priorität zugewiesen wurde.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass für die befragten Spieler/innen die wichtigste Eigenschaft eines Sportschuhs dessen Bequemlichkeit ist. Bei Sportarten wie Fußball, Tennis oder Basketball, welche durch eine Vielzahl an schnellen Richtungsänderungen gekennzeichnet sind, sind weiterhin eine gute Standfestigkeit auf dem jeweiligen Untergrund sowie ein guter Halt des Fußes im Schuh bedeutsam. Der Fußballsport zeichnet sich durch den unmittelbaren Kontakt von Schuh und Spielgerät aus. Daher ist es für Fußballspieler/innen wichtig, dass der Schuh ihnen ein gutes Ballgefühl ermöglicht. Im Vergleich zu Tennis- oder Basketballspielern legen Fußballspieler/innen einen geringen Wert auf die Verletzungsprophylaxe.

5.2.2.3. Gründe für den Kauf eines Fußballschuhs

Die beiden wichtigsten Aspekte beim Kauf eines Fußballschuhs sind die Bequemlichkeit und die Stabilität des Fußes im Schuh. Dahinter wurden als vergleichbar wichtig der Preis, das Aussehen, die Marke, die Flexibilität des Schuhs und das Gewicht angegeben. Eine geringe Priorität wird der Empfehlung von Mitspieler/innen und Verkäufer/innen sowie Werbemaßnahmen eingeräumt. Auch die Tatsache, ob Top-Spieler/innen den Schuh tragen, ist für die Proband/innen nach eigenen Angaben von geringer Bedeutung (siehe Abbildung 64).

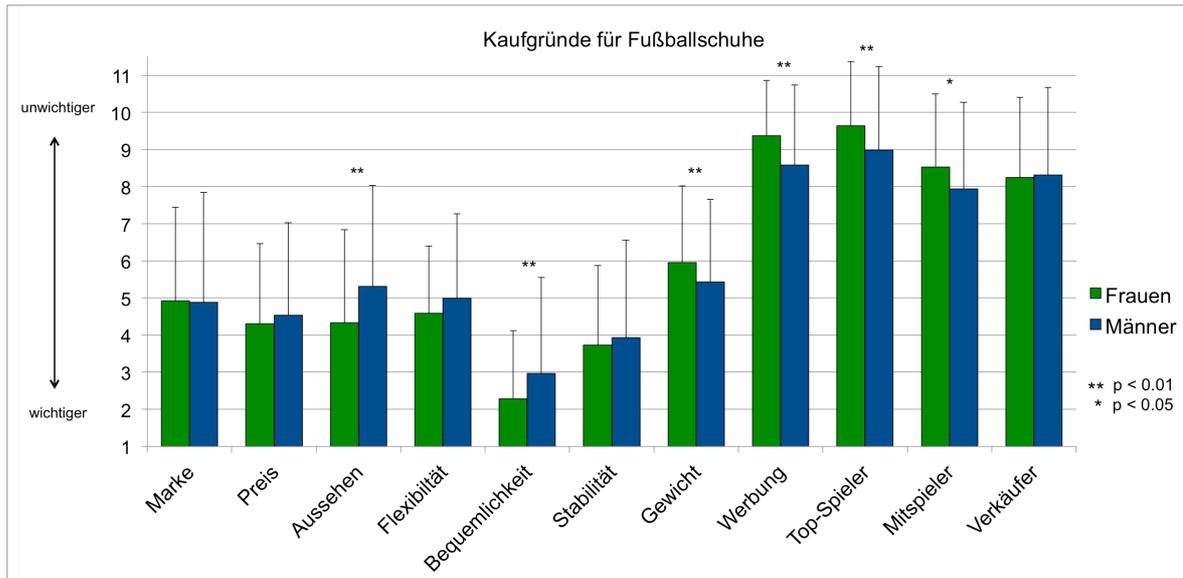


Abbildung 64: Wichtige Aspekte für den Kauf eines Fußballschuhs

Weibliche und männliche Fußballspieler/innen gaben eine ähnliche Prioritätenliste bezüglich relevanter Kaufaspekte an. Ebenso wie bei der Angabe präferierter Fußballschuheigenschaften (siehe Kapitel 5.2.2.2) zeigen sich jedoch Unterschiede in der Bedeutung einzelner Faktoren. Im Vergleich zu den Männern messen die Frauen der Bequemlichkeit und dem Aussehen des Schuhs eine hoch signifikant höhere Bedeutung bei. Wie bereits erwähnt, bedarf es für Frauen eines speziellen Leistens, um eine bessere Bequemlichkeit und Funktionalität des Schuhs zu gewährleisten (siehe Kapitel 5.2.2.2). Hinsichtlich des Aussehens sei an dieser Stelle auf das Kapitel 5.2.2.5 verwiesen, dort werden präferierte Farbgestaltungen der Fußballschuhe diskutiert. Im Vergleich zu Frauen ist für Männer das Gewicht des Schuhs wichtiger. Vor dem Hintergrund der geringeren Ausdauer- und Kraftfähigkeiten der Frauen, sollten auch sie dem Gewicht des Schuhs beim Kauf eine höhere Bedeutung beimessen, denn dann bräuchten sie während des Spiels einen geringeren Energieaufwand für das Schuhgewicht aufbringen. Wenngleich für beide Geschlechter Werbemaßnahmen und Produktempfehlungen eine nur geringe Bedeutung für die Kaufentscheidung haben, spielen sie für männliche Fußballspieler eine etwas höhere Bedeutung als für weibliche Spielerinnen. Bei der Diskussion wichtiger Einflussgrößen auf die Kaufentscheidung darf natürlich nicht vernachlässigt werden, dass die Ergebnisse sich aus den subjektiven Angaben der Käufer/innen ergeben. Aus der Werbe- und

Konsumpsychologie ist bekannt, dass viele Prozesse unbewusst ablaufen und somit die Käufer/innen nicht immer in der Lage sind zu beurteilen, inwieweit die Kaufentscheidung tatsächlich von Werbe- und Marketingmaßnahmen beeinflusst wurde (Balderjahn & Scholderer, 2007; Lindstrom, 2009).

5.2.2.4. Änderungswünsche der Proband/innen bezüglich aktueller Schuhmodelle

Mehr als 40 % aller Fußballspieler/innen gaben an, dass sie die Passform ihres Fußballschuhs gerne ändern würden (Frauen: 43,35 %; Männer: 41,87 %). Ein solch hoher Anteil wurde nicht erwartet, da es auf dem Sportartikelmarkt eine Vielzahl verschiedener Fußballschuhmodelle gibt und davon auszugehen sein sollte, dass die Spieler/innen das für sie beste Modell gewählt haben. Offensichtlich gibt es aber trotz der großen gebotenen Auswahl eine messbare Unzufriedenheit mit der Passform der Schuhe. Die geringsten Änderungswünsche wurden für den Fersenbereich (Frauen: 33,78 %; Männer: 34,83 %) genannt, die meisten für den Vorfußbereich (Frauen: 48,82 %; Männer: 52,48 %) (siehe Abbildung 65). Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern zeigten sich für den Mittelfuß und für die Ferse. Im Mittelfußbereich würde fast die Hälfte aller Fußballspielerinnen und knapp 40 % der Fußballspieler die Passform des Schuhs ändern. Ein Großteil der Frauen wünschte sich dabei eine schmalere Passform. Bei den Männern zeigte sich ein zweigeteiltes Bild: Die eine Hälfte wünschte sich eine schmalere Passform, die andere Hälfte würde hingegen eine weitere Passform bevorzugen. Im Fersenbereich wünschten sich beide Geschlechter überwiegend eine schmalere Passform, doch auch hier war der Anteil bei den Frauen höher als bei den Männern.

Untersuchungen zur geschlechtsspezifischen Fußballschuhkonstruktion

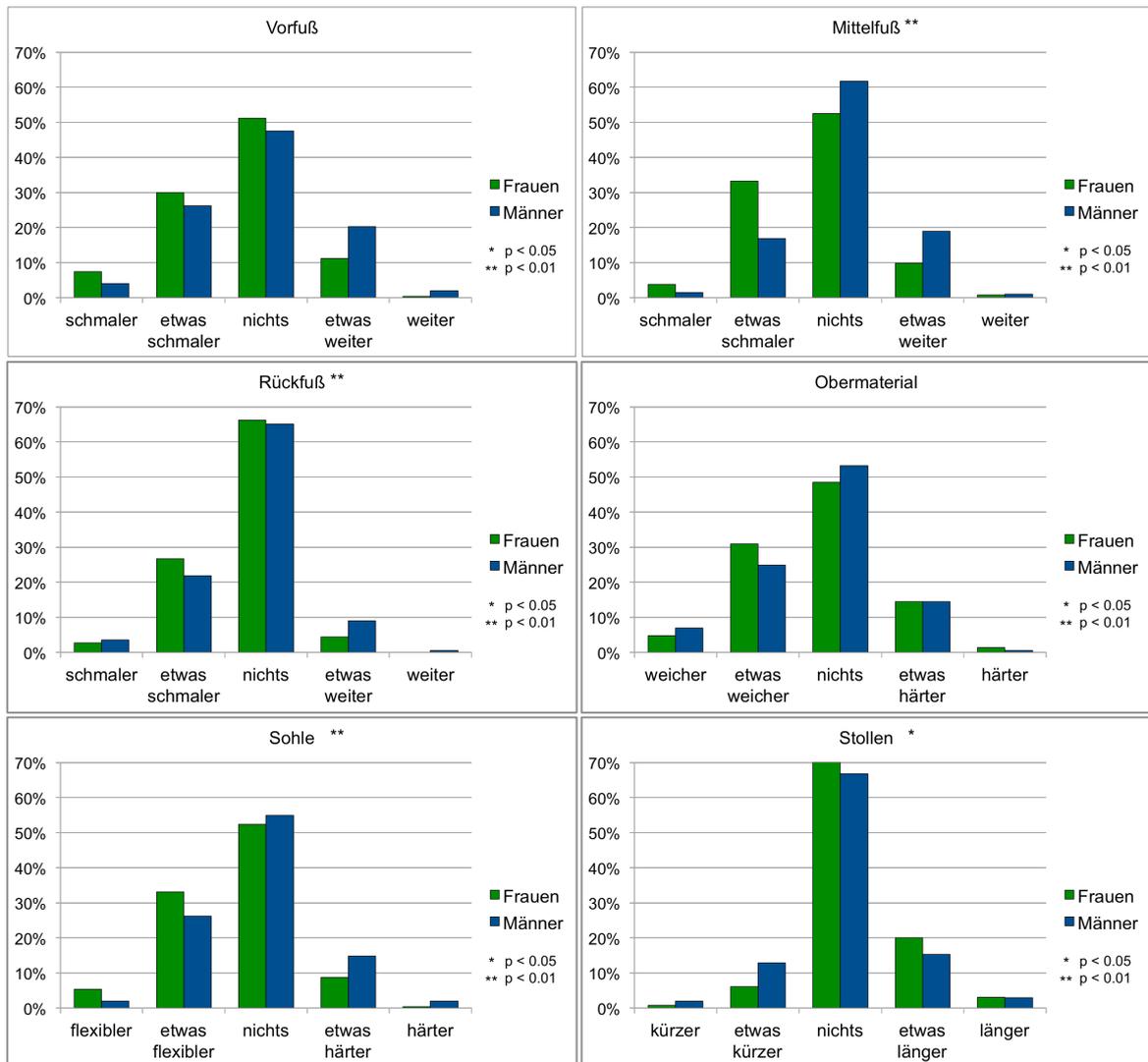


Abbildung 65: Änderungswünsche bei aktuellen Fußballschuhmodellen bezüglich der Passform, des Obermaterials, der Sohlenflexibilität und der Stollenlänge

Tabelle 25: Mittelwerte und Standardabweichungen der Änderungswünsche bei aktuellen Fußballschuhmodellen

Änderungswünsche	Frauen	Männer
	(Mittelwert ± Standardabweichung)	(Mittelwert ± Standardabweichung)
Rückfuß	2,71 ± 0,72	3,01 ± 0,68
Mittelfuß	2,67 ± 0,78	2,90 ± 0,83
Vorfuß	2,72 ± 0,59	2,81 ± 0,66
Obermaterial	2,77 ± 0,80	2,77 ± 0,80
Außensohle	2,66 ± 0,73	2,89 ± 0,75
Stollen	3,18 ± 0,62	3,04 ± 0,69

Bezüglich des Obermaterials gab rund die Hälfte der Fußballspieler/innen an, dass sie nichts ändern würden. Jedoch hätten 35,69 % der Frauen und 31,84 % der Männer gerne ein weicheres Obermaterial, jeweils etwa 15 % beider Geschlechter

würden dagegen ein härteres Material bevorzugen. Mit der Flexibilität der Sohle war ebenfalls fast die Hälfte der befragten Spieler/innen nicht zufrieden. Im Vergleich zu den Männern wünschten sich aber deutlich mehr Frauen eine flexiblere Sohle (Frauen: 38,51 %; Männer: 28,22 %) und weniger Frauen eine härtere Sohle (Frauen: 9,12 %; Männer: 16,83 %). 70,07 % der Frauen und 66,83 % der Männer sind mit der Länge der Stollen zufrieden. 23,13 % der Frauen würden dagegen mit längeren und lediglich 6,8 % mit kürzeren Stollen spielen. Bei den Männern teilt sich der Wunsch nach längeren und nach kürzeren Stollen gleichmäßiger auf (kürzer: 14,85 %; länger: 18,32 %). Auch hier zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Die Länge der Stollen wird oftmals mit Verletzungen des Knies und insbesondere mit Rupturen des vorderen Kreuzbandes in Zusammenhang gebracht (siehe Kapitel 2.2.1). Generell besitzen Fußballspielerinnen im Vergleich zu ihren männlichen Pendanten ein erhöhtes Risiko einer Kreuzbandruptur ohne Gegnereinwirkung (siehe Kapitel 2.1.2). Demnach ist es überraschend, dass die Spielerinnen sich die längeren und damit auch potentiell gefährlicheren Stollen wünschen. Eventuell sind sie sich ihres erhöhten Verletzungsrisikos und/oder dem Zusammenhang mit der Stollenkonstruktion nicht bewusst. Eine wahrscheinlichere Erklärung ist, dass sie mehr an einer verbesserten Leistung und weniger an der Vermeidung von Verletzungen interessiert sind. Bei der Diskussion dieser Fragen muss allerdings beachtet werden, dass der Fragebogen nicht explizit erfasste, welche Stollenkonfiguration die Proband/innen am häufigsten tragen und welche demnach als Referenz diente.

5.2.2.5. Präferierte Farbgestaltung von Fußballschuhen

Bezüglich der Farbgestaltung kreuzten die befragten Fußballspieler/innen eine der in Tabelle 26 angegebenen Farbvarianten an. Darüber hinaus konnten sie angeben, welche Farben sie bevorzugen. Jeweils rund 17 % der weiblichen und der männlichen Fußballspieler/innen gaben an, dass ihnen die Farbgestaltung des Fußballschuhs egal ist. 40,02 % der männlichen Fußballspieler, aber nur 12,32 % der weiblichen Fußballspielerinnen präferierten einen klassischen schwarzen Schuh. Ein schlichter, einfarbiger (nicht schwarzer) Schuh wurde von 10,5 % der

Männer und 3,08 % der Frauen bevorzugt. Die beliebtesten Farbgestaltungen der Frauen waren ein zweifarbiger Schuh (25,21 %), ein zum Trikot passender Schuh (23,25 %) und ein farbenfroher Schuh (18,49 %). Eine farbenfrohe Gestaltung des Schuhs wurde allerdings lediglich von 6,3 % der Männer bevorzugt. 12,18 % der männlichen Probanden würden am liebsten einen zweifarbigen Schuh und 11,76 % einen zum Trikot passenden Schuh tragen.

Tabelle 26: Präferierte Farbgestaltung von Fußballschuhen

Farbe	Frauen	Männer
schwarz	12,32 %	42,02 %
einfarbig	3,08 %	10,50 %
zweifarbige	25,21 %	12,18 %
farbenfroh	18,49 %	6,30 %
passend	23,25 %	11,76 %
egal	17,65 %	17,23 %

Laut eigenen Aussagen bevorzugen weibliche Fußballspielerinnen eine bunte Farbgestaltung ihres Fußballschuhs, männliche Spieler dagegen eher eine schlichte Farbgestaltung. Dieses Ergebnis zeigte sich ebenfalls in der konkreten Angabe der bevorzugten Farbe(n): Die weiblichen Spielerinnen nannten eine Vielzahl unterschiedlicher Farben und möglicher Farbzusammenstellungen, bei den Männern dominierte hingegen deutlich die Farbe schwarz. An dieser Stelle wäre es aufschlussreich, im Feld zu untersuchen, inwieweit diese Angaben mit den tatsächlich getragenen Schuhen übereinstimmen. Denkbar ist durchaus, dass gemäß der gängigen Geschlechterstereotypen geantwortet wurde. Das hätte beispielsweise zur Folge, dass männliche Spieler bunte Farben deshalb nicht so häufig ankreuzen, weil sie diese Farben eher mit weiblichen Attributen in Zusammenhang bringen.

5.2.3. Zusammenfassung

Mithilfe eines Fragebogens wurden 300 weibliche und 204 männliche Fußballspieler/innen hinsichtlich ihrer eigenen Fußballschuhe und der präferierten Fußballschuheigenschaften befragt. Außerdem wurden Probleme mit aktuellen

Fußballschuhen erfasst und Änderungswünsche abgefragt. Der Fragebogen richtete sich dabei an Spieler/innen unterschiedlicher Spielniveaus.

Die befragten weiblichen Fußballspielerinnen besaßen durchschnittlich eine höhere Anzahl von Fußballschuhen als die männlichen Studienteilnehmer, gaben jedoch pro Paar weniger Geld aus. Die Ergebnisse beider Probandengruppen wiesen eine hohe Standardabweichung auf, so dass die Gruppen in sich sehr heterogen waren.

Hinsichtlich der bevorzugten Eigenschaften von Fußballschuhmodellen nannten weibliche und männliche Fußballspieler/innen ähnliche Präferenzen. Unterschiede zeigten sich aber in der Gewichtung einzelner Eigenschaften. Geschlechterunabhängig hat für Fußballspieler/innen die Bequemlichkeit des Schuhs die höchste Priorität. Weiterhin sind ihnen das Ballgefühl, die Stabilität im Schuh sowie die Traktion auf dem Untergrund wichtig. Im Vergleich zu den Männern wiesen die Frauen der Bequemlichkeit und der Stabilität im Schuh jedoch eine statistisch hoch signifikant höhere Bedeutung bei. Der Schutz vor Verletzungen wurde von beiden Geschlechtern als relativ unwichtig angesehen, wengleich die Frauen ihn als wichtiger erachteten als die Männer. Dagegen wurden die Haltbarkeit und das Gewicht des Schuhs sowie die Effetübertragung auf den Ball von den Männern – im Vergleich zu den Frauen – zwar als wichtiger angesehen, jedoch haben auch diese Schuheigenschaften bei beiden Geschlechtern eine relativ geringe Priorität.

Beide Geschlechter gaben an, dass für sie die Bequemlichkeit der wichtigste Kaufgrund für einen Fußballschuh sei, wobei sie für die Frauen noch wichtiger ist als für die Männer. Weiterhin ist die Stabilität des Schuhs ein wichtiger Kaufgrund, gefolgt von der Marke, dem Preis, dem Aussehen, der Flexibilität und dem Gewicht des Schuhs. Diesen letztgenannten Schuheigenschaften wurde eine ähnliche Priorität zugewiesen. Unterschiede zwischen den Geschlechtern existieren hinsichtlich des Aussehens des Schuhs, welches für die Frauen von höherer Bedeutung ist und dem Gewicht, welches für die Männer wichtiger ist. Werbemaßnahmen und das Tragen eines Schuhs durch Top- oder Mitspieler/innen spielen laut Aussagen der Fußballspieler/innen beim Kauf so gut wie keine

Rolle. Von den Frauen werden diese Kriterien als noch unwichtiger erachtet als von Männern, aber für beide Geschlechter gilt sicherlich, dass sie beim Kauf unbewusst (auch) von diesen Aspekten beeinflusst werden.

Mehr als 40 % aller Fußballspieler/innen gaben an, dass sie die Passform ihres Fußballschuhs gerne ändern würden. Unterschiede zwischen den Geschlechtern zeigten sich in den Antworten zu dem Mittelfuß- und Fersenbereich des Schuhs. Fast die Hälfte aller befragten Fußballspielerinnen würde gerne die Passform im Mittelfußbereich ändern, wobei sich der Großteil eine schmalere Passform wünscht. Knapp 40 % der männlichen Fußballspieler wünschen sich ebenfalls eine veränderte Passform in diesem Bereich, jedoch wünschen sich etwa die Hälfte eine schmalere und die andere Hälfte eine weitere Passform. Im Fersenbereich äußerten 34 % der Frauen und 35 % der Männer Änderungswünsche. Die Mehrheit beider Geschlechter wünschte sich dabei eine schmalere Passform. Hinsichtlich des Obermaterials gab es keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern: Jeweils etwa ein Drittel wünschte sich ein weicheres und etwa je 15 % ein härteres Obermaterial. Weiterhin hätten gerne mehr Frauen (39 %) als Männer (28 %) eine flexiblere Sohle und weniger von ihnen eine härtere Sohle (9 % gegenüber 17 %). Mit der Länge der Stollen waren 70 % der Frauen und fast genauso viele Männer zufrieden (67 %). Jedoch äußerten mehr Frauen (23 %) als Männer (7 %) den Wunsch, mit längeren Stollen zu spielen.

Bezüglich der Farbgestaltung von Fußballschuhen gaben jeweils etwa 17 % der weiblichen und der männlichen Fußballspieler/innen an, dass ihnen diese gleichgültig sei. 12 % der Frauen und 40 % der Männer nannten schwarz als präferierte Farbe. Einen farblich zum Trikot passenden Schuh bevorzugten 23 % der Frauen und 12 % der Männer. Insgesamt würden laut eigenen Aussagen die Frauen farbenfrohere Schuhe tragen als die Männer. Jedoch sollte bei der Interpretation dieser Ergebnisse berücksichtigt werden, dass gängige Geschlechterstereotypisierungen hier einen besonderen Einfluss haben könnten.

Für die Entwicklung geschlechtsspezifischer Fußballschuhe sind die Ergebnisse dieses Fragebogens von besonderer Bedeutung. Im Vergleich mit den männlichen Spielern erachten weibliche Spielerinnen die Schuheigenschaften als wichtiger,

die unmittelbar mit der Passform des Schuhs zusammenhängen, wie die Bequemlichkeit und die Stabilität im Schuh. Weiterhin gaben 37 % der Spielerinnen an, dass sie gerne eine engere Passform im Mittel- und Vorfußbereich hätten. Fußballschuhe für Frauen sollten demnach besser an der weiblichen Fußmorphologie ausgerichtet und dementsprechend schmaler geschnitten sein. Hinsichtlich der Sohlenkonfiguration gab knapp ein Viertel der Frauen an, dass sie sich längere Stollen wünsche. Wenngleich sie den Schutz vor Verletzungen im Vergleich zu den anderen Schuheigenschaften als relativ unwichtig ansahen, sollte diesem Wunsch nur bedingt Rechnung getragen werden. Frauen haben ein höheres Risiko von Kniegelenksverletzungen, die oftmals in Zusammenhang mit zu hohen Traktionseigenschaften der Fußballschuhe gebracht werden. Um hierzu gesicherte Aussagen treffen zu können, bedarf es jedoch weiterer Forschung.

6. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit untersuchte das Spielverhalten und die Ballbehandlung von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen sowie Anforderungen an die geschlechtsspezifische Fußballschuhkonstruktion.

Hierfür wurden mithilfe von Spielanalysen der Frauenfußball-Weltmeisterschaften 2003 und 2011 und der Männerfußball-Weltmeisterschaft 2002 die spielrelevanten Aktionen mit dem Ball sowie in Ballnähe analysiert. Dabei wurden alle Aktionen auf dem Spielfeld lokalisiert sowie die verwendeten Techniken der Aktionen mit dem Ball dokumentiert.

Im Vergleich zu den beiden Frauenfußball-Weltmeisterschaften war das Spiel der Männer während der WM 2002 durch eine höhere Frequenz von Aktionen mit dem Ball gekennzeichnet. Begründet ist dieses zum einen in der höheren Bewegungsschnelligkeit der Männer und zum anderen in ihrer Spielweise: Zwar bestand das Spiel beider Geschlechter zu einem Großteil aus Ballannahmen und kurzen Pässen, dieser Anteil war jedoch bei den Männern deutlich höher als bei den Frauen. Demgegenüber spielten die Frauen vermehrt lange Pässe zur Überbrückung des Spielfeldes. Im Vergleich zur WM 2003 setzten die Frauen bei der WM 2011 vermehrt das Kurzpassspiel ein und näherten sich diesbezüglich der Spielweise der Männer im Jahr 2002 an.

Mit Blick auf den hohen Anteil des Kurzpassspiels war zu erwarten, dass beide Geschlechter die Innenseite des Fußes insgesamt am häufigsten verwenden um den Ball anzunehmen, zu passen oder zu schießen und dass dieser Anteil bei den Frauen während der WM 2003 – im Vergleich zu den Männern – geringer ausfällt, 2011 jedoch ansteigt. Dieses wurde durch die Studienergebnisse bestätigt. Bei den Frauen ist außerdem die Entwicklung zu verzeichnen, dass sie während der WM 2011 für einen kurzen Pass häufiger die Innenseite verwendeten als noch 2003. Da die Innenseite die höchste Präzision für einen Pass ermöglicht, spricht dieses Ergebnis für eine Entwicklung hin zu einem sicherer werdenden Spielaufbau.

Weiterhin konnte anhand der langen Pässe gezeigt werden, dass geschlechterabhängige Unterschiede in der Verwendung der Techniken für die dieselbe Aktion mit Ball existieren. Bei beiden Weltmeisterschaften spielten die Frauen die langen Pässe deutlich häufiger mit dem Innenspann als die Männer, die vermehrt die Innenseite einsetzten. Ursächlich hierfür sind vermutlich die geringeren Kraftfähigkeiten der Frauen, die den Einsatz anderer Techniken notwendig machen.

Hinsichtlich der Lokalisation der Spielaktionen zeigte sich bei der Frauen-WM 2003 gegenüber der Männer-WM 2002 ein geringerer Anteil der Aktionen auf den Außenbahnen der gegnerischen Hälfte. Im Vergleich der beiden Frauen-Weltmeisterschaften zeigte sich 2011 ein erhöhtes Aufkommen von Aktionen auf den Außenbahnen und ein geringeres im zentralen Mittelfeld. Dieser erhöhte Anteil an Spielaktionen auf den Außenbahnen spricht für eine bessere Organisation der defensiven Mannschaft, die nun besser in der Lage ist, den direkten Weg zum Tor zuzustellen.

Neben der Abnahme des Leistungsgefälles innerhalb der Mannschaften hat im Frauenfußball über den Untersuchungszeitraum hinweg auch das Leistungsgefälle zwischen den Mannschaften abgenommen. Erkennbar ist dieses an den insgesamt ausgeglicheneren Spielen, also an der Abnahme der Tordifferenz sowie an einer Verringerung der erzielten Tore pro Spiel.

Hinsichtlich des Spielerfolgs konnte gezeigt werden, dass die Frauen bei beiden Weltmeisterschaften ihre Tore aus einer geringeren Distanz erzielten als die Männer. Die Anzahl der Pässe unmittelbar vor einem Torerfolg stieg bei den Frauen während der WM 2011 – im Vergleich zu 2003 – an und näherte sich damit dem Wert der Männer von 2002. Das kann als Indiz dafür gewertet werden, dass die Frauen ihre Tore im Jahr 2011 aufgrund der verbesserten Defensivleistung der gegnerischen Mannschaften länger vorbereiten mussten und nicht mehr so schnell zum Torabschluss kamen wie 2003.

Anknüpfend an die Spielanalyse, die unterschiedlich verwendete Schusstechniken der weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen aufzeigte, wurde in zwei weiteren Studien die Ballbehandlung näher untersucht. Dabei wurde die Genauigkeit von Schüssen aus unterschiedlichen Entfernungen, die dabei

verwendeten Schusstechniken und bei einem Teil der Schüsse auch die Schussgeschwindigkeit untersucht.

In der ersten Studie wurde die Schusspräzision von Schüssen aus acht und elf Metern Entfernung mittels eines elektronischen Targets erfasst. Dabei wurden die jeweils verwendete Schusstechnik sowie die Schussgeschwindigkeit ermittelt. Aus einer Entfernung von acht Metern schossen die weiblichen Probandinnen signifikant und aus elf Metern hoch signifikant unpräziser als die männlichen Versuchspersonen. Die Schussgeschwindigkeit wies bei den Frauen bei beiden Entfernungen einen ähnlichen Wert auf wie bei den Männern aus acht Metern. Im Gegensatz zu den Frauen steigerten die Männer jedoch ihre Schussgeschwindigkeit bei Schüssen aus elf Metern und passten sie der veränderten Bedingung entsprechend an. Bezogen auf ihre individuell ermittelte, maximal erreichbare Schussgeschwindigkeit schossen die Frauen aus beiden Entfernungen mit einer deutlich höheren relativen Geschwindigkeit und befanden sich entsprechend näher an ihrem persönlichen Maximum. Hinsichtlich der verwendeten Schusstechniken zeigten sich keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Beide spielten den Ball überwiegend mit der Fußinnenseite. Die weiblichen Fußballspielerinnen wiesen jedoch häufiger ein instabiles Fußgelenk auf. Geschlechterunabhängig waren Schüsse mit einem instabilen Fußgelenk tendenziell unpräziser und statistisch hoch signifikant langsamer. Es besteht demnach ein Zusammenhang zwischen der Schussleistung und der Stabilität des Fußgelenkes während des Ballkontaktes.

Aufgrund dieser ersten Studienergebnisse, die einen ansteigenden Unterschied der Geschlechter mit zunehmender Entfernung aufzeigen, wurde in einer zweiten Studie die Schussgenauigkeit aus sechs verschiedenen Distanzen zwischen acht und 23 Metern mithilfe eines in 15 Feldern unterteilten Fußballtores ermittelt. Beide Geschlechter schossen dabei mit zunehmender Distanz zum Ziel ungenauer, allerdings hatte der Faktor Distanz bei den Frauen eine größere Auswirkung als bei den Männern. In der Gesamtheit über alle Distanzen schossen die Frauen – im Vergleich zu den Männern – seltener mit der Innenseite und häufiger mit dem Innenspann sowie dem Vollspann. Beide Geschlechter schossen bei den geringeren Distanzen überwiegend mit der Innenseite und bei den weiten

Distanzen mehrheitlich mit dem Innenspann. Diesen Wechsel der Schusstechnik vollzogen die Frauen jedoch bei einer geringeren Entfernung als die Männer. Wie bereits bei der Spielanalyse erwähnt, sind vermutlich die geringeren Krafftfähigkeiten der Frauen ursächlich für die geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Verwendung der Schusstechniken: Um höhere Distanzen überbrücken zu können, setzen Frauen Schusstechniken ein, die eine bessere Impulsübertragung auf den Ball ermöglichen.

Neben den Charakteristika des Spielverhaltens und der Ballbehandlung von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen wurden die Anforderungen an die geschlechtsspezifische Fußballschuhkonstruktion untersucht. Dafür wurde der Effekt von Geschlecht und vier Schuhbedingungen (Adidas-, Nike-, Puma und Victory-Schuh) auf die Laufzeiten in einem funktionalen Traktionsparcours sowie auf die plantare Druckverteilung analysiert. Außerdem wurden weibliche und männliche Fußballspieler/innen mittels eines Fragebogens zu ihren eigenen Fußballschuhen, ihren favorisierten Fußballschuheigenschaften, Problemen mit aktuellen Schuhmodellen sowie Änderungswünschen von Fußballschuhen befragt.

Bezüglich der Laufzeiten des Traktionsparcours zeigte sich kein Interaktionseffekt zwischen Geschlecht und Schuhbedingung. Die weiblichen Probandinnen durchliefen den Parcours in allen vier Schuhbedingungen in einer statistisch hoch signifikant langsameren Zeit als die männlichen Probanden. Zwischen den Schuhbedingungen zeigte sich lediglich hinsichtlich des Sprintabschnittes bei den Frauen ein signifikanter Unterschied: diesen absolvierten die Frauen mit dem Adidas-Schuh schneller als mit dem Victory-Schuh. Wenngleich nicht statistisch signifikant, so durchliefen die Frauen den Parcours insgesamt am schnellsten mit dem Victory-Schuh, die Männer erzielten dagegen mit diesem Schuh die langsamsten Laufzeiten. Beide Geschlechter vermuteten jedoch bei ihrer subjektiven Einschätzung der Rangfolge der Laufzeiten, dass sie mit dem Victory-Schuh die langsamsten Zeiten gelaufen wären. Weiterhin empfanden die Frauen den Nike-Schuh gegenüber den anderen drei Schuhmodellen als unbequemer. Die Männer empfanden ebenfalls den Nike-Schuh, aber auch den Victory-Schuh als unbequemer als die anderen Schuhmodelle. Der Adidas- und der Nike-Schuh

wurden jeweils von beiden Geschlechtern hinsichtlich des Haltes im Schuh und der Traktion auf dem Rasen besser beurteilt als der Puma- und der Victory-Schuh.

Auch in Bezug auf die plantare Druckverteilung zeigte sich kein Interaktionseffekt zwischen Geschlecht und Schuhbedingung. Weiterhin hatte das Geschlecht keinen Effekt, die Schuhbedingung hingegen beeinflusste die Druckverteilung deutlich: Der Adidas-Schuh wies beim Gehen hohe Druckwerte im Fersenbereich und geringe im medialen Mittelfußbereich auf. Der Nike-Schuh war dagegen beim Gehen charakterisiert durch geringe Druckwerte unter der Ferse. Der Puma-Schuh zeigte beim Gehen hohe Druckwerte im Bereich des lateralen Mittelfußes. Beim Victory-Schuh waren sowohl beim Gehen als auch beim Laufen erhöhte Drücke unter dem medialen Mittelfuß zu verzeichnen. Die vier Schuhbedingungen verfügten über sehr unterschiedliche Stollenkonfigurationen. Diese spiegelten sich jedoch nicht unmittelbar in der plantaren Druckverteilung wider, da verschiedene Dämpfungsmechanismen zum Tragen kamen wie die natürlichen Dämpfungseigenschaften des menschlichen Fußes und dämpfende Materialien der Außen-, Zwischen- und Einlegesohle.

Die Auswertung des Fragebogens hinsichtlich der präferierten Fußballschuh-eigenschaften ergab bei beiden Geschlechtern eine ähnliche Rangfolge der Prioritäten, sie gewichteten jedoch einzelne Eigenschaften unterschiedlich. Am wichtigsten ist nach eigenen Angaben für beide Geschlechter die Bequemlichkeit des Schuhs, welches auch als der wichtigste Kaufgrund angegeben wurde. Weiterhin sind das Ballgefühl, die Standfestigkeit auf dem Untergrund sowie die Stabilität im Schuh wichtige Schuheigenschaften. Allerdings werden die Bequemlichkeit und die Stabilität im Schuh – also die Eigenschaften, die unmittelbar mit der Passform des Schuhs zusammenhängen – von den Frauen als wichtiger angesehen als von den Männern. Ebenfalls stuften die Frauen den Schutz vor Verletzungen wichtiger ein als die Männer. Diese Schuheigenschaft wurde allerdings im Vergleich zu anderen Aspekten von beiden Geschlechtern überraschenderweise als relativ unbedeutend beurteilt. Es zeigte sich darüber hinaus, dass sich mehr als ein Drittel der befragten Fußballspielerinnen im Vor- und Mittelfußbereich eine schmalere Passform der Fußballschuhe wünscht. Ebenso viele Männer äußerten Änderungswünsche, diese verteilten sich aber

gleichmäßiger auf den Wunsch einer schmaleren und einer weiteren Passform. Fast ein Viertel der Frauen – jedoch nur 7 % der Männer – wünschte sich längere Stollen. Diesem Wunsch sollte jedoch mit Blick auf das erhöhte Verletzungsrisiko der Frauen nicht unreflektiert nachgegangen werden.

7. Fazit und Ausblick

Anhand der durchgeführten Studien konnte gezeigt werden, dass im Leistungsfußball geschlechterabhängige Unterschiede in der Spielweise existieren und dass sich der Frauenfußball verändert hat. Weiterhin wurde mithilfe von Fußballspieler/innen nachgewiesen, dass sich Frauen und Männer hinsichtlich ihrer Ballbehandlung unterscheiden.

Aus den Ergebnissen können Empfehlungen für eine geschlechtsspezifische Ausrichtung von Trainingsinhalten abgeleitet werden. So sollte ein speziell auf Fußballspielerinnen ausgerichtetes Training die – im Vergleich zu männlichen Fußballspielern – häufigere Verwendung des Innenspannstoßes berücksichtigen und diese Technik spielnah schulen. Da die häufigere Verwendung des Innenspannstoßes sowohl bei Spielen während Weltmeisterschaften als auch in einer Studie mit Breitensportler/innen nachgewiesen werden konnte, gilt diese Trainingsempfehlung unabhängig vom Spielniveau. Vielmehr scheinen die geringeren Krafftigkeiten der Frauen den Einsatz von Techniken notwendig zu machen, die eine bessere Impulsübertragung für die Überbrückung von großen Distanzen ermöglichen. Dieser Umstand kommt besonders bei Schüssen zum Tragen, die eine Distanz von etwa 14 bis 17 Metern überschreiten.

Neben diesem speziellen Techniktraining ist den Frauen eine funktionale Kräftigung der fußgelenksstabilisierenden Muskulatur zu empfehlen, denn es konnte gezeigt werden, dass Schüsse mit einem instabilen Fußgelenk während des Ballkontaktes tendenziell unpräziser waren und dass die weiblichen Probandinnen häufiger als die männlichen mit einem instabilen Fußgelenk schossen. Über ein Kräftigungsprogramm können daher vermutlich Verbesserungen hinsichtlich der Schusspräzision erzielt werden. Da jedoch nicht nur die Muskelkraft, sondern auch der Treffpunkt des Balles für die Fußgelenkbewegung entscheidend ist, sollten die funktionalen Kraftübungen immer mit einem Techniktraining einhergehen.

Trotz seiner hohen Bedeutung für das Fußballspiel fand die Schussgenauigkeit in der bisherigen sportwissenschaftlichen Forschung vergleichsweise wenig Be-

achtung. Daher sollten hieran weiterführende Untersuchungen anknüpfen. Mit Blick auf den Frauenfußball wäre der genannte Zusammenhang von Fußgelenkstabilität während des Ballkontaktes und Schusspräzision ein interessantes Forschungsfeld. Es gilt funktionale Übungen zu entwickeln und zu analysieren, ob diese die Fußgelenksstabilität während des Ballkontaktes erhöhen und letztendlich zu einer besseren Schussleistung führen. Dabei sind nicht nur positive Auswirkungen auf die Schusspräzision, sondern – durch die verbesserte Kopplung von Unterschenkel und Fuß – auch auf die Schussgeschwindigkeit zu vermuten.

Trotz sehr unterschiedlicher Sohlenkonfigurationen konnten weder die Frauen noch die Männer von einem bestimmten Schuhmodell hinsichtlich der Gesamtlaufzeiten in einem funktionalen Traktionsparcours profitieren. Mit Blick auf das höhere Risiko weiblicher Fußballspielerinnen, eine Verletzung ohne Gegnereinwirkung zu erleiden, sind an dieser Stelle weitere Studien zur Untersuchung des Zusammenhangs von Traktionsverhalten der Fußballschuhe und dem Verletzungsrisiko empfehlenswert. Zeigt sich dabei, dass eines der Schuhmodelle möglicherweise das Verletzungsrisiko der Frauen senken kann, ohne dabei – wie im Traktionsparcours gezeigt – die sportmotorische Leistung zu verringern, so wäre das ein wichtiger Ansatzpunkt für die Fußballschuhkonstruktion.

Neben der Leistungssteigerung und der Verletzungsprophylaxe ist die Passform eine weitere wichtige Anforderung an den Fußballschuh. Diesbezüglich zeigte sich, dass weibliche Fußballspielerinnen der Bequemlichkeit und der Stabilität im Schuh eine höhere Bedeutung beimessen als dies männliche Fußballer tun. Konkret nach ihren Änderungswünschen hinsichtlich der Passform befragt, wünschte sich ein nicht unerheblicher Teil der Spielerinnen eine schmalere Passform. Somit sollten die Leisten der speziell für Frauen konzipierten Fußballschuhe auf Grundlage der weiblichen Fußmorphologie erstellt werden. Das würde mehrheitlich bedeuten, einen schmaleren Schuh zu konstruieren. Weitere Studien sollten daher Prototypen entwickeln, welche mithilfe von Passformtests von weiblichen Fußballspielerinnen beurteilt werden. Ziel muss es dabei sein, Fußballschuhe zu entwickeln, die der weiblichen Fußform besser angepasst sind als die bisherigen Modelle.

Dem geäußerten Wunsch der Spielerinnen nach (ein wenig) längeren Stollen, sollte im Hinblick auf das erwähnte Verletzungsrisiko nicht unreflektiert nachgegangen werden. Jedoch bedarf es an dieser Stelle weiterer Untersuchungen, die den Zusammenhang von Traktionseigenschaften des Fußballschuhs und dem Verletzungsrisiko weiter aufklären.

Ein weiterer interessanter Aspekt bezüglich der geschlechtsspezifischen Schuhkonstruktion lässt sich aus den Unterschieden zwischen den Geschlechtern hinsichtlich ihrer Spielweise ableiten. Der vermehrte Einsatz des Innenstößes durch die Frauen bedeutet eine – gegenüber den Männern – veränderte Trefffläche des Balls auf dem Schuh. Studien konnten bereits zeigen, dass der Fußballschuh die Schussgenauigkeit beeinflussen kann. Daher sollten weitere Studien untersuchen, inwieweit ein auf die Ballbehandlung der Frauen abgestimmter Schuh die Schussleistung positiv beeinflussen kann.

Die vorliegende Arbeit hat einen Beitrag dazu geleistet, Entwicklungen im Frauenfußball zu erörtern, Unterschiede im Spielverhalten sowie in der Ballbehandlung von weiblichen und männlichen Fußballspieler/innen aufzuzeigen und Fragen zur geschlechtsspezifischen Fußballschuhkonstruktion zu beantworten. Jedoch existieren im Bereich des Frauenfußballs noch eine Vielzahl offener Fragestellungen – auch weil in der Forschung bisher der Fokus der Studien primär auf den Männerfußball gerichtet war. Es bleibt daher zu hoffen, dass dem Frauenfußball auch in der sportwissenschaftlichen Forschung vermehrt Beachtung geschenkt wird.

8. Literaturverzeichnis

- Agel, J., Evans, T.A., Dick, R., Putukian, M. & Marshall, S.W. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate men's soccer injuries: National collegiate athletic association injury surveillance system, 1988–1989 through 2002–2003. *Journal of Athletic Training*, 2(42), 270-277.
- Alam, F., Chowdhury, H., Moria, H., Fuss, F.K., Khan, I., Aldawi, F., et al. (2011). Aerodynamics of contemporary FIFA soccer balls. *Procedia Engineering*, 13, 188-193.
- Alam, F., Chowdhury, H., Stemmer, M., Wang, Z. & Yang, J. (2012). Effects of surface structure on soccer ball aerodynamics. *Procedia Engineering*, 34, 146-151.
- Alcock, A.M., Gilleard, W., Brown, N.A.T., Baker, J. & Hunter, A. (2012). Initial ball flight characteristics of curve and instep kicks in elite women's football. *Journal of Applied Biomechanics*, 28(1), 70-77.
- Althoff, K. (2007). *Unterschiede im Spielverhalten von Männern und Frauen Im Spitzenfußball: Eine Videoanalyse der Fußballweltmeisterschaften der Männer (Japan/Südkorea) und Frauen (USA)*. Unveröffentlichte Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt für die Sekundarstufe I/II, Universität Duisburg-Essen, Essen.
- Althoff, K., Hagen, M., Osterfeld, A. & Hennig, E.M. (2009). Video analysis of slip events in soccer during men's world cup 2006. *Proceedings of the 22nd ISB Conference in Kapstadt, Südafrika*.
- Althoff, K. & Hennig, E.M. (2009). Prediction of ball sensing by skin sensation measurements. *Proceedings of the 22nd ISB Conference in Kapstadt, Südafrika*.
- AmiscoPro. [Homepage]. Zugriff am 28.04.2015 unter <http://www.prozonesports.com>
- Andersen, T., Dörge, H.C. & Thomsen, F.I. (1999). Collisions in soccer kicking. *Sports Engineering*, 2, 121-125.
- Andersen, T.B. & Dörge, H.C. (2011). The influence of speed of approach and accuracy constraint on the maximal speed of the ball in soccer kicking. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(1), 79-84.
- Andersson, H., Ekblom, B. & Krstrup, P. (2008). Elite football on artificial turf versus natural grass: movement patterns, technical standards, and player impressions. *Journal of Sports Sciences*, 26(2), 113-122.
- Andersson, H.A., Randers, M.B., Heiner-Moller, A. & Krstrup, P. (2010). Elite female soccer players perform more high-intensity running when playing in international games compared with domestic league games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 912-919.
- Apriantono, T., Nunome, H., Ikegami, Y. & Sano, S. (2006). The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 951-960.

- Arendt, E.A., Agel, J. & Dick, R. (1999). Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women. *Journal of Athletic Training*, 34(2), 86-92.
- Asai, T., Ito, S., Seo, K. & Koike, S. (2012). Characteristics of modern soccer balls. *Procedia Engineering*, 34, 122-127.
- Astrand, I., Astrand, P.-O., Hallbäck, I. & Kilbom, A. (1973). Reduction in maximal oxygen uptake with age. *Journal of Applied Physiology*, 35(5), 649-654.
- Augustin, D. (2000). Zur Entwicklung und Objektivierung eines qualitativen Spielbeobachtungsverfahrens - Computer- und Videoeinsatz bei der Beobachterschulung als Basis objektiver Ergebnisse. In W. Winkler & A. Reuter (Hrsg.), *Computer- und Medieneinsatz im Fußball* (S. 77-94). Hamburg: Cwalina.
- Balderjahn, I. & Scholderer, J. (2007). *Konsumverhalten und Marketing*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Ball, K. (2008). Biomechanical considerations of distance kicking in Australian Rules football. *Sports Biomechanics*, 7(1), 10-23.
- Bangsbo, J. & Peitersen, B. (2000). *Soccer systems and strategies*. Champaign: Human Kinetics.
- Barber, S. & Carré, M.J. (2010). The effect of surface geometry on soccer ball trajectories. *Sports Engineering*, 13(1), 47-55.
- Barbieri, F.A., Gobbi, L.T., Santiago, P.R. & Cunha, S.A. (2010). Performance comparisons of the kicking of stationary and rolling balls in a futsal context. *Sports Biomechanics*, 9(1), 1-15.
- Barfield, W.R., Kirkendall, D.T. & Yu, B. (2002). Kinematic instep kicking differences between elite female and male soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 72-79.
- Bauer, G. (1991). *Lehrbuch Fußball: erfolgreiches Training von Technik, Taktik und Kondition*. München, Wien, Zürich: BLV.
- Bauer, G. (1998). Spiele richtig analysieren - Siege erfolgreich vorbereiten. *Fußballtraining*, 15(5), 12-17.
- Bentley, J.A., Ramanathan, A.K., Arnold, G.P., Wang, W. & Abboud, R.J. (2011). Harmful cleats of football boots: a biomechanical evaluation. *Foot and Ankle Surgery*, 17(3), 140-144.
- Bisanz, G. & Gerisch, G. (2013). *Fußball: Kondition, Technik, Taktik und Coaching* (2. überarbeit. Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer.
- Bisanz, G. & Peter, R. (2000). *Fußball von morgen*. Münster: Philippka.
- Bradley, P.S., Dellal, A., Mohr, M., Castellano, J. & Wilkie, A. (2014). Gender differences in match performance characteristics of soccer players competing in the UEFA Champions League. *Human Movement Science*, 33, 159-171.

- Brauner, T., Zwinscher, M. & Sterzing, T. (2012). Basketball footwear requirements are dependent on playing position. *Footwear Science*, 4(3), 191-198.
- Bremer, D. (1986). Qualitative Sportspielbeobachtung - dargestellt am Europapokalspiel Real Madrid gegen Borussia Mönchengladbach (II). *Fußballtraining*, 4(3), 9-14.
- Brooks, K.A., Clark, A.L. & Dawes, J.J. (2013). Isokinetic strength and performance in collegiate women's soccer. *Journal of Novel Physiotherapies*, S3, 001.
- Brophy, R.H., Backus, S., Kraszewski, A.P., Steele, B.C., Ma, Y., Osei, D., et al. (2010). Differences between sexes in lower extremity alignment and muscle activation during soccer kick. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 92(11), 2050-2058.
- Bubanj, S., Stankovic, R., Joksimovic, S., Bubanj, R., Joksimovic, S., Kozomara, G., et al. (2010). Kinematics of accurate inside foot kick. *Kinesiologia Slovenica*, 16(1-2), 75-83.
- Buytendijk, F.J.J. (1953). *Das Fussballspiel - Eine psychologische Studie*. Würzburg: Werkbund.
- Carling, C., Bloomfield, J.R., Nelsen, L. & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sports Medicine*, 38(10), 839-862.
- Chen, H., Nigg, B.M. & de Koning, J. (1994). Relationship between plantar pressure distribution under the foot and insole comfort. *Clinical Biomechanics*, 9(6), 335-341.
- Chew-Bullock, T.S., Anderson, D.I., Hamel, K.A., Gorelick, M.L., Wallace, S.A. & Sidaway, B. (2012). Kicking performance in relation to balance ability over the support leg. *Human Movement Science*, 31(6), 1615-1623.
- Cometti, G., Maffiuletti, N.A., Pousson, M., Chatard, J.-C. & Mafulli, N. (2001). Isokinetic Strength and Anaerobic Power of Elite, Subelite and Amateur French Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 45-51.
- Currell, K., Conway, S. & Jeukendrup, A.E. (2009). Carbohydrate Ingestion Improves Performance of a New Reliable Test of Soccer Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19(1), 34-46.
- Danneskiold-Samsoe, B., Bartels, E.M., Bulow, P.M., Lund, H., Stockmarr, A., Holm, C.C., et al. (2009). Isokinetic and isometric muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender. *Acta Physiologica*, 197 Suppl 673, 1-68.
- Davis, J.A. & Brewer, J. (1993). Applied physiology of female soccer players. *Sports Medicine*, 16(3), 180-189.
- De Clercq, D., Debuyck, G., Gerlo, J., Rambour, S., Segers, V. & Van Caekenberghe, I. (2014). Cutting performance wearing different studded soccer shoes on dry and wet artificial turf. *Footwear Science*, 6(2), 81-87.

- DeBiasio, J.C., Russell, M.E., Butler, R.J., Nunley, J.A. & Queen, R.M. (2013). Changes in plantar loading based on shoe type and sex during a jump-landing task. *Journal of Athletic Training*, 48(5), 601-609.
- DeCaro, M.S., Thomas, R.D., Albert, N.B. & Beilock, S.L. (2011). Choking under pressure: Multiple routes to skill failure. *Journal of Experimental Psychology*, 140(3), 390-406.
- Deltatre. [Homepage]. Zugriff am 28.04.2015 unter <http://www.deltatre.com>
- Deutscher Fußball-Bund. (2014). *Fußball-Regeln 2014/15*. Zugriff am 03.02.2015 unter http://www.dfb.de/fileadmin/_dfbdam/34715-Regelheft_2014-15-DFB.pdf
- Deutscher Olympischer Sportbund. (2014). *Bestandserhebung 2014*. Zugriff am 15.05.2015 unter <http://www.dosb.de/de/service/download-center/statistiken/>
- Deutscher Sportbund. (2005). *Bestandserhebung 2005*. Zugriff am 15.05.2015 unter <http://www.dosb.de/de/service/download-center/statistiken/>
- Dick, R., Agel, J. & Marshall, S.W. (2007). National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Commentaries: Introduction and Methods. *Jornal of Athletic Training*, 42(2), 173-182.
- Dick, R., Putukian, M., Agel, J., Evans, T.A. & Marshall, S.W. (2007). Descriptive Epidemiology of Collegiate Women's Soccer Injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988–1989 Through 2002–2003. *Jornal of Athletic Training*, 42(2), 278-285.
- Dowling, A.V. & Andriacchi, T.P. (2012). Role of Shoe-Surface Interaction and Noncontact ACL Injuries. In F.R. Noyes & S.D. Barber-Westin (Hrsg.), *ACL injuries in the female athlete* (S. 85-108). Heidelberg: Springer.
- Drinkwater, B. (1989). Das Training weiblicher Athleten. In A. Dirix, H.G. Knuttgen & K. Tittel (Hrsg.), *Olympia Buch der Sportmedizin* (S. 265-278). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Dutta, P. & Subramaniam, S. (2002). Effects of six weeks of isokinetic strength training combined with skills training on football kicking performance. In W. Spinks, T. Reilly & A. Murphy (Hrsg.), *Science and Football IV* (S. 333-340).
- Düwel, N. (2005). *Frauenfußball*. München: BLV.
- Egan, C.D., Verheul, M.H. & Savelsbergh, G.J. (2007). Effects of experience on the coordination of internally and externally timed soccer kicks. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 423-432.
- Eils, E., Streyll, M., Linnenbecker, S., Thorwesten, L., Völker, K. & Rosenbaum, D. (2001). Plantar pressure measurements in a soccer shoe: Characterization of soccer specific movements and effects after six weeks of aging. In E.M. Hennig & A. Stacoff (Hrsg.), *5th Symposium on Footwear Biomechanics* (S. 32-33). Zürich, Schweiz.
- Eils, E., Streyll, M., Linnenbecker, S., Thorwesten, L., Völker, K. & Rosenbaum, D. (2004). Characteristic plantar pressure distribution patterns during soccer-specific movements. *American Journal of Sports Medicine*, 32(1), 140-145.

- FIFA. [Homepage]. Zugriff am 03.02.2015 unter <http://quality.fifa.com/de/Fussballe/>
- FIFA. [Homepage]. Zugriff am 23.06.2015 unter www.fifa.com
- FIFA. (2002). *2002 FIFA World Cup Korea/Japan - report and statistics*. Zugriff am 03.02.2015 unter http://www.fifa.com/mm/document/afdeveloping/technicaldevp/50/08/41/fwc_korea_japan_2002_a_part1_265.pdf
- FIFA. (2003). *FIFA Women's World Cup USA 2003 - report and statistics*. Zugriff am 03.02.2015 unter http://www.fifa.com/mm/document/affederation/technicaldevp/50/08/02/fww_cusa2003-technicalreport_neu_081010.pdf
- FIFA. (2007). *FIFA Big Count 2006*. Zugriff am 23.06.2015 unter http://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/bigcount.statspackage_7024.pdf
- FIFA. (2009). *Studie belegt Zukunftspotenzial des Frauen-Fussballs*. Zugriff am 23.06.2015 unter <http://de.fifa.com/womensworldcup/news/y=2009/m=1/news=studie-belegt-zukunftspotenzial-des-frauen-fussballs-1001189.html>
- FIFA. (2011). *FIFA Women's World Cup Germany 2011 - technical report and statistics*. Zugriff am 03.02.2015 unter <http://www.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/technicalsupport/01/50/87/69/technicalreportfwwcgermany2011.pdf>
- FIFA. (2014). *Spielregeln 2014/15*. Zugriff am 03.02.2015 unter http://de.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/refereeing/02/36/01/11/27_06_2014_new--lawsofthegamewebde_german.pdf
- FIFA. (2015). *Women's football - Background information*. Zugriff am 23.06.2015 unter http://resources.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/women/02/60/99/71/fifa-background-paper_womensfootball_may2015_neutral.pdf
- Figueiredo, A.J., Coelho e Silva, M.J. & Malina, R.M. (2011). Predictors of functional capacity and skill in youth soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(3), 446-454.
- Finnoff, J.T., Newcomer, K. & Laskowski, E.R. (2002). A valid and reliable method for measuring the kicking accuracy of soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 5(4), 348-353.
- Ford, K.R., Manson, N.A., Evans, B.J., Myer, G.D., Gwin, R.C., Heidt, R.S., et al. (2006). Comparison of in-shoe foot loading patterns on natural grass and synthetic turf. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(6), 433-440.
- Frey, C. (2000). Foot health and footwear for women. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 372, 32-44.
- Frontera, W.R., Hughes, V.A., Lutz, K.J. & Evans, W.J. (1991). A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *Journal of Applied Physiology*, 71(2).

- Fuller, C.W., Smith, G.L., Junge, A. & Dvorak, J. (2004). The influence of tackle parameters on the propensity for injury in international football. *American Journal of Sports Medicine*, 32(90010), 43S-53S.
- Gabbett, T.J. & Mulvey, M.J. (2008). Time-motion analysis of small-sided training games and competition in elite women soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 543-552.
- Gabbett, T.J., Wiig, H. & Spencer, M. (2013). Repeated high-intensity running and sprinting in elite women's soccer competition. *Journal of Sports Physiology and Performance*, 8, 130-138.
- Gehring, D., Rott, F., Stapelfeldt, B. & Gollhofer, A. (2007). Effect of soccer shoe cleats on knee joint loads. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1030-1034.
- Godik, M., Fales, I. & Blashak, I. (1993). Changing the kicking accuracy of soccer players depending of the type, value and aims of training and competitive loads. In T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Hrsg.), *Science and Football II* (S. 254-260). London, New York.
- Gokeler, A., Zantrop, T. & Jöllenbeck, T. (2010). Vorderes Kreuzband - Epidemiologie. *GOTS-Expertenmeeting*, 3-14.
- Grund, T. & Senner, V. (2010). Traction behavior of soccer shoe stud designs under different game-relevant loading conditions. *Procedia Engineering*, 2(2), 2783-2788.
- Grund, T., Senner, V. & Grube, K. (2007). Development of a test device for testing soccer boots under gamerelevant highrisk loading conditions. *Sports Engineering*, 10(1), 55-63.
- Grüne, H. (2003). *100 Jahre Deutsche Meisterschaft : die Geschichte des Fußballs in Deutschland*. Göttingen: Die Werkstatt.
- Hansen, G. (2003). *Qualitative Spielbeobachtung*. Köln: Strauß.
- Hennies, R. & Meuren, D. (2009). *Frauenfußball - Der lange Weg zur Anerkennung*. Göttingen: Verlag Die Werkstatt.
- Hennig, E.M. (2006). Biomechanische Methoden zur Optimierung und Evaluation von Fußballschuhen. *Orthopädieschuhtechnik*, 6, 20-24.
- Hennig, E.M. (2011). The influence of soccer shoe design on player performance and injuries. *Research in Sports Medicine*, 19(3), 186-201.
- Hennig, E.M. & Althoff, K. (2013). Soccer shoe design and its influence on player's performance. In R.S. Goonetilleke (Hrsg.), *The science of footwear* (S. 561-575). Boca Raton: Taylor & Francis.
- Hennig, E.M. & Althoff, K. (2014). Influence of soccer shoe construction on performance and injuries. In Y. Hong (Hrsg.), *Routledge Handbook of Ergonomics in Sport and Exercise* (S. 364-375). Abingdon: Routledge.
- Hennig, E.M., Althoff, K. & Hömme, A.K. (2009). Soccer footwear and ball kicking accuracy. *Footwear Science*, 1(supl1), 85-87.

- Hennig, E.M. & Schulz, J. (2011). Subjective evaluation of biomechanical shoe properties during blinded and non-blinded running. *Footwear Science*, 3(supl1), 75-76.
- Hennig, E.M. & Sterzing, T. (2010). The influence of soccer shoe design on playing performance: a series of biomechanical studies. *Footwear Science*, 2(1), 3-11.
- Hennig, E.M., Valiant, G.A. & Liu, Q. (1996). Biomechanical variables and the perception of cushioning for running in various types of footwear. *Journal of Applied Biomechanics*, 12, 143-150.
- Hennig, E.M. & Wenniges, T.R. (2001). Improvement of GPS accuracy for the tracking of human motion by the elimination of selective availability restrictions, *XVIIIth Congress, International Society of Biomechanics*, . Zürich, Schweiz.
- Higuchi, T. (2000). Disruption of kinematic coordination in throwing under stress. *Japanese Psychological Research*, 42(3), 168-177.
- Hilgers, M.P. & Walther, M. (2011). Evolution of soccer shoe design. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 16(3), 1-4.
- Hoffmann, E. & Nendza, J. (2006). *Verlacht, verboten und gefeiert*. Weilerswist: Landpresse.
- Hollmann, W. & Hettinger, T. (2000). *Sportmedizin - Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. Stuttgart, New York: Schattauer.
- Holsten, N. & Wörner, S. (2011). Frauenfußball - zurück aus dem Abseits. *Aus Politik und Zeitgeschichte*, 16-19, 21-26.
- Hong, S. & Asai, T. (2014). Effect of panel shape of soccer ball on its flight characteristics. *Scientific Reports*, 4, 1-7.
- Horton, M.G. & Hall, T.L. (1989). Quadriceps femoris muscle angle: normal values and relationships with gender and selected measures. *Physical Therapy*, 69(11), 897-901.
- IAAF. [Homepage]. Zugriff am 05.06.2015 unter www.iaaf.org
- Jansen, C., Baumgart, C., Hoppe, M.W., Thomann, R. & Freiwald, J. (2011). Geschlechtsspezifische Besonderheiten der konditionellen Anforderungen im Hochleistungsfußball der Frauen. *Sport Orthopädie - Sport Traumatologie*, 27(1), 13-17.
- Jordan, C. & Bartlett, R. (1995). Pressure distribution and perceived comfort in casual footwear. *Gait and Posture*, 3(4), 215-220.
- Kaila, R. (2007). Influence of modern studded and bladed soccer boots and sidestep cutting on knee loading during match play conditions. *American Journal of Sports Medicine*, 35(9), 1528-1536.
- Katis, A., Amiridis, I., Kellis, E. & Lees, A. (2014). Recovery of powerful kick biomechanics after intense running fatigue in male and female soccer players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(4).

- Katis, A., Giannadakis, E., Kannas, T., Amiridis, I., Kellis, E. & Lees, A. (2013). Mechanisms that influence accuracy of the soccer kick. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(1), 125-131.
- Kellis, E., Katis, A. & Vrabas, I.S. (2006). Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(5), 334-344.
- Kirkendall, D.T., Dowd, W.W. & DiCicco, A.D. (2002). Patterns of successful attacks: A comparison of the men's and women's world cup. *Revista de Futbol y Ciencia*, 1(1), 29-36.
- Klein, M.-L. (2007). Wirtschaftliche Aspekte des Frauenfußballs in Deutschland. In G. Gdawietz & U. Kraus (Hrsg.), *Die Zukunft des Fußballs ist weiblich* (S. 52-76). Aachen: Meyer & Meyer.
- König, K., Reindell, H., Musshoff, K., Roskamm, H. & Kessler, M. (1961). Das Herzvolumen und die körperliche Leistungsfähigkeit bei 20-60jährigen gesunden Männern. *Archiv für Kreislaufforschung*, 35(1-2), 37-67.
- Krauss, I., Grau, S., Mauch, M., Maiwald, C. & Horstmann, T. (2008). Sex-related differences in foot shape. *Ergonomics*, 51(11), 1693-1709.
- Kristensen, L.B., Andersen, T. & Sorensen, H. (2005). Comparison of precision in the toe and instep kick in soccer at high kicking velocities. In T. Reilly, J. Cabri & D. Araújo (Hrsg.), *Science and Football V* (S. 70-72). London: Routledge.
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., et al. (2003). The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc*, 35(4), 697-705.
- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H. & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(7), 1242-1248.
- Lake, M.J. (2000). Determining the protective function of sports footwear. *Ergonomics*, 43(10), 1610-1621.
- Lambson, R.B., Barnhill, B.S. & Higgins, R.W. (1996). Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries: a three-year prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, 24(2), 155-159.
- Lames, M. (1994). *Systematische Spielbeobachtung*. Münster: Philippka.
- Lees, A. & Nolan, L. (2002). Three-dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions. In W.L. Spinks, T. Reilly & A. Murphy (Hrsg.), *Science and football IV* (S. 16-21). London: Routledge.
- Levanon, J. & Dapena, J. (1998). Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 917-927.
- Lindle, R.S., Metter, E.J., Lynch, N.A. & Fleg, J.L. (1997). Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *Journal of Applied Physiology*, 83, 1581-1587.

- Lindstrom, M. (2009). *Buy-logy. Warum wir kaufen, was wir kaufen*. Frankfurt, New York: Campus.
- Looker, A.C., Beck, T.J. & Orwoll, E.S. (2001). Does body size account for gender differences in femur bone density and geometry. *Journal of Bone and Mineral Research*, 16(7), 1291-1299.
- Loy, R. (1991). Die Flanke - ein Schlüssel zum Erfolg. *Fußballtraining*, 9(8), 3-11.
- Loy, R. (2002). Über den Flügel zum Erfolg! *Fußballtraining*, 20(9), 18-23.
- Lyons, M., Al-Nakeeb, Y. & Nevill, A. (2006). Performance of soccer passing skills under moderate and high-intensity localized muscle fatigue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 197-202.
- Mann, R.A. & Hagy, J. (1980). Biomechanics of walking, running and sprinting. *American Journal of Sports and Medicine*, 8(5), 345-350.
- Manolopoulos, E., Papadopoulos, C., Salonikidis, K., Katartzi, E. & Poluha, S. (2004). Strength training effects on physical conditioning and instep kick kinematics in young amateur soccer players during preseason. *Perceptual and Motor Skills*, 99(2), 701-710.
- Martin, D. (1972). Theoretische Überlegungen zur "Standardisierten Wettkampfbeobachtung". *Leistungssport*, 2(5), 363-368.
- 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.
- McLean, B.D. & Tumilty, D.M. (1993). Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *British Journal of Sports Medicine*, 27(4), 260-262.
- Meier, H.-W. (2002). Tore direkt und aus der Bewegung. *Fußballtraining*, 20(9), 24-26.
- Meyer, C.T. (2005). *Was hindert Mädchen am Fußballspielen?* Saarbrücken: VDM.
- Mohr, M., Krstrup, P., Andersson, H., Kirkendal, D. & Bangsbo, J. (2008). Match activities of elite women soccer players at different performance levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 341-349.
- 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(7), 519-528.
- Morag, E. & Cavanagh, P.R. (1999). Structural and functional predictors of regional peak pressures under the foot during walking. *Journal of Biomechanics*, 32, 359-370.
- Morag, E., Johnson, D. & Amos, M. (2002). The effect of heel cupping on heel pressure during soccer activities, *VIII emed Scientific Meeting* (S. 45). Kananaskis, Alberta.

- Mujika, I., Santisteban, J., Impellizzeri, F.M. & Castagna, C. (2009). Fitness determinants of success in men's and women's football. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 107-114.
- Müller, C., Sterzing, T., Lange, J. & Milani, T. (2010). Comprehensive evaluation of player-surface interaction on artificial soccer turf. *Sports Biomechanics*, 9(3), 193-205.
- Müller, M. (2007). Das Geschlecht des Fußballs – Zur „Polarisierung der Geschlechtscharaktere“ im Fußball. *Sport und Gesellschaft*, 4(2), 113-114.
- Mündermann, A., Stefanyshyn, D.J. & Nigg, B.M. (2001). Relationship between footwear comfort of shoe insert and anthropometric and sensory factors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1939-1945.
- Nagasawa, Y., Demura, S., Matsuda, S., Uchida, Y. & Demura, T. (2011). Effect of differences in kicking legs, kick directions, and kick skill on kicking accuracy in soccer players. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 7(4).
- Neder, J.A., Nery, L.E., Shinzato, G.T., Andrade, M.S., Peres, C. & Silva, A.C. (1999). Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 29(2), 116-126.
- Nehrer, S. (2013). Die Frau im Sport. *Manuelle Medizin*, 51(1), 21-26.
- Nieves, J.W., Formica, C., Ruffing, J., Zion, M., Garrett, P., Lindsay, R., et al. (2005). Males have larger skeletal size and bone mass than females, despite comparable body size. *Journal of Bone and Mineral Research*, 20(3), 529-535.
- Novacheck, T.F. (1998). The biomechanics of running. *Gait and Posture*, 7, 77-95.
- Nunome, H., Asai, T., Ikegami, Y. & Sakurai, S. (2002). Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12), 2028-2036.
- O'Brien, M. (1995). Women and sport. *Sports Exercise and Injury*, 1, 131-137.
- Oggiano, L. & Sætran, L. (2010). Aerodynamics of modern soccer balls. *Procedia Engineering*, 2(2), 2473-2479.
- Opta. [Homepage]. Zugriff am 28.04.2015 unter <http://www.optasports.de>
- Orendurff, M.S., Rohr, E.S., Segal, A.D., Medley, J.W., Green, J.R. & Kadel, N.J. (2008). Regional foot pressure during running, cutting, jumping, and landing. *American Journal of Sports Medicine*, 36(3), 566-571.
- Orloff, H., Sumida, B., Chow, J., Habibi, L., Fujino, A. & Kramer, B. (2008). Ground reaction forces and kinematics of plant leg position during instep kicking in male and female collegiate soccer players. *Sports Biomechanics*, 7(2), 238-247.
- Passmore, M., Rogers, D., Tuplin, S., Harland, A., Lucas, T. & Holmes, C. (2011). The aerodynamic performance of a range of FIFA-approved footballs. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 226(1), 61-70.

- Potthast, W. (2010). Motion differences in goal kicking on natural and artificial soccer turfs systems. *Footwear Science*, 2(1), 29-35.
- Queen, R.M., Charnock, B.L., Garrett, W.E., Hardaker, W.M., Sims, E.L. & Moorman, C.T. (2008). A comparison of cleat types during two football-specific tasks on FieldTurf. *British Journal of Sports Medicine*, 42(4), 278-284.
- Queen, R.M., Haynes, B.B., Hardaker, W.M. & Garrett, W.E. (2007). Forefoot loading during 3 athletic tasks. *American Journal of Sports Medicine*, 35(4), 630-636.
- Reinschmidt, C. & Nigg, B.M. (2000). Current issues in the design of running and court shoes. *Sportverletzung Sportschaden*, 14, 71-81.
- Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., et al. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*, 42(6), 394-412.
- Rodano, R., Cova, P. & Vigano, R. (1988). Designing a football boot: a theoretical and experimental approach. In T. Reilly (Hrsg.), *Science and Football: Proceedings of the First World Congress of Science* (S. 416-425).
- Rosenbaum, D., Hautmann, S., Gold, M. & Claes, L. (1994). Effects of walking speed on plantar pressure patterns and hindfoot angular motion. *Gait and Posture*, 2(3), 191-197.
- Roskamm, H., Reindell, H., Musshoff, K. & König, K. (1961). Die Beziehungen zwischen Herzgröße und Leistungsfähigkeit bei männlichen und weiblichen Sportlern im Vergleich zu männlichen und weiblichen Normalpersonen. *Archiv für Kreislaufforschung*, 35(1-2), 67-102.
- Russell, M., Benton, D. & Kingsley, M. (2011). The effects of fatigue on soccer skills performed during a soccer match simulation. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, 221-233.
- Sakamoto, K., Hong, S., Tabei, Y. & Asai, T. (2012). Comparative study of female and male soccer players in kicking motion. *Procedia Engineering*, 34, 206-211.
- Sakamoto, K., Sasaki, R., Hong, S., Matsukura, K. & Asai, T. (2014). Comparison of kicking speed between female and male soccer players. *Procedia Engineering*, 72, 50-55.
- Sanborn, C.F. & Janowski, C.M. (1994). Physiologic considerations for women in sport. *Clinics in Sports Medicine*, 13(2), 315-327.
- Santos, D., Carline, T., Flynn, L., Pitman, D., Feeney, D., Patterson, C., et al. (2001). Distribution of in-shoe dynamic plantar foot pressures in professional football players. *The Foot*, 11(1), 10-14.
- Schmidt, R.F., Lang, F. & Heckmann, M. (2010). *Physiologie des Menschen*. Heidelberg: Springer.
- Schmidt, W. (2008). *Kindertraining - Fußballspielen 4-12*. Stuttgart: wfv Buch- und Formularvertrieb.

- Schubert, C., Oriwol, D. & Sterzing, T. (2011). Gender and age related requirements of running shoes: a questionnaire on 4501 runners. *Footwear Science*, 3(S1), 148-149.
- Scurr, J. & Hall, B. (2009). The effects of approach angle on penalty kicking accuracy and kick kinematics with recreational soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(2), 230-234.
- Shan, G. (2009). Influence of gender and experience on the maximal instep soccer kick. *European Journal of Sport Science*, 9(2), 107-114.
- Shorten, M., Hudson, B. & Himmelsbach, J. (2003). Shoe-surface traction of conventional and in-filled synthetic turf football surfaces. *Proceedings of the XIX International Congress of Biomechanics in Dunedin Neuseeland*.
- Silvers, H.J. & Mandelbaum, B.R. (2011). ACL Injury Prevention in the Athlete. *Sport Orthopädie - Sport Traumatologie*, 27(1), 18-26.
- Sims, E.L., Hardaker, W.M. & Queen, R.M. (2008). Gender differences in plantar loading during three soccer-specific tasks. *British Journal of Sports Medicine*, 42(4), 272-277.
- Soroka, A. & Bergier, J. (2010). Actions with the ball that determine the effectiveness of play in women's football. *Journal of Human Kinetics*, 26, 97-104.
- Southard, D.L. (2014). Changes in kicking pattern: Effect of experience, speed, accuracy, and effective striking mass. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 85(1), 107-116.
- Sterzing, T., Barnes, S., Althoff, K., Determan, L., Liu, H. & Cheung, J.T.-M. (2014). Tennis shoe requirements in China, USA, and Germany. *Footwear Science*, 6(3), 165-176.
- Sterzing, T. & Brauner, T. (2010). Untersuchungsverfahren in der Sport- und Fußballschuhforschung. *Orthopädieschuhtechnik*, 6, 43-49.
- Sterzing, T. & Hennig, E.M. (2005). Stability in soccer shoes - the relationship between perception of stability and biomechanical parameters. In T. Reilly, J. Cabri & D. Araújo (Hrsg.), *Science and Football V* (S. 46-51). London: Routledge.
- Sterzing, T. & Hennig, E.M. (2008). The influence of soccer shoes on kicking velocity in full-instep kicks. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2), 91-97.
- Sterzing, T., Hennig, E.M. & Milani, T.L. (2007). Biomechanische Anforderungen der Fußballschuhkonstruktion. *Orthopädie-Technik*, 9, 646-655.
- Sterzing, T., Lam, W.K. & Cheung, J.T.-M. (2013). Athletic footwear research by industry and academia. In R.S. Goonetilleke (Hrsg.), *The science of footwear* (S. 605-622). Boca Raton: Taylor & Francis.
- Sterzing, T., Lange, J., Wächtler, T., Müller, C. & Milani, T. (2009a). Velocity and accuracy as performance criteria for three different soccer kicking techniques. *Proceedings of the 27. International Society of Biomechanics in Sports Conference in Limerick, Irland*, 243-246.

- Sterzing, T., Müller, C., Hennig, E.M. & Milani, T.L. (2009b). Actual and perceived running performance in soccer shoes: A series of eight studies. *Footwear Science*, 1(1), 5-17.
- Sterzing, T., Müller, C., Schwanitz, S., Odenwald, S. & Milani, T.L. (2008). Discrepancies between mechanical and biomechanical measurements of soccer shoe traction on artificial turf. *Proceedings of the 26th International Conference on Biomechanics in Sports in Seoul, Korea*, 339-342.
- Sterzing, T., Müller, C. & Wächtler, T. (2013). The influence of footwear on ball handling in soccer. In H. Nunome, B. Drust & B. Dawson (Hrsg.), *Science and Football VII* (S. 15-20). London: Routledge.
- Sterzing, T., Müller, C., Wächtler, T. & Milani, T.L. (2011). Shoe influence on actual and perceived ball handling performance in soccer. *Footwear Science*, 3(2), 97-105.
- Stone, K.J. & Oliver, J.L. (2009). The effect of 45 minutes of soccer-specific exercise on the performance of soccer skills. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(2), 163-175.
- Such, T. (2009). *Das Ballgefühl im Fußball - Erklärungsansätze zu einem komplexen Phänomen*. Unveröffentlichte Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung, Universität Duisburg-Essen, Essen.
- Tanaka, Y. & Sekiya, H. (2010). The Relationships between psychological/physiological changes and behavioral/performance changes of a golf putting task under pressure. *International Journal of Sport and Health Science*, 8, 83-94.
- Teixeira, L.A. (1999). Kinematics of kicking as a function of different sources of constraint on accuracy. *Perceptual and Motor Skills*, 88, 785-789.
- Thein, L.A. & Thein, J.M. (1996). The female athlete. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 23(2), 134-148.
- Tscholl, P., O'Riordan, D., Fuller, C.W., Dvorak, J. & Junge, A. (2007). Tackle mechanisms and match characteristics in women's elite football tournaments. *British Journal of Sports Medicine*, 41(Supplement 1), i15-i19.
- Valiant, G.A. (1993). Friction - slipping - traction. *Sportverletzung · Sportschaden*, 7(04), 171-178.
- Waldén, M., Häggglund, M., Werner, J. & Ekstrand, J. (2011). The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(1), 3-10.
- Weineck, J. (2010). *Sportbiologie* (10. überarbeitete und erweiterte. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Wentz, L., Liu, P.-Y., Haymes, E. & Ilich, J.Z. (2011). Females have a greater incidence of stress fractures than males in both military and athletic populations: A systemic review. *Military Medicine*, 176(4), 420-430.
- Wesson, J. (2002). *The science of soccer*. London.

- Wilmore, J.H. & Costill, D.L. (1994). *Physiology of sport and exercise*. Champaign: Human Kinetics.
- Winkler, W. (2000). Analyse von Fußballspielen mit Video- und Computerhilfe. In W. Winkler & A. Reuter (Hrsg.), *Computer- und Medieneinsatz im Fußball* (S. 63-76). Hamburg: Cwalina.
- Wong, P.-I., Chamari, K., Chaouachi, A., Mao, D.W., Wisloff, U. & Hong, Y. (2007a). Difference in plantar pressure between the preferred and non-preferred feet in four soccer-related movements. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 84-92.
- Wong, P.-I., Chamari, K., Mao, D.W., Wisloff, U. & Hong, Y. (2007b). Higher plantar pressure on the medial side in four soccer-related movements. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 93-100.
- Wunderlich, R.E. & Cavanagh, P.R. (2001). Gender differences in adult foot shape: implications for shoe design. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(4), 605-611.
- Young, W., Gulli, R., Rath, D., Russell, A., O'Brien, B. & Harvey, J. (2010). Acute effect of exercise on kicking accuracy in elite Australian football players. *Journal of Science and Medicine in Sport* 13(1), 85-89.
- Young, W. & Rath, D.A. (2011). Enhancing foot velocity in football kicking: the role of strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 561-566.
- Zimmermann, C. (2012). Vermarktung des Mädchen- und Frauenfußballs. In S. Sinning (Hrsg.), *Auf den Spuren des Frauen- und Mädchenfußballs* (S. 219-233). Weinheim, Basel: Beltz Juventa.

Anhang

A-1 Beobachtungsbögen der Spielanalyse

A-2 Einverständniserklärung für die Studien

A-3 Messprotokoll der Schussgenauigkeitsstudie auf dem Fußballfeld

A-4 Fragebogen

A-1 Beobachtungsbögen der Spielanalyse

	RUNDE:		SPIEL:		ERGEBNIS:		
	16er eigene Hälfte	Tornahes Mittelfeld eigene Hälfte	Außen eigene Hälfte	Zentrales Mittelfeld	Außen gegnerische Hälfte	Tornahes Mittelfeld gegnerische Hälfte	16er gegnerische Hälfte
Ball An- und Mitnahme							
Pass kurz +							
Pass kurz -							
Pass kurz 0							
Pass lang +							
Zweikampf defensiv							
Zweikampf offensiv							
Sprünge							
Pass lang -							
Pass lang 0							
Ballhaltendes Dribbling							
Tempo-dribbling							
Dribbling mit Finten							
Sliding und Blocktackling							
Flanke							
Torschuss							
Sonstige Schüsse							

1 = Innenseite
2 = Innenspann
3 = Außenspann

4 = Vollspann
5 = Kopfball
6 = Sonstiges

H = Hand
B = Boden
L = Luft

+ = Richtung gegner. Tor
- = Richtung eigenes Tor
0 = Zuspiel quer

A-2 Einverständniserklärung für die Studien

CODE _____

Versuchspersoneninformation & Einverständniserklärung

Versuchspersoneninformation (streng vertraulich - nur für statistische Zwecke)

Bitte in Druckbuchstaben leserlich ausfüllen!

Name: Vorname:
Straße: PLZ:
Tel. mobil: privat:
Alter: Gewicht:
Körpergröße: E-Mail:
Schuhgröße:

Fußballvereins erfahrung seit Jahren

Höchst gespielte Liga: Trainingszeit/Woche:.....
(mind. 10 Einsätze in dieser Liga) (ohne Spiel)

Aktuelle Liga:..... Aktueller Verein:.....

Einverständniserklärung & Haftungsausschluss

Ich habe die Erklärungen und Bedingungen der Studie durchgelesen und möchte als Versuchsperson zur Verfügung stehen. Ich erkläre mich bereit, bei eventuellen Verletzungen, Unfällen oder körperlichen Schäden während der freiwilligen Teilnahme an diesem Test keine Haftungsansprüche zu erheben.

Datum: _____

Unterschrift: _____

A-3 Messprotokoll der Schussgenauigkeitsstudie auf dem Fußballfeld

Proband: _____ Datum: _____ Wetterbedingung: _____	1																									
	2																									
	3																									
	4																									
	5																									
	6																									
	7																									
	8																									
	9																									
	10																									
	11																									
	12																									
	13																									
	14																									
	15																									
	16																									
	17																									
	18																									
	19																									
	20																									
	11m																									
	Technik																									
	23m																									
	Technik																									
	17m																									
	Technik																									
	14m																									
	Technik																									
	8m																									
	Technik																									
	20m																									
	Technik																									

A-4 Fragebogen

männlich () weiblich () Datum: _____ Code: _____
(Bitte nicht ausfüllen)

Alter: _____ Schuhgröße: _____

Verein: _____ Spielklasse/Liga: _____

Seit wie vielen Jahren spielst du im Verein Fußball? _____

Wie viele Stunden spielst du in der Woche im Verein Fußball (Training + Spiele)? _____

Wie viele Fußballschuhe besitzt du? _____

Welches Schuhmodell / Schuhmarke trägst du aktuell? _____

Wie viel Geld gibst du im Durchschnitt für einen Fußballschuh aus? _____

Werden dir die Schuhe gesponsert? () ja () nein

Wie viel Geld wärest du bereit für einen Fußballschuh auszugeben? _____

Welche der folgenden Eigenschaften eines Fußballschuhs sind für dich am wichtigsten?

(Bitte schreibe die Reihenfolge der Eigenschaften in die Klammern. 1 bedeutet am wichtigsten und 11 am unwichtigsten, jede Zahl darf nur einmal vergeben werden)

- () Flexibilität des Schuhs
- () Schussstärke
- () Schusspräzision
- () Bequemlichkeit
- () Effet-/Drallübertragung auf den Ball
- () Ballgefühl
- () Rutsch-/Standfestigkeit (zw. Schuh und Untergrund)
- () Halt und Stabilität des Fußes im Schuh
- () Geringes Gewicht
- () Haltbarkeit
- () Schutz vor Verletzungen

Reihenfolge von 1 (am wichtigsten) bis 11 (am unwichtigsten)
 Jede Zahl darf nur einmal vergeben werden!

Wie wichtig sind die folgenden Aspekte für dich beim Kauf eines Fußballschuhs?

(Bitte schreibe die Reihenfolge der Eigenschaften in die Klammern. 1 bedeutet am wichtigsten und 11 am unwichtigsten, jede Zahl darf nur einmal vergeben werden)

- () Marke des Schuhs (Hersteller)
- () Preis
- () Aussehen/Style
- () Flexibilität des Schuhs
- () Bequemlichkeit
- () Halt und Stabilität des Fußes im Schuh
- () Geringes Gewicht
- () Werbung (Fernsehen, Radio, Internet etc.)
- () Ein Top-Spieler spielt mit diesem Schuh
- () Mitspieler sind von diesem Schuh begeistert
- () Verkäufer empfiehlt den Schuh

Reihenfolge von 1 (am wichtigsten) bis 11 (am unwichtigsten)
 Jede Zahl darf nur einmal vergeben werden!

Welche Probleme sind bei deinen bisherigen Fußballschuhen aufgetreten?

(Nur die Probleme ankreuzen, die bereits aufgetreten sind.)

- () Blasen/Scheuerstellen
- () Schwitzige Füße
- () Obermaterial beschädigt/gerissen
- () Nähte aufgerissen
- () Sohle abgebrochen
- () Sohle abgelöst
- () Stollen abgeklaut
- () Stollen abgebrochen
- () Schnürsenkel gerissen
- () Sonstiges: _____

Was würdest du an deinem Fußballschuh verändern? (Bitte ankreuzen)

(Vergleiche es mit dem Schuh, den du am häufigsten trägst.)

- Passform im Rückfuß/Ferse: 1 2 3 4 5
schlechter etwas schlechter nicht etwas besser
- Passform im Mittelfuß: 1 2 3 4 5
schlechter etwas schlechter nicht etwas besser
- Passform im Vorfuß/Ballen: 1 2 3 4 5
schlechter etwas schlechter nicht etwas besser
- Obermaterial: 1 2 3 4 5
weicher etwas weicher nicht etwas härter
- Außensohle: 1 2 3 4 5
flacher etwas flacher nicht etwas härter
- Stollen: 1 2 3 4 5
kurzer etwas kürzer nicht etwas länger

Wie sollte deiner Meinung nach ein Fußballschuh aussehen? (Bitte ankreuzen)

- () schwarz () einfarbig () zweifarbig () farbenfroh () passend zu Trikot () legal

Bevorzugte Farbe(n): _____

Wie/wo könnte ein Fußballschuh bequemer gemacht werden? (Bitte hinschreiben)

(z.B. Schnürung, Stollen drücken zu sehr, Scheuerstellen an der Ferse, zu schmal geschnitten)

 Für Frauen:
Würdest du in einem Frauenfußballschuh spielen? Ja () Nein ()
 Wenn nein, warum nicht?
 Wenn Ja, warum?