

Oliver Wild

Empirische Studie zur Analyse des
Zusammenhangs zwischen Kraftfähigkeit
und Schussgeschwindigkeit beim
Fußballvollspannstoß

Diplomarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 2011 GRIN Verlag
ISBN: 9783656099833

Dieses Buch bei GRIN:

<https://www.grin.com/document/185015>

Oliver Wild

**Empirische Studie zur Analyse des Zusammenhangs
zwischen Kraftfähigkeit und Schussgeschwindigkeit
beim Fußballvollspannstoß**

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

Fakultät für Pädagogik
Institut für Sportwissenschaften und Sport
Lehrgebiet für Bewegungs- und Trainingswissenschaft

Diplomarbeit

Empirische Studie zur Analyse des Zusammenhangs
zwischen Kraftfähigkeit und Schussgeschwindigkeit beim
Fußballvollspannstoß

vorgelegt von

Oliver Wild

2011

Vorwort

Der Fußballsport begleitet mich seit meiner frühen Kindheit und dem Eintritt in die Schule. Noch heute spiele ich aktiv im Verein und nutze meine bisher gesammelten Erfahrungen im Fußball für das Studium der Sportwissenschaften. Eben dieses Studium ermöglicht mir aber auch neue und interessante Einblicke in bisher unbekannte Aspekte der Leistungssteigerung und Leistungsoptimierung beim Fußballspieler.

So war es eigentlich schon zu Beginn des Studiums klar, dass entscheidende Arbeiten des Studiums dem Themenfeld des Fußballsports entspringen werden.

Es ist daher nicht verwunderlich, dass das Interesse an dem Diplomarbeitsthema einer Projektarbeit - welche bereits erste Vortests und vor Allem das Kennenlernen der Technik und der Software ermöglichte - entspringt, die selbst sehr fußballspezifisch ist.

Gerne möchte ich mit diesen ersten Zeilen der Arbeit auch denjenigen danken, die bei der Entstehung entscheidend mitgewirkt haben. Neben meinem Kommilitonen Leutnant

Bernd Schreiber, welcher das Thema „Entwicklung und Implementierung eines biomechanisch orientierten diagnostischen Verfahrens zur Analyse des Vollspannstoßes im Fußball“ bearbeitet und somit auch auf das System der Schussanalyse mittels Motion Capture zurückgreift, natürlich auch Herrn Diplomsportlehrer Andreas Born und seinem wissenschaftlichen Mitarbeiter Diplomsportwissenschaftler Tobias Pylypiw. Nur mit deren Hilfe war es mir möglich, das komplexe System aus Kraftdiagnose und Schussanalyse mittels Motion Capture und der Analyse und Auswertung der unzähligen Daten zielführend umsetzen zu können.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	II
Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	XV
Tabellenverzeichnis	XXVIII
1. Einleitung	1
2. Problemstellung	3
3. Grundsätze einer biomechanischen Untersuchung	5
4. Theoretische Betrachtung der Thematik	10
4.1. Der Fußballsport	10
4.1.1. Die Charakteristik des Fußballsports	10
4.2. Die sportliche Leistung	13
4.2.1. Theoretische Aspekt der Kondition	14
4.2.2. Theoretische Grundlagen der Schnelligkeitsfähigkeiten	15
4.2.2.1. Die Kraftschnelligkeit.....	19
4.2.3. Theoretische Grundlagen der Kraftfähigkeiten	20
4.2.3.1. Die Maximalkraft	25
4.2.3.2. Die Schnellkraft	27
4.3. Ausgewählte leistungsbestimmende Faktoren im Fußball	28
4.3.1. Der Fußstoß	29
4.3.1.1. Die Technik des Fußballvollspannstoßes	30
4.3.1.2. Den Fußballvollspannstoß beeinflussende Muskeln.....	33
4.3.2. Die Bedeutung der konditionellen Fähigkeiten im Fußball	38

4.3.2.1.	Der Einfluss der Schnelligkeitsfähigkeiten auf den Fußballvollspannstoß	38
4.3.2.2.	Der Einfluss der Krafftähigkeiten auf den Fußballvollspannstoß	40
5.	Forschungsstand	42
5.1.	Vergleichbare Themenstellungen	42
5.2.	Entwicklung der Fragestellung	46
5.3.	Forschungsfragen	47
6.	Untersuchungsmethodik	48
6.1.	Untersuchungsgut	48
6.2.	Räumliche und örtliche Gegebenheiten	50
6.3.	Materielle Gegebenheiten	51
6.3.1.	Geräte und Software der Phase 1	51
6.3.1.1.	Motion Analysis und Motion Blitz im Rahmen des Messplatzes der Phase 1	53
6.3.2.	Geräte und Software der Phase 2	56
6.3.2.1.	Das Globusmesssystem im Rahmen des Messplatzes der Phase 2	58
6.4.	Vorbereitende Maßnahmen	61
6.4.1.	Die Erwärmung	61
6.4.2.	Das Bekleben des Probanden mit Markern (Bemarkern)	62
6.5.	Testdurchführung Phase 1	63
6.6.	Testdurchführung Phase 2	67
6.7.	Untersuchungsauswertung	70
6.7.1.	Aufarbeitung der Rohdaten der Phase 1	70
6.7.2.	Aufarbeitung der Rohdaten der Phase 2	76

6.8.	Statistische Auswertemethodik	82
6.8.1.	Das arithmetische Mittel.....	82
6.8.2.	Minimum und Maximum.....	82
6.8.3.	Die Standardabweichung.....	83
6.8.4.	Abhängigkeit und Unabhängigkeit von Stichproben.....	83
6.8.5.	Der Korrelationskoeffizient.....	83
6.8.6.	Der Determinationskoeffizient.....	84
6.8.7.	Die Varianz.....	84
6.8.8.	Die Irrtumswahrscheinlichkeit.....	85
7.	Ergebnisdarstellung	86
7.1.	Ergebnisse der Phase 1 (die Sprunggelenkgeschwindigkeit)	86
7.2.	Ergebnisse der Phase 2 (die Krafftfähigkeiten)	90
7.2.1.	Die Ergebnisse der isometrischen Messungen.....	90
7.2.1.1.	Darstellung der ermittelten Werte und Zusammenhänge der isometrischen Kniestreckermessung.....	90
7.2.1.2.	Darstellung der ermittelten Werte und Zusammenhänge der isometrischen Hüftbeugermessung.....	102
7.2.2.	Die Ergebnisse der dynamischen Messungen.....	110
7.2.2.1.	Darstellung der ermittelten Werte und Zusammenhänge der dynamischen Kniestreckermessung.....	111
7.2.2.1.a	Die Ergebnisse der dynamischen Kniestreckermessung mit 12,5kg.....	111
7.2.2.1.b	Die Ergebnisse der dynamischen Kniestreckermessung mit 25kg.....	120

7.2.2.1.c Die Ergebnisse der dynamischen Kniestreckermessung mit 50kg	131
7.2.2.2. Darstellung der ermittelten Werte und Zusammenhänge der dynamischen Hüftbeugermessung	142
7.2.2.2.a Die Ergebnisse der dynamischen Hüftbeugermessung mit 12,5kg	142
7.2.2.2.b Die Ergebnisse der dynamischen Hüftbeugermessung mit 25kg	150
7.2.2.2.c Die Ergebnisse der dynamischen Hüftbeugermessung mit 50kg	158
8. Ergebnisinterpretation und -diskussion	167
8.1. Methodenkritik	167
8.1.1. Untersuchungsgut.....	167
8.1.2. Räumliche- und materielle Bedingungen	168
8.1.3. Umsetzen der Bewegungsanweisung.....	171
8.1.4. Auswertung	176
8.1.5. Itemkritik.....	176
8.1.5.1. Der Schnellkraftindex.....	177
8.1.5.2. Impuls über 100- und 200 Millisekunden	178
8.1.5.3. Die Relativkraft.....	178
8.2. Ergebnisinterpretation und –diskussion der Zusammenhänge zwischen den Kniestreckerkraftfähigkeiten (isometrisch und dynamisch) und der Sprunggelenkgeschwindigkeit beim Fußballvollspanstoß	180
8.2.1. Ergebnisinterpretation und –diskussion der Zusammenhänge zwischen den isometrischen Kniestreckerkraftfähigkeiten und der Sprunggelenkgeschwindigkeit beim Fußballvollspanstoß	180

8.2.1.1.	Zusammenhang zwischen der isometrischen Kniestrecker-Maximalkraft und der Sprunggelenkgeschwindigkeit.....	181
8.2.1.2.	Zusammenhang zwischen der Explosivkraft bei isometrischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	183
8.2.1.3.	Zusammenhang zwischen der Startkraft bei isometrischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	184
8.2.1.4.	Zusammenhang zwischen dem Schnellkraftindex bei isometrischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	184
8.2.1.5.	Zusammenhang zwischen den erzeugten Impulsen in 100– und 200ms bei der isometrischen Kniestrecker-Maximalkraftmessung und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	185
8.2.1.6.	Zusammenhang zwischen der Relativkraft bei isometrischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	187
8.2.1.7.	Zusammenhänge der Messgrößen untereinander (isom. Kniestreckermessung)	187
8.2.2.	Ergebnisinterpretation und –diskussion der Zusammenhänge zwischen den dynamischen Kniestreckerkraftfähigkeiten und der Sprunggelenkgeschwindigkeit beim Fußballvollspannstoß	188
8.2.2.1.	Zusammenhang zwischen der dynamischen Kniestrecker-Maximalkraft bei 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	189
8.2.2.2.	Zusammenhang zwischen der Explosivkraft bei dynamischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	190

8.2.2.3.	Zusammenhang zwischen der Startkraft bei dynamischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	191
8.2.2.4.	Zusammenhang zwischen dem Schnellkraftindex bei dynamischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	191
8.2.2.5.	Zusammenhang zwischen den erzeugten Impulsen in 100– und 200ms bei der dynamischen Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit.....	192
8.2.2.6.	Zusammenhang zwischen der Relativkraft bei dynamischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	193
8.2.2.7.	Zusammenhänge der Messgrößen untereinander (dynam. Kniestreckermessung mit 12,5kg).....	193
8.2.2.8.	Zusammenhang zwischen der dynamischen Kniestrecker- Maximalkraft bei 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	194
8.2.2.9.	Zusammenhang zwischen der Explosivkraft bei dynamischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	196
8.2.2.10.	Zusammenhang zwischen der Startkraft bei dynamischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	196
8.2.2.11.	Zusammenhang zwischen dem Schnellkraftindex bei dynamischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	197
8.2.2.12.	Zusammenhang zwischen den erzeugten Impulsen in 100– und 200ms bei der dynamischen Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit.....	198

8.2.2.13.	Zusammenhang zwischen der Relativkraft bei dynamischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	199
8.2.2.14.	Zusammenhänge der Messgrößen untereinander (dynam. Kniestreckermessung mit 25kg).....	200
8.2.2.15.	Zusammenhang zwischen der dynamischen Kniestrecker- Maximalkraft bei 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	201
8.2.2.16.	Zusammenhang zwischen der Explosivkraft bei dynamischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	202
8.2.2.17.	Zusammenhang zwischen der Startkraft bei dynamischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	203
8.2.2.18.	Zusammenhang zwischen dem Schnellkraftindex bei dynamischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	203
8.2.2.19.	Zusammenhang zwischen den erzeugten Impulsen in 100– und 200ms bei der dynamischen Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit.....	204
8.2.2.20.	Zusammenhang zwischen der Relativkraft bei dynamischer Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	205
8.2.2.21.	Zusammenhänge der Messgrößen untereinander (dynam. Kniestreckermessung mit 50kg).....	205

8.3.	Ergebnisinterpretation und –diskussion der Zusammenhänge zwischen den Hüftbeugerkraftfähigkeiten (isometrisch und dynamisch) und der Sprunggelenkgeschwindigkeit beim Fußballvollspannstoß	207
8.3.1.	Ergebnisinterpretation und –diskussion der Zusammenhänge zwischen den isometrischen Hüftbeugerkraftfähigkeiten und der Sprunggelenkgeschwindigkeit beim Fußballvollspannstoß	207
8.3.1.1.	Zusammenhang zwischen der isometrischen Hüftbeuger-Maximalkraft und der Sprunggelenkgeschwindigkeit.....	208
8.3.1.2.	Zusammenhang zwischen der Explosivkraft bei isometrischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	210
8.3.1.3.	Zusammenhang zwischen der Startkraft bei isometrischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	211
8.3.1.4.	Zusammenhang zwischen dem Schnellkraftindex bei isometrischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	212
8.3.1.5.	Zusammenhang zwischen den erzeugten Impulsen über 100– und 200ms bei der isometrischen Hüftbeuger-Maximalkraftmessung und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	213
8.3.1.6.	Zusammenhang zwischen der Relativkraft bei isometrischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	213
8.3.1.7.	Zusammenhänge der Messgrößen untereinander (isom. Hüftbeugermessung).....	214
8.3.2.	Ergebnisinterpretation und –diskussion der Zusammenhänge zwischen den dynamischen Hüftbeugerkraftfähigkeiten und der Sprunggelenkgeschwindigkeit beim Fußballvollspannstoß	217

8.3.2.1.	Zusammenhang zwischen der dynamischen Hüftbeuger- Maximalkraft bei 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	217
8.3.2.2.	Zusammenhang zwischen der Explosivkraft bei dynamischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	219
8.3.2.3.	Zusammenhang zwischen der Startkraft bei dynamischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	220
8.3.2.4.	Zusammenhang zwischen dem Schnellkraftindex bei dynamischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	222
8.3.2.5.	Zusammenhang zwischen den erzeugten Impulsen in 100- und 200ms bei der dynamischen Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit.....	223
8.3.2.6.	Zusammenhang zwischen der Relativkraft bei dynamischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	224
8.3.2.7.	Zusammenhänge der Messgrößen untereinander (dynam. Hüftbeugermessung mit 12,5kg).....	227
8.3.2.8.	Zusammenhang zwischen der dynamischen Hüftbeuger- Maximalkraft bei 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	228
8.3.2.9.	Zusammenhang zwischen der Explosivkraft bei dynamischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	228
8.3.2.10.	Zusammenhang zwischen der Startkraft bei dynamischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	229

8.3.2.11.	Zusammenhang zwischen dem Schnellkraftindex bei dynamischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	230
8.3.2.12.	Zusammenhang zwischen den erzeugten Impulsen in 100– und 200ms bei der dynamischen Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit.....	230
8.3.2.13.	Zusammenhang zwischen der Relativkraft bei dynamischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	231
8.3.2.14.	Zusammenhänge der Messgrößen untereinander (dynam. Hüftbeugermessung mit 25kg)	233
8.3.2.15.	Zusammenhang zwischen der dynamischen Hüftbeuger- Maximalkraft bei 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	233
8.3.2.16.	Zusammenhang zwischen der Explosivkraft bei dynamischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	234
8.3.2.17.	Zusammenhang zwischen der Startkraft bei dynamischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	235
8.3.2.18.	Zusammenhang zwischen dem Schnellkraftindex bei dynamischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	236
8.3.2.19.	Zusammenhang zwischen den erzeugten Impulsen in 100– und 200ms bei der dynamischen Kniestrecker- Maximalkraftmessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit.....	236
8.3.2.20.	Zusammenhang zwischen der Relativkraft bei dynamischer Hüftbeuger- Maximalkraftmessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	237

8.3.2.21. Zusammenhänge der Messgrößen untereinander (dynam. Hüftbeugermessung mit 50kg)	238
9. Schlussfolgerungen	240
10. Ausblick	245
Literaturverzeichnis	246
Anlage 1	249
Anlage 2	251

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht über die biomechanischen Merkmale (aus: Olivier & Rockmann, 2003, S. 28)	6
Abbildung 2: Untersuchungsziele der Sportbiomechanik (aus: Wick, 2005, S. 16; nach Ballreich, 1988)	6
Abbildung 3: Aufgliederung und Hierarchie der Mechanik (aus Wick, 2005, S. 27) ..	7
Abbildung 4: Übersicht über die biomechanischen Messverfahren (aus Baumann, 1989, S. 99).....	8
Abbildung 5: Die sportliche Leistung und ihre möglichen Komponenten (aus Grosser, 2008, S. 8).....	14
Abbildung 6: Klassifizierungsmodell der Schnelligkeitsfähigkeiten nach Schnabel et al. (aus Schnabel/Harre/Krug/Borde, 2008, S. 169)	17
Abbildung 7: Bewegungen mit dynamischer und statischer Arbeitsweise der Muskulatur (aus Grosser/Starischka/Zimmermann, 2008, S. 48) ..	22
Abbildung 8: Abhängigkeit der maximalen Kontraktionsgeschwindigkeit von der Größe der Auflast bzw. der aufzuwendenden Kraft (Hill´sche Kurve) (aus Grosser/Starischka/Zimmermann, 2008, S. 53).....	24
Abbildung 9: Kraftanstiegskurven eines Probanden gegen unterschiedliche Lasten (aus Bührlé, 1985, S.88)	26
Abbildung 10: Kraftkurve mit den Schnellkraftparametern (aus Bührlé , 1985, S. 86)	28
Abbildung 11: Klassifizierung des Fußstoßes (aus Preiß, 1992, S. 31)	30
Abbildung 12: Ausholposition vor Fußballvollspannstoß (aus Schreiber und Wild, 2011, S.3).....	31
Abbildung 13: Durchschwingen des Schussbeins beim Fußballvollspannstoß (aus Schreiber und Wild, 2011, S.3)	31
Abbildung 14: Moment des Ballkontaktes beim Fußballvollspannstoß (aus Schreiber und Wild, 2011, S.3)	31

Abbildung 15: Zeitpunkt des Verlassens des Balles vom Fuß beim Fußballvollspannstoß (aus Schreiber und Wild, 2011, S.3).....	31
Abbildung 16: Flug des Balles beim Fußballvollspannstoß (aus Schreiber und Wild, 2011, S.3).....	31
Abbildung 17: Ausschwingen des Schussbeins beim Fußballvollspannstoß (aus Schreiber und Wild, 2011, S.3)	31
Abbildung 18: m. gluteus maximus (aus Weineck, 2008, S. 212)	35
Abbildung 19: m. quadriceps femoris mit seinem mittleren Anteil dem m. rectus femoris (aus Weineck, 2008, S. 228)	35
Abbildung 20: m. biceps femoris (aus Weineck, 2008, S. 233)	35
Abbildung 21: m. tibialis anterior (aus Weineck, 2008, S. 273)	35
Abbildung 22: m. gastrocnemius (aus Weineck, 2008, S. 268).....	35
Abbildung 23: m. peroneus longus (aus Weineck, 2008, S. 275)	35
Abbildung 24: globaler Überblick über die Fußballvollspannstoß beeinflussenden Muskeln mit Bezug zu Tabelle 3 (Plakat Muskelsystem des Menschen von Rüdiger-Anatomie-Gesellschaft mbH).....	36
Abbildung 25: zeitlicher Verlauf der elektrischen Aktivität von Muskeln des Stand- und Spielbeins bei einem Fußballvollspannstoß (aus Kollath, 1996, S. 148).....	37
Abbildung 26: Nachfolgemodell des genutzten Balles Alpas Allround (http://www.fussballshop.de/out/1/html/0/dyn_images/1/sol_alp101_img1.jpg).....	52
Abbildung 27: Ballpumpe mit Balldruckanzeige	52
Abbildung 28: Eagle Digital Kamera.....	52
Abbildung 29: High-Speed-Kamera.....	52
Abbildung 30: Scheinwerfer für High-Speed-Kamera	52
Abbildung 31: DV Kamera Panasonic	52
Abbildung 32: Markerpunkte zur dreidimensionalen Erfassung des Schützen (http://grail.cs.washington.edu/mocap-lab/assets/balls.jpg)	52

Abbildung 33: Screenshot des Programms Cortex 1.1.4.368 mit „Strichmännchendarstellung“ eines Probanden beim Schuss	55
Abbildung 34: Skizze des Messplatzes	56
Abbildung 35: M3 zur Erfassung isometrischer, und durch Modifizierung auch dynamischer Kräfte	57
Abbildung 36: Kabelzug modifiziert, zur Erfassung dynamischer Kräfte	57
Abbildung 37: Linke Seite des Messsystems aus M3 und Kabelzug	61
Abbildung 38: Rechte Seite des Messsystems aus M3 und Kabelzug	61
Abbildung 39: Bemarkerter Proband, Vorderansicht.....	63
Abbildung 40: Bemarkerter Proband, Rückansicht	63
Abbildung 41: Ziel-Rechteck aus Sicht des Schützen	66
Abbildung 42: Schütze in Ausgangsposition zur Aufnahme	66
Abbildung 43: Schütze bei der Schussabgabe, vor dem Treffen des Balles.....	66
Abbildung 44: Schütze bei der Schussabgabe, nach dem Treffen des Balles.....	66
Abbildung 45: Kniestreckermessung isometrisch.....	68
Abbildung 46: Kniestreckermessung dynamisch, während der Bewegung.....	68
Abbildung 47: Hüftbeugermessung isometrisch.....	69
Abbildung 48: Hüftbeugermessung dynamisch, während der Bewegung.....	69
Abbildung 49: 3D-Modell eines Probanden bei der Schussabgabe, ungetrackt	71
Abbildung 50: 3D-Modell eines Probanden bei der Schussabgabe, getrackt	71
Abbildung 51: Bahn des HWS- Markers zur Verdeutlichung der Notwendigkeit des Interpolierens	73
Abbildung 52: lineare Füllung der Bahnlücke des HWS Markers.....	74
Abbildung 53: kubische Füllung der Bahnlücke des HWS Markers	74
Abbildung 54: Kraftkurve der in fünf Versuchen über 20 Sekunden Messdauer erzeugten Kräfte (in Newton) eines Probanden mit 50kg Gewicht nach dem Export aus Globus, also vor dem Beschneiden	78
Abbildung 55: Ausschnitt der Kraftkurve der Abbildung 54 mit dem Versuch (Versuch 2), in welchem die höchsten Kraftwerte erzeugt werden konnten.	78

Abbildung 56: Ausschnitt der Kraftkurve der Abbildung 54 mit dem Versuch (Versuch 5), welcher am ehesten den Bedingungen entspricht. ...	79
Abbildung 57: Säulendiagramm der höchsten individuell erreichten Sprunggelenkgeschwindigkeiten	88
Abbildung 58: Zusammenhang zwischen der Körpergröße und der erreichten Sprunggelenkgeschwindigkeit	89
Abbildung 59: Zusammenhang zwischen dem Körpergewicht und der erreichten Sprunggelenkgeschwindigkeit	89
Abbildung 60: individuell beste Maximalkraftkurve der einzelnen Probanden bei der isometrischen Kniestreckermessung	94
Abbildung 61: Kraftentwicklungsraten der individuell besten isometrischen Kniestreckermessung aller Probanden in 1/1000 NS	95
Abbildung 62: Säulendiagramm der individuell höchsten erreichten Kraftwerte der isometrischen Kniestreckermessung aller Probanden (sofern auswertbare Messversuche vorlagen, die Bewegungen also den Zielbewegungen entsprachen) in Newton.....	96
Abbildung 63: Zusammenhang zwischen der Sprunggelenkgeschwindigkeit und der individuell höchsten erreichten Maximalkraft bei der isometrischen Kniestreckermessung	96
Abbildung 64: Explosivkraft aller Probanden in 1/1000Ns, basierend auf der individuell höchsten erreichten Maximalkraft während der isometrischen Kniestreckermessung	97
Abbildung 65: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen Explosivkraft (iso KS) und der erreichten Sprunggelenkgeschwindigkeit	97
Abbildung 66: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der Sprunggelenkgeschwindigkeit und der Starkraft bei isometrischer Kniestreckermessung	98
Abbildung 67: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen dem Schnellkraftindex und der Starkraft bei isometrischer Kniestreckermessung	98

Abbildung 68: Säulendiagramm über die in 100- und 200ms erzeugten Impulse während der isometrischen Kniestreckermessung aller Probanden in Newtonsekunde	99
Abbildung 69: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der erreichten Sprunggelenkgeschwindigkeit und des in 100 Millisekunden erzeugten Impulses während der isometrischen Kniestreckermessung	99
Abbildung 70: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der erreichten Sprunggelenkgeschwindigkeit und des in 200 Millisekunden erzeugten Impulses während der isometrischen Kniestreckermessung	100
Abbildung 71: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der Sprunggelenkgeschwindigkeit und der Relativkraft bei isometrischer Kniestreckermessung	100
Abbildung 72: individuell beste Maximalkraftkurve der einzelnen Probanden bei der isometrischen Hüftbeugermessung	105
Abbildung 73: Kraftentwicklungsraten der individuell besten isometrischen Hüftbeugermessung aller Probanden in 1/1000 NS	106
Abbildung 74: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen der Sprunggelenkgeschwindigkeit und der isometrischen Hüftbeugermaximalkraft.....	107
Abbildung 75: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen der Sprunggelenkgeschwindigkeit und der Explosivkraft bei isometrischer Hüftbeugermaximalkraftmessung.....	107
Abbildung 76: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen der Sprunggelenkgeschwindigkeit und der Startkraft bei isometrischer Hüftbeugermaximalkraftmessung	108
Abbildung 77: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen der Sprunggelenkgeschwindigkeit und dem Schnellkraftindex bei isometrischer Hüftbeugermaximalkraftmessung.....	108

Abbildung 78: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen der Sprunggelenkgeschwindigkeit und dem in 100ms erzeugten Impuls bei isometrischer Hüftbeugermaximalkraftmessung	109
Abbildung 79: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen der Sprunggelenkgeschwindigkeit und dem in 200ms erzeugten Impuls bei isometrischer Hüftbeugermaximalkraftmessung	109
Abbildung 80: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen der Sprunggelenkgeschwindigkeit und der Relativkraft bei isometrischer Hüftbeugermaximalkraftmessung	110
Abbildung 81: individuell beste Maximalkraftkurve der einzelnen Probanden bei der dynamischen Kniestreckermessung mit 12,5kg.....	115
Abbildung 82: Kraftentwicklungsraten der individuell besten dynamischen Kniestreckermessungen mit 12,5kg aller Probanden in 1/1000 Ns	116
Abbildung 83: Zusammenhang zwischen der Maximalkraft bei dynamischer Kniestreckermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	117
Abbildung 84: Zusammenhang zwischen der Explosivkraft bei dynamischer Kniestreckermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	117
Abbildung 85: Zusammenhang zwischen der Startkraft bei dynamischer Kniestreckermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	118
Abbildung 86: Zusammenhang zwischen dem Schnellkraftindex bei dynamischer Kniestreckermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	118
Abbildung 87: Zusammenhang zwischen dem in 100ms erzeugten Impuls bei dynamischer Kniestreckermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	119

Abbildung 88: Zusammenhang zwischen dem in 200ms erzeugten Impuls bei dynamischer Kniestreckermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	119
Abbildung 89: Zusammenhang zwischen der Relativkraft bei dynamischer Kniestreckermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	119
Abbildung 90: individuell beste Maximalkraftkurve der einzelnen Probanden bei der dynamischen Kniestreckermessung mit 25kg.....	123
Abbildung 91: Kraftentwicklungsraten der individuell besten dynamischen Kniestreckermessungen mit 25kg aller Probanden in 1/1000 Ns	124
Abbildung 92: Säulendiagramm der individuell höchsten erreichten Kraftwerte der dynamischen Kniestreckermessung (bei 25kg) aller Probanden in Newton	125
Abbildung 93: Zusammenhang zwischen der Sprunggelenkgeschwindigkeit und der individuell höchsten erreichten Maximalkraft bei dynamischer Kniestreckermessung mit 25kg.....	125
Abbildung 94: Explosivkraft aller Probanden in 1/1000 Ns, basierend auf der individuell höchsten erreichten Maximalkraft während der dynamischen Kniestreckermessung mit 25kg.....	126
Abbildung 95: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen Explosivkraft (bei 25kg dynamischer Kniestreckermessung) und der erreichten Sprunggelenkgeschwindigkeit	126
Abbildung 96: Startkraft aller Probanden der höchsten erreichten Maximalkraft bei dynamischer Messung der Kniestrecker mit 25kg	127
Abbildung 97: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der Startkraft (basierend auf der bei 25kg erzeugten Maximalkraft) der Kniestrecker und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	127
Abbildung 98: Schnellkraftindex der höchsten erreichten Maximalkraft der Kniestrecker bei dynamischer Messung mit 25kg.....	128

Abbildung 99: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen dem Schnellkraftindex bei dynamischer Kniestreckermessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	128
Abbildung 100: Säulendiagramm über die in 100- und 200ms erzeugten Impulse während der dynamischen Kniestreckermessung mit 25kg aller Probanden in Newtonsekunde	129
Abbildung 101: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der erreichten Sprunggelenkgeschwindigkeit und des in 100 Millisekunden erzeugten Impulses während der dynamischen Kniestreckermessung mit 25kg	130
Abbildung 102: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der erreichten Sprunggelenkgeschwindigkeit und des in 200 Millisekunden erzeugten Impulses während der dynamischen Kniestreckermessung mit 25kg	130
Abbildung 103: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der Relativkraft bei dynamischer Kniestreckermessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	131
Abbildung 104: individuell beste Maximalkraftkurve der einzelnen Probanden bei der dynamischen Kniestreckermessung mit 50kg	135
Abbildung 105: Kraftentwicklungsraten der individuell besten dynamischen Kniestreckermessungen mit 50kg aller Probanden in 1/1000 Ns	136
Abbildung 106: Säulendiagramm der individuell höchsten erreichten Kraftwerte der dynamischen Kniestreckermessung (bei 50kg) aller Probanden in Newton	137
Abbildung 107: Zusammenhang zwischen der Sprunggelenkgeschwindigkeit und der individuell höchsten erreichten Maximalkraft bei dynamischer Kniestreckermessung mit 50kg	137
Abbildung 108: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der Explosivkraft bei dynamischer Kniestreckermessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	138

Abbildung 109: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der Startkraft bei dynamischer Kniestreckermessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	138
Abbildung 110: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen dem Schnellkraftindex bei dynamischer Kniestreckermessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	139
Abbildung 111: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen dem in 100ms erzeugten Impuls bei dynamischer Kniestreckermessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	139
Abbildung 112: Säulendiagramm über die in 100- und 200ms erzeugten Impulse während der dynamischen Kniestreckermessung mit 50kg aller Probanden in Newtonsekunde	140
Abbildung 113: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der erreichten Sprunggelenkgeschwindigkeit und des in 200 Millisekunden erzeugten Impulses während der dynamischen Kniestreckermessung mit 50kg	140
Abbildung 114: Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der Relativkraft bei dynamischer Kniestreckermessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	141
Abbildung 115: individuell beste Maximalkraftkurve der einzelnen Probanden bei der dynamischen Hüftbeugermessung mit 12,5kg	145
Abbildung 116: Kraftentwicklungsraten der individuell besten dynamischen Hüftbeugermessungen mit 12,5kg aller Probanden in 1/1000 Ns	146
Abbildung 117: Zusammenhang zwischen der Maximalkraft bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	147
Abbildung 118: Zusammenhang zwischen der Explosivkraft bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	147

Abbildung 119: Zusammenhang zwischen der Startkraft bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	148
Abbildung 120: Zusammenhang zwischen dem Schnellkraftindex bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	148
Abbildung 121: Zusammenhang zwischen dem in 100ms erzeugten Impuls bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	149
Abbildung 122: Zusammenhang zwischen dem in 200ms erzeugten Impuls bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	149
Abbildung 123: Zusammenhang zwischen der Relativkraft bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 12,5kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	150
Abbildung 124: individuell beste Maximalkraftkurve der einzelnen Probanden bei der dynamischen Hüftbeugermessung mit 25kg	153
Abbildung 125: Kraftentwicklungsraten der individuell besten dynamischen Hüftbeugermessungen mit 25kg aller Probanden in 1/1000 Ns ..	154
Abbildung 126: Zusammenhang zwischen der Maximalkraft bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	155
Abbildung 127: Zusammenhang zwischen der Explosivkraft bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	155
Abbildung 128: Zusammenhang zwischen der Startkraft bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	156

Abbildung 129: Zusammenhang zwischen dem Schnellkraftindex bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	156
Abbildung 130: Zusammenhang zwischen dem in 100ms erzeugten Impuls bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	157
Abbildung 131: Zusammenhang zwischen dem in 200ms erzeugten Impuls bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	157
Abbildung 132: Zusammenhang zwischen der Relativkraft bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 25kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	158
Abbildung 133: individuell beste Maximalkraftkurve der einzelnen Probanden bei der dynamischen Hüftbeugermessung mit 50kg	161
Abbildung 134: Kraftentwicklungsraten der individuell besten dynamischen Hüftbeugermessungen mit 50kg aller Probanden in 1/1000 Ns ..	162
Abbildung 135: Zusammenhang zwischen der Maximalkraft bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	163
Abbildung 136: Zusammenhang zwischen der Explosivkraft bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	163
Abbildung 137: Zusammenhang zwischen der Startkraft bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	164
Abbildung 138: Zusammenhang zwischen dem Schnellkraftindex bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	164

Abbildung 139: Zusammenhang zwischen dem in 100ms erzeugten Impuls bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	165
Abbildung 140: Zusammenhang zwischen dem in 200ms erzeugten Impuls bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	165
Abbildung 141: Zusammenhang zwischen der Relativkraft bei dynamischer Hüftbeugermessung mit 50kg und der Sprunggelenkgeschwindigkeit	166
Abbildung 142: Negativbeispiel für Kniestreckermessungen, da starkes Anheben des Knies anstatt dieses zu strecken (Bild 1)	173
Abbildung 143: Negativbeispiel für Kniestreckermessungen (Bild 2)	173
Abbildung 144: Negativbeispiel für Kniestreckermessungen (Bild 3)	173
Abbildung 145: Negativbeispiel für Kniestreckermessungen (Bild 4)	173
Abbildung 146: korrekte Ausführungsweise einer Kniestreckermessung (Bild 1) .	173
Abbildung 147: korrekte Ausführungsweise einer Kniestreckermessung (Bild 2) .	173
Abbildung 148: Negativbeispiel der Ausführung einer Hüftbeugermessung (Bild 1)	174
Abbildung 149: Negativbeispiel der Ausführung einer Hüftbeugermessung (Bild 2)	174
Abbildung 150: Negativbeispiel der Ausführung einer Hüftbeugermessung (Bild 3)	174
Abbildung 151: Negativbeispiel der Ausführung einer Hüftbeugermessung (Bild 4)	174
Abbildung 152: Negativbeispiel der Ausführung einer Hüftbeugermessung (Bild 1)	175
Abbildung 153: Negativbeispiel der Ausführung einer Hüftbeugermessung (Bild 2)	175
Abbildung 154: Negativbeispiel der Ausführung einer Hüftbeugermessung (Bild 3)	175