

# Leistungsfähigkeit von Jugendfußballern bei sportmotorischen Schnellkraftdiagnostiken

Vom Fachbereich Sozialwissenschaften  
der Technischen Universität Kaiserslautern  
zur Verleihung des akademischen Grades  
Doktor rerum naturalium (Dr. rer.nat.)  
genehmigte

## Dissertation

vorgelegt von  
Marco Backfisch

Tag der Disputation: 29. Juni 2021  
Dekan: Prof. Dr. Michael Fröhlich  
Vorsitzender: Prof. Dr. Thomas Lachmann  
Gutachter: Prof. Dr. Michael Fröhlich  
Prof. Dr. med. Jens Kelm

D 386

Kaiserslautern, Juli 2021

## **Eidesstaatliche Erklärung**

Ich versichere, dass ich die vorliegende kumulative Dissertationsschrift selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Kaiserslautern, den 21.04.2021

---

Marco Backfisch

## Danksagung

Mit der Abgabe dieser Dissertation geht eine für mich sehr prägende und intensive Zeit zu Ende. Die Umsetzung meines Promotionsvorhabens war nur durch die Unterstützung einiger ganz besonderer Menschen möglich, denen ich an dieser Stelle danken möchte.

Mein erster Dank geht an meinen Doktorvater Univ.-Prof. Dr. Michael Fröhlich, der mir die Möglichkeit zur Verwirklichung dieses, für mich sehr reizvollen, Forschungsprojektes gab. Besten Dank für die Anregungen und das außerordentlich hohe Maß an Vertrauen.

Der nächste Dank geht an Dr. Oliver Ludwig. Sei es bei der Gestaltung der Forschungsidee oder der praktischen Durchführung der Testungen, ohne deine tatkräftige Unterstützung wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinen Kollegen aus der Sportwissenschaft bedanken. Insbesondere gilt dabei großer Dank meinen beiden Kollegen und ehemaligen Kommilitonen Stephan Becker und Joshua Berger. Meinen Werdegang bereits seit dem Studium mit Freunden wie euch beschreiten zu dürfen ist etwas Besonderes.

Ein besonderes Dankeschön möchte ich an meine Partnerin richten. Deine fröhliche und positive Ausstrahlung sowie das hohe Maß an Empathie das du mir jeden Tag entgegenbringst, haben mir unglaublich geholfen.

Abschließend möchte ich meinen Eltern und meiner Schwester meinen tiefsten Dank aussprechen. Ihr begleitet und unterstützt mich schon mein ganzes Leben. Danke, dass ihr immer für mich da seid.

Vielen Dank!

# Inhaltsverzeichnis

EIDESSTAATLICHE ERKLÄRUNG.....	3
DANKSAGUNG .....	4
INHALTSVERZEICHNIS.....	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	IV
TABELLENVERZEICHNIS .....	VI
ABKÜRZUNGS- UND ZEICHENVERZEICHNIS.....	IX
1        EINLEITUNG .....	1
2        GEGENSTAND DER ARBEIT .....	8
2.1      Leistungsdeterminierende Faktoren des Fußballspiels.....	11
2.1.1    Technik.....	12
2.1.2    Taktik.....	14
2.1.3    Psyche .....	15
2.1.4    Physis .....	17
2.2      Die Leistungsfähigkeit von Fußballspielern .....	21
2.3      Physisches Anforderungsprofil im Fußball .....	23
2.4      Sportartspezifische Relevanz der Schnelligkeit und Schnellkraft .....	29
2.5      Spiel- und Wettkampfanalytik - Bewertung der Leistungsfähigkeit von Mannschaften und Spielern.....	34
2.6      Die konditionelle Leistungsdiagnostik im Fußball.....	37
2.6.1    Anthropometrie.....	40
2.6.2    Ausdauerdiagnostik.....	40
2.6.3    Schnelligkeitsdiagnostik .....	42
2.6.4    Sprungdiagnostik.....	44

2.6.5	Diagnostik der Bewegungsfunktionalität und Körperstabilität.....	44
2.6.6	Haltungsdiagnostik.....	45
2.6.7	Problemfelder leistungsdiagnostischer Untersuchungen .....	51
2.7	Jugendfußball und Nachwuchsförderung .....	51
2.7.1	Talentbegriff.....	55
2.7.2	Talentförderung .....	57
2.7.3	Talentdiagnostik .....	59
3	ZUSAMMENFASSUNG UND FRAGESTELLUNG .....	63
3.1	Zusammenfassung .....	63
3.2	Fragestellung und Hypothesen .....	65
4	METHODIK.....	69
4.1	Personenstichprobe .....	69
4.2	Untersuchungsablauf .....	71
4.2.1	Anthropometrische Voruntersuchung .....	71
4.2.2	Haltungsanalyse.....	72
4.2.3	Sprunganalyse.....	73
4.2.4	Lineare Sprintdiagnostik.....	79
4.2.5	Richtungswechselsprintdiagnostik .....	81
4.3	Statistik und Prüfverfahren .....	82
5	ERGEBNISSE.....	87
5.1	Normwerte anthropometrischer Parameter und der Schnellkraftleistungen von Jugendfußballern in verschiedenen Altersklassen.....	87
5.2	Entwicklung der Spieler im einjährigen Längsschnitt .....	98
5.3	Einfluss von Spielklasse und Spielposition auf die Leistungen bei Sprüngen, linearen Sprints und Richtungswechselsprints .	101
5.3.1	Sprung.....	101
5.3.2	Sprint.....	109
5.3.3	Richtungswechselsprint .....	114

5.4	Einfluss von Haltungs- und anthropometrischen Parametern auf Sprung, linearen Sprint und Richtungswechselsprint .....	117
5.4.1	Korrelations- und Regressionsanalyse der D-Junioren.....	117
5.4.2	Korrelations- und Regressionsanalyse der C-Junioren.....	121
5.4.3	Korrelations- und Regressionsanalyse der B-Junioren .....	124
5.4.4	Korrelations- und Regressionsanalyse der A-Junioren.....	127
6	DISKUSSION .....	131
6.1	Ergebniszusammenfassung .....	132
6.2	Ergebnisdiskussion .....	136
6.2.1	Normwerte der Jugendfußballer in verschiedenen Altersklassen .....	136
6.2.2	Entwicklung der Leistungsparameter im einjährigen Längsschnitt .....	146
6.2.3	Schnellkraftleistungen von Spielern verschiedener Leistungsklassen und Spielpositionen.....	150
6.2.4	Einfluss von Haltungs- und anthropometrischen Parametern auf die Leistungsfähigkeit bei Sprung-, Sprint und Richtungswechselsprintdiagnostiken .....	160
6.3	Limitationen der Untersuchung .....	165
6.4	Zusammenfassung des Erkenntnisgewinns .....	169
7	FAZIT UND AUSBLICK.....	171
	LITERATURVERZEICHNIS .....	180
	CURRICULUM VITAE.....	204

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Strukturmodell der Fußballtechnik (Bisanz & Gerisch, 2010, S. 321).....	13
Abbildung 2: Strukturmodell der Fußballtaktik (Bisanz & Gerisch, 2010, S. 378).....	15
Abbildung 3: Strukturmodell der Kondition im Fußball (Bisanz & Gerisch, 2010, S. 72).....	18
Abbildung 4: Entwicklung der konditionellen Leistungsdiagnostik im Fußball 1970-2018 (Hoppe et al., 2018, S. 538).....	39
Abbildung 5: Haltungsentwicklung zwischen dem 14. Und 20. Lebensjahr (Ludwig, Kelm & Fröhlich, 2017, S. 70).....	47
Abbildung 6: Auswertung Haltungsanalyse.....	48
Abbildung 7: Schematische Darstellung der Haltungparameter (Ludwig et al., 2019, S. 5).....	49
Abbildung 8: Organisationstruktur der Talentförderung des DFB (DFB, 2016).....	52
Abbildung 9: Haltungsanalyse mit dem Balance 4D Streifenlichtscanner.....	73
Abbildung 10: Schematische Darstellung des Counter-Movement Jumps (VGB, 2019).....	74
Abbildung 11: Durchführung eines Counter Movement Jumps.....	75
Abbildung 12: Schematische Darstellung des Squat Jumps (VGB, 2019).....	76
Abbildung 13: Durchführung eines Squat Jumps.....	77
Abbildung 14: Schematische Darstellung des Drop Jumps (VGB, 2019).....	78
Abbildung 15: Durchführung eines Drop Jumps.....	79
Abbildung 16: Schematische Darstellung des 30 Meter Sprinttest (TUD, 2021).....	80
Abbildung 17: Durchführung eines linearen Sprints.....	80
Abbildung 18: Schematische Darstellung des Richtungswechselsprints (DFB, 2013, S. 8).....	81
Abbildung 19: Durchführung eines Richtungswechselsprints.....	82

Abbildung 20: Verteilung der Körpergrößen (in m) in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots .....	93
Abbildung 21: Verteilung des Gewichts (in kg) der Spieler in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots .....	93
Abbildung 22: Verteilung des BMI (Index) der Spieler in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots .....	94
Abbildung 23: Verteilung der Sprunghöhen (in cm) beim CMJ in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots .....	94
Abbildung 24: Verteilung der Sprunghöhen (in cm) beim SJ in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots .....	95
Abbildung 25: Verteilung der Leistungsfähigkeit beim DJ (Index) in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots .....	95
Abbildung 26: Verteilung der Leistungsfähigkeit beim 5 m Sprint (s) in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots .....	96
Abbildung 27: Verteilung der Leistungsfähigkeit beim 10 m Sprint (s) in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots .....	96
Abbildung 28: Verteilung der Leistungsfähigkeit beim 30 m Sprint (s) in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots .....	97
Abbildung 29: Verteilung der Leistungsfähigkeit beim Richtungswechselsprint (s) in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots .....	97
Abbildung 30: Perzentilkurven für die Körpergröße (cm) bei Jungen von 6-18 Jahren (Neuhauser et al., 2013, S. 18) .....	139
Abbildung 31: Perzentilkurven für Körpergewicht (kg) bei Jungen von 6-18 Jahren (Neuhauser et al., 2013, S. 28) .....	141
Abbildung 32: Perzentilkurven für den BMI ( kg/m <sup>2</sup> ) bei Jungen von 6-18 Jahren (Neuhauser et al., 2013, S. 38) .....	142
Abbildung 33: Haltungsschwächen bei Jugendfußballspielern: (siehe Fließtext links, mitte, rechts) .....	164
Abbildung 34: Athletische Ausbildung für den Nachwuchsleistungsfußball .....	175



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Deskriptive Statistiken zur Bestimmung der Normwerte der D-Junioren .....	88
Tabelle 2:	Deskriptive Statistiken zur Bestimmung der Normwerte der C-Junioren.....	89
Tabelle 3:	Deskriptive Statistiken zur Bestimmung der Normwerte der B-Junioren.....	90
Tabelle 4:	Deskriptive Statistiken zur Bestimmung der Normwerte der A-Junioren .....	91
Tabelle 5:	Deskriptive Daten, ANOVA und Mehrfachvergleiche der Sprungdiagnostik.....	99
Tabelle 6:	Deskriptive Daten, ANOVA und Mehrfachvergleiche der Sprintdiagnostik.....	100
Tabelle 7:	Sprungdiagnostiken der D-Jugend nach Spielniveau und Position .....	102
Tabelle 8:	Post-Hoc-Tests zu den Positionsunterschieden der Sprungdiagnostik.....	103
Tabelle 9:	Sprungdiagnostiken der C-Jugend nach Spielniveau und Position .....	104
Tabelle 10:	Sprungdiagnostiken der B-Jugend nach Spielniveau und Position .....	105
Tabelle 11:	Post-Hoc-Tests zu den Positionsunterschieden der Sprungleistung.....	106
Tabelle 12:	Sprungdiagnostiken der A-Jugend nach Spielniveau und Position .....	107
Tabelle 13:	Post-Hoc-Tests zu den Positionsunterschieden der Sprungleistung.....	108
Tabelle 14:	Sprintdiagnostiken der D-Jugend nach Spielniveau und Position .....	109
Tabelle 15:	Sprintdiagnostiken der C-Jugend nach Spielniveau und Position .....	110
Tabelle 16:	Sprintdiagnostiken der B-Jugend nach Spielniveau und Position .....	111

Tabelle 17:	Post-Hoc-Tests zu Positionsunterschieden der Sprintleistung.....	112
Tabelle 18:	Sprintdiagnostiken der A-Jugend nach Spielniveau und Position.....	113
Tabelle 19:	Richtungswechselsprints der D-Jugend nach Spielniveau und Position.....	114
Tabelle 20:	Richtungswechselsprints der C-Jugend nach Spielniveau und Position.....	115
Tabelle 21:	Richtungswechselsprints der B-Jugend nach Spielniveau und Position.....	115
Tabelle 22:	Richtungswechselsprints der A-Jugend nach Spielniveau und Position.....	116
Tabelle 23:	Korrelation zwischen den abhängigen und den potenziell unabhängigen Variablen in der D-Jugend .....	119
Tabelle 24:	Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Leistungsfähigkeit bei Sprüngen in der D-Jugend.....	120
Tabelle 25:	Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Sprintzeit (30 m) und der Leistungsfähigkeit bei Richtungswechselsprints in der D-Jugend.....	121
Tabelle 26:	Korrelation zwischen den abhängigen und den potenziell unabhängigen Variablen in der C-Jugend.....	122
Tabelle 27:	Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Leistungsfähigkeit bei Sprüngen in der C-Jugend.....	123
Tabelle 28:	Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Sprintzeit (30 m) und der Leistungsfähigkeit bei Richtungswechselsprints in der C-Jugend.....	124
Tabelle 29:	Korrelation zwischen den abhängigen und den potenziell unabhängigen Variablen in der B-Jugend.....	125
Tabelle 30:	Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Leistungsfähigkeit bei Sprüngen in der B-Jugend.....	126
Tabelle 31:	Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Sprintzeit (30 m) und der Leistungsfähigkeit bei Richtungswechselsprints in der B-Jugend.....	126
Tabelle 32:	Korrelation zwischen den abhängigen und den potenziell unabhängigen Variablen in der A-Jugend .....	128

Tabelle 33:	Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Leistungsfähigkeit bei Sprüngen in der A-Jugend.....	129
Tabelle 34:	Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Sprintzeit (30 m) und der Leistungsfähigkeit bei Richtungswechselsprints in der A-Jugend .....	130
Tabelle 35:	Mittelwerte der normierten Leistungswerte der vier Altersklassen .....	132
Tabelle 36:	Prozentuale Leistungssteigerung im Längsschnitt zwischen 1. MZP und 2. MZP .....	133
Tabelle 37:	Unterschiede zwischen Spielern verschiedener Niveaus und Positionen .....	134
Tabelle 38:	Signifikanzen der Korrelationsanalyse zwischen den anthropometrischen Parametern und den Leistungstests.....	135

## Abkürzungs- und Zeichenverzeichnis

ANOVA	Einfaktorielle Varianzanalyse
BMI	Body-Mass-Index
BWS	Brustwirbelsäule
CMJ	Counter Movement Jump
COD	Richtungswechselsprint
DFB	Deutscher Fußball Bund
DFL	Deutsche Fußball Liga
DJ	Drop Jump
DVZ	Dehnungsverkürzungszyklus
HWS	Halswirbelsäule
IAS	Individuelle Anaerobe Schwelle
IQR	Interquartilsabstand
LWS	Lendenwirbelsäule
MANOVA	Multifaktorielle Varianzanalyse
MF	Mittelfeld/ Mittelfeldspieler
NLZ	Nachwuchs-Leistungszentrum
SJ	Squat Jump
ST	Sturm/ Stürmer
TW	Tor/ Torwart
V	Verteidigung/ Verteidiger
VK	Variabilitätskoeffizient
$\eta^2_p$	korrigiertes Bestimmtheitsmaß

# 1 Einleitung

“Some people think football is a matter of life and death. I don’t like that attitude. I can assure them it is much more serious than that.” Bill Shankly. Dieses sowie zahlreiche weitere Zitate von Spielern, Funktionären und Fans zeigen immer wieder den Stellenwert, den Fußball in der Gesellschaft hat. Fußball stellt ein globales Phänomen dar und ist die wohl beliebteste Sportart der Welt. Letzte Zählungen ergaben rund 270 Millionen aktive und gemeldete Spieler, davon allein rund 130.000, die den Sport professionell betreiben (FIFA, 2019). Dies sind die offiziellen Zahlen. Wird allein an die Vielzahl von Kindern und Jugendlichen gedacht, die auf den Straßen, Schulhöfen und Bolzplätzen auf der ganzen Welt dem Ball hinterherjagen, ist die Zahl aktiv spielender Menschen deutlich höher anzunehmen.

Entstanden ist dieser Sport, so wie wir ihn heute kennen, in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Großbritannien als Gegenentwurf zum damals vorherrschenden Rugby. Klare Zielsetzung zu jener Zeit: ein einfaches Regelwerk für einen Mannschaftssport, der zwar körperbetont, aber nicht so brutal wie Rugby sein sollte (Dunning, 1979; Emrich, 1992). Die in der Folge entstandene Faszination, die diese Sportart auf Spieler und Zuschauer ausübt, liegt unter anderem auch in diesem einfachen Regelwerk begründet, aus dem sich bis heute ein hoch-komplexes und dynamisches Mannschaftsspiel entwickelt hat (Kovar & Zart, 2019). Technik, Strategie und Handlungsschnelligkeit ergeben zusammen mit Einsatz und Teamfähigkeit der einzelnen Spieler, auch für die Zuschauer, ein attraktives und nachvollziehbares Spiel (Bisanz & Gerisch, 2010). Diese Begeisterung, die der Fußball gerade auf junge Menschen ausübt, ist jedoch nicht nur darin begründet, dass theoretisch jeder diesen Sport ausüben kann, sondern auch sehr wahrscheinlich schon bereits einmal ausgeübt hat, sei es im Spiel der Kinder auf der Straße oder im Sportunterricht in der Schule. Es gibt aber noch weitere Faktoren, die zu der Popularität des Fußballsports beitragen: die gesamtgesellschaftliche Bedeutung des Fußballs und seine mediale Aufbereitung (Klein & Schmidt-Lux, 2006; Rehagel, 2011). Ökonomisch hat der

Fußball bereits einen erheblichen Stellenwert. Weltweit werden im Profibereich ungeheure Summen bewegt. Allein in Deutschland betrug der Umsatz in der Saison 2017/2018 in der ersten und zweiten Bundesliga rund 4,4 Milliarden Euro. Die Bundesligisten müssen als wichtige Mittelstandunternehmen an ihren Standorten betrachtet werden. Dies bedeutet nicht nur, dass hier Steuern und Abgaben in Höhe von rund 1,3 Milliarden Euro gezahlt werden (Saison 2017/2018), sondern auch, dass die Bundesligisten in der betrachteten Saison über 55.000 Menschen beschäftigten (DFL, 2019). Haupteinnahmequelle ist aber nicht etwa das Ticketing oder Merchandising, sondern die mediale Verwertung. Diese macht mehr als die Hälfte der Einnahmen aus, wobei Deutschland im europäischen Vergleich noch nicht einmal der Branchenprimus ist. England beispielsweise generiert über die mediale Verwertung das dreifache an Umsatz (Quitau, 2018). Es ist daher wenig überraschend, dass die Medien ein sehr hohes Interesse an einer steigenden Attraktivität des Fußballs haben. Dies betrifft nicht nur die Vorgänge auf Vereinsebene, sondern auch auf Ebene der Nationalmannschaften (Pérez Carcedo, Puente Robles & Rodríguez Guerrero, 2017). Die gesellschaftliche Bedeutung ist hierbei insgesamt eine Besondere. Der Fußball ist quasi ein Spiegelbild der Gesellschaft. Egal ob auf Bezirkssportanlagen in der Provinz oder in den größten Stadien der Republik, hier treffen sich alle Schichten der Gesellschaft, alle politischen Denkweisen, Männer, Frauen, Kinder, gemeinsam verbunden mit ihrem Sport (Heckemeyer & Schmidt, 2019). Für die Medien bedeutet dies eine erhebliche Reichweite. Fußball ist kein Nischenprodukt (Becker, 2019).

Immer stärker in den Fokus rücken dabei junge Spieler. Dies hat mehrere Gründe: Zum einen ist weltweit eine gestiegene Leistungsdichte aufgrund guter Ausbildungsstrukturen im Fußball zu beobachten. Zum anderen sind gerade die nationalen Verbände darauf angewiesen, junge und talentierte Spieler zu fördern, da die Nationalmannschaft eine wichtige Prestigefunktion in der Gesellschaft ausübt. Darüber hinaus ist sie auf den Nachwuchs angewiesen, um auch zukünftig international konkurrenzfähig zu bleiben und bei den bedeutenden Turnieren wie Welt- und Europameisterschaften

erfolgreich abzuschneiden (DFL, 2019). Zusätzlich kommen noch zwei weitere Faktoren hinzu: Auf Vereinsebene fördern junge Spieler, die im eigenen Verein ausgebildet wurden die Identifikation mit den eigenen Fans – er oder sie ist „unser“ Eigengewächs –. Zudem sind junge Spieler, die mit herausragenden Eigenschaften auf sich aufmerksam machen, auch ein wichtiges Geschäftsmodell der vor allem kleineren Vereine. Es ist günstiger eigene Talente zu guten Spielern zu formen, als fertige oder gestandene Spieler zu kaufen. Überdies kann der Verkauf solcher Spieler zu wichtigen Einnahmen führen, die das Überleben des Vereins sichern (Saebo & Hvattum, 2019). Gerade diese wirtschaftlichen Zwänge der in Europa mittlerweile professionell strukturierten Wirtschaftsunternehmen in der Fußballbranche machen eine solche Nachwuchsförderung auf Vereinsebene zu einem wichtigen Faktor auch im Sinne der nationalen, wie auch internationalen Konkurrenzfähigkeit. In diesem Zusammenhang sei auf die Folgen des sogenannten „Bosman-Urteils“ von 1995 verwiesen. Der belgische Fußballprofi Jean-Marc Bosman hatte vor dem Europäischen Gerichtshof erstritten, dass Fußballer nach Vertragsende ablösefrei wechseln können. In der Folge kam es zu einer Explosion des Transfermarktes mit jährlich steigenden Ablöserekorden für Spieler (Radoman, 2017). Dieser Trend der steigenden Transfersummen für Spieler hält bis heute an. Das Transfersystem ist mittlerweile so weit gediehen, dass selbst für jugendliche Spieler exorbitante Summen gezahlt werden. Die Nachwuchsförderung der Vereine wird so zu einem erheblichen wirtschaftlichen Faktor (Matesanz, Holzmayer, Torgler, Schmidt & Ortega, 2018).

Diese besondere Bedeutung haben auch Verband und Vereine deutlich erkannt. Ausgehend von einem schlechten Abschneiden der deutschen Nationalmannschaft bei der Europameisterschaft in Belgien im Jahr 2000 wurden neue Nachwuchskonzepte entwickelt. Es entstanden die sogenannten Nachwuchsleistungszentren (NLZ) in den Profi-Vereinen, die heute verpflichtend sind. Diese Einrichtungen werden vom Deutschen Fußball Bund (DFB) zertifiziert, wobei auch der DFB selbst solche Einrichtungen unter-

hält (DFB, 2020b). Gegenstand dieser Konzepte ist neben der reinen Talentförderung nicht nur die Vereinbarkeit von Sport und Schule beziehungsweise Beruf, sondern auch die Förderung im Sinne der Vereinheitlichung bestimmter Spielsysteme und natürlich die Förderung der physischen und psychischen Fähigkeiten (DFB, 2019). In den vergangenen 20 Jahren schafften laut der Deutschen Fußball Liga (DFL) rund 70 junge Nachwuchsspieler aus inzwischen 56 NLZ pro Saison den Sprung in den Profibetrieb der ersten und zweiten Bundesliga. Insgesamt haben Verband und Vereine hierfür in dieser Zeit rund 1,6 Milliarden Euro investiert (DFL, 2020a). Allein in der Saison 2017/2018 investierten die Vereine über 120 Millionen Euro in ihre Zentren. Nachwuchsförderung hat damit einen sehr hohen Stellenwert (DFL, 2019). Dieser ergibt sich aber nicht nur aus den eben beschriebenen wirtschaftlichen Erwägungen, auch das Spiel als solches hat sich erheblich gewandelt. Es ist im Laufe der Zeit u.a. aufgrund von spieltaktischen Entwicklungen intensiver, dynamischer und schneller geworden, als noch vor 30 Jahren. Geschwindigkeit und Athletik spielen eine zunehmend wichtigere Rolle (Düring, 2011). Der Trend geht in Richtung schneller und athletischer Spieler. Die jungen Spitzensportler müssen also nicht nur über hohe technische und taktische Kompetenzen verfügen, ihre physischen und auch psychischen Fähigkeiten müssen ebenso herausragend sein (Murr, 2018). Dies ist nicht nur aufgrund der veränderten Spielweise erforderlich. Auch die langfristige Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Spieler spielt hier eine große Rolle. Als dynamische Kontaktsportart besteht im Fußball eine hohe Verletzungsprävalenz (Ekstrand, Hägglund & Waldén, 2011b; Pfirrmann, Herbst, Ingelfinger, Simon & Tug, 2016). Daher ist es wichtig im Sinne der Gesundheit in den Förderzentren nachhaltig zu arbeiten (Herz, 2015). Neben der fußballspezifischen Ausbildung kommen dementsprechend auch der Athletik und der Prävention ebenso bedeutende Rollen zu. Aus diesem Grund beschäftigen die Zentren große athletische und therapeutische Betreuerteams, die dazu beitragen, dass die jugendlichen Fußballer möglichst ganzheitlich versorgt und gefördert werden.



Spätestens seit dem Amtsantritt von Jürgen Klinsmann als Trainer der deutschen Nationalmannschaft im Jahr 2004 und der damit verbundenen Installation der amerikanischen Fitnesstrainer um Mark Verstegen und das „Athletes Performance Center“ bzw. „EXOS“ hat gezieltes Athletiktraining Einzug in den deutschen Fußball gehalten. Die Neuerungen, in Form von leichtathletischen Übungen, Beweglichkeit und Stabilisation oder auch Übungen mit Gummibändern wurden zunächst mit viel Skepsis betrachtet. In Folge der begeisternden Auftritte der deutschen Nationalmannschaft beim sogenannten „Sommermärchen“, der Fußball-Weltmeisterschaft 2006, änderte sich jedoch die Wahrnehmung, sodass das Athletiktraining heute fester Bestandteil des Trainingsalltags im deutschen Fußball ist (Stein, Wellmann, Reer & Braumann, 2011; Te Poel, Hyballa & Dost, 2015). Der daraus entstandene Trend zu athletischen und auch schnelleren Spielern, verbunden mit spieltaktischen Entwicklungen führte dazu, dass das ganze Spiel deutlich komplexer und agiler geworden ist (Haugen, 2014). Es kommt daher immer stärker auf die individuelle Leistungsfähigkeit der Spieler in diesen Bereichen an, damit in der Summation der individuellen Leistungsspektren eine möglichst außergewöhnliche Teamleistung geformt werden kann. Dies bedeutet auch, dass eine sehr gute Kenntnis der Leistungsfähigkeit, sowohl individuell wie auch kollektiv, vorhanden sein muss, um überhaupt gezielt, das heißt im Sinne der Ansprüche im modernen Fußball, fördern zu können oder auch Schwächen zu beheben (Barros et al., 2007; Forsman, Gråstén, et al., 2016; López-Segovia, Marques, Van den Tillaar & González-Badillo, 2011). Einige Studien haben sich bisher mit dem Anforderungsprofil und den leistungsdeterminierenden Faktoren sowie dem individuellen Ausprägungsgrad dieser Leistungsdeterminanten im Fußball befasst, dennoch fehlt bisher eine einheitliche Datenbasis (Düring, 2011; Haugen, Tønnessen, Hisdal & Seiler, 2014). Sind die gerade angeführten Kenntnisse vorhanden, so können durch gezielte Förderung Wettbewerbsvorteile geschaffen werden. Hierzu zählen beispielsweise Kenntnisse über die spezifische Leistungsfähigkeit von Spielern in bestimmten Bereichen, die Einordnung des Leistungsstandes verbunden mit

der Bewertung von Entwicklungsverläufen, die Erfassung differenzierterer Auswahlkriterien für Spieler hinsichtlich der positionsbezogenen Leistungsfähigkeit sowie Informationen darüber, wie sich taktische Vorgaben auf die positionsspezifische Wettkampfleistungsstruktur auswirken oder auch die Evaluation von Trainingsinterventionen und vieles mehr. Diese beispielhafte Aufzählung zeigt, wie komplex sich eine individuelle Förderung der Spieler gestaltet, vor allem, wenn zusätzlich noch technische und taktische Inhalte integriert werden müssen (Ali, 2011; DFB, 2019; Düring, 2011; Hägglund, Waldén, Magnusson, et al., 2013). Bei den oben beschriebenen Kriterien handelt es sich vornehmlich um Aspekte, die die Physis der Spieler betreffen. Die physischen Fähigkeiten, wie etwa Kraft und Schnelligkeit sind dabei relativ einfach zu erheben (Faude, Schlumberger, Fritsche, Treff & Meyer, 2010; Meyer, Faude & aus der Fünten, 2013). Allerdings erfassen solche Erhebungen lediglich Einzelaspekte der komplexen Fußballleistung. In anderen Sportarten, beispielhaft sei die Leichtathletik angeführt, ist der Einfluss solcher Erhebungen auf die Wettkampfleistung besser kalkulierbar und weist damit eine höhere prognostische Validität auf (Düring, 2011; Murr, Raabe & Höner, 2018). All das bisher Ausgeführte bezieht sich auf den Fußball im Allgemeinen, sei es der Profi-, Amateur- oder auch der Jugendbereich. Wird aber im Besonderen auf den Jugendfußball geschaut, so sollte der primäre Fokus ein anderer sein. Während beispielsweise im Profibereich der leistungsdiagnostische Ist-Zustand die höchste Wichtigkeit hat, so sollte dieser im Jugendbereich nicht derart bedeutend sein. Viel relevanter ist die systematische Leistungsdiagnostik im Hinblick auf die Erfassung prognostischer Kenngrößen zur Talentselektion (Dodd & Newans, 2018; Sarmiento, Anguera, Pereira & Araújo, 2018; Turner et al., 2011).

Demnach bilden die Gewinnung von Normwerten der Leistungsfähigkeit von Jugendlichen unterschiedlicher Alters- und Leistungsklassen bei sportmotorischen Schnellkraftdiagnostiken, Leistungsunterschiede auf verschiedenen Spielpositionen sowie der mögliche Einfluss durch anthropometrische Parameter oder der Körperhaltung auf die Leistungsfähigkeit bei

Schnellkraftdiagnostiken die grundlegenden Inhalte dieser vorliegenden Dissertationsschrift und gaben den Anreiz, sich mit den folgenden Fragen zu beschäftigen, welche in Bezug auf ihre inhaltliche Ausrichtung in thematische Bereiche gegliedert werden:

- Wie gestalten sich die Normbereiche bei Schnellkraftdiagnostiken von Jugendfußballern in verschiedenen Altersklassen?
- Wie entwickeln sich die Schnellkraftwerte von Jugendfußballern im Längsschnitt über ein Jahr?
- Unterscheiden sich die Schnellkraftleistungen von Jugendfußballern aus DFB Nachwuchsleistungszentren von Jugendspielern aus Amateurmansschaften?
- Gibt es positionsspezifische Unterschiede in Bezug auf die Leistungsfähigkeit bei Schnellkraftdiagnostiken?
- Haben anthropometrische Parameter einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit bei Schnellkraftdiagnostiken?
- Haben Haltungparameter einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit bei Schnellkraftdiagnostiken?

Eine Betrachtung der Fachliteratur zur Leistungsdiagnostik im Jugendfußball verdeutlicht, dass es trotz der Popularität und dem hohen Forschungsinteresse an der Sportart nur wenige publizierte Studien gibt, die die motorische Leistungsfähigkeit von Jugendfußballern unter einheitlichen Durchführungsstandards abbilden. Insbesondere in Bezug auf die Schnell- und Explosivkraft der Beine. Jedoch kann speziell die Analyse des Schnellkraftverhaltens der Beinstreckerkette durch vertikale Sprünge, als eine der wichtigsten Basisgrößen fußballtypischer explosiver Aktionen betrachtet werden (Faude et al., 2010). Aus diesem Grund ist das Ziel der vorliegenden Promotionsschrift, die Leistungsfähigkeit von Jugendfußballern anhand valider und standardisierter Testverfahren bewerten und einordnen zu können und auf diese Weise prognostische und objektive Kenngrößen zur Unterstützung der Talentselektion zu verfassen.

## 2 Gegenstand der Arbeit

Ein Vergleich zweier Querschnittsuntersuchungen zur Entwicklung im englischen Profifußball anhand von zwei Saisons mit sieben Jahren Abstand zeigte, dass in dieser Zeit vor allem eine deutliche Steigerung der Dribblinghäufigkeit, der Passhäufigkeit und der Laufgeschwindigkeit mit und ohne Ball festzustellen war (Barnes, Archer, Hogg, Bush & Bradley, 2014). In der Studie zur englischen Liga ergab sich, dass die Spieler insgesamt keine längeren Distanzen im Spiel zurücklegten als vorher. Dafür aber der Anteil an Läufen mit hoher Intensität, das heißt  $> 19,8$  km/h, um rund 30 % anstieg. Die Autoren erwarteten, dass die Spieler hierfür größere Pausen einlegen müssten, z.B. bei Eckbällen oder Freistößen, um sich in dieser Zeit zu erholen. Diese Annahme konnte jedoch nicht bestätigt werden. Aus diesem Grund folgerten sie, dass die ermittelten Entwicklungen aus einer höheren körperlichen Leistungsfähigkeit der Spieler resultieren müssen und sich im Zuge dessen das Spieltempo insgesamt erhöht hat. Die gestiegenen physischen Leistungsfaktoren der Spieler führten sie auf verbesserte Trainingsbedingungen oder auf die gezielte Rekrutierung von Spielern mit höherem physischem Leistungspotenzial zurück. Des Weiteren kamen die Autoren zu dem Schluss, dass Schnelligkeit und Läufe bei hohen Intensitäten von höherer Bedeutung für die Leistungsfähigkeit von Fußballspielern sind, als die zurückgelegte Gesamtstrecke (Barnes et al., 2014). Die hier beschriebenen Ergebnisse können durch weitere Untersuchungen im englischen Fußball (Di Mascio & Bradley, 2013) oder auch bei Fußball-Weltmeisterschaften (Wallace & Norton, 2014) gestützt werden. Die in den Medien häufig formulierte These, der gestiegenen Spielgeschwindigkeit im Fußball kann somit bestätigt werden. Ein besonders wichtiger Faktor ist in diesem Zusammenhang die Schnellkraft (Schlumberger, 2006; Stølen, Chamari, Castagna & Wisløff, 2005; Turner & Stewart, 2014). Diese Kraftkomponente kommt im Fußball bei zahlreichen Aktionen zum Einsatz, so beispielsweise bei explosiven Antritten, Tacklings oder beim Dribbling. Somit lässt sich

der Ausprägungsgrad der Schnellkraftfähigkeiten und in Verbindung damit auch der Schnelligkeit zu den wichtigsten leistungsdeterminierenden Faktoren eines Fußballspielers zählen (Dargatz, 2008). Auch Faude et al. (2012) kamen zu diesem Ergebnis. Sie untersuchten den Einfluss von Geschwindigkeit und Kraft in Torsituationen im Profifußball. Zu diesem Zweck sichteten sie in einer Halbserie der Bundesliga die Videos von 360 Toren und legten ihren Fokus auf den Torabschluss sowie auf den assistierenden Spieler in der Torvorbereitung. Dabei wurden die Bewegungen in unterschiedliche Kategorien eingeordnet, wie etwa linearer Sprint oder Richtungswechselsprint. Sie stellten fest, dass bei 83 % der Tore eine schnellkräftige Aktion des Torschützen oder des assistierenden Spielers vorausging. Des Weiteren ermittelten die Autoren, dass knapp die Hälfte der Tore (45 %) in Verbindung mit Sprints standen, die zu erheblichen Teilen ohne Gegner und ohne Ball stattfanden. Sie kamen daher zu dem Schluss, dass der lineare Sprint die häufigste Aktion bei Torsituationen darstellt und die Schnell- und Explosivkraftfähigkeiten aus diesem Grund von besonderer Bedeutung sind (Faude, Koch & Meyer, 2012). Aus diesem Grund sollte die Analyse dieser Faktoren von besonderem Interesse für leistungsdiagnostische Untersuchungen sein und auch im Training sollte die Entwicklung dieser Fähigkeiten spezifisch und gezielt gefördert werden (Meylan, Cronin, Oliver, Hughes & Manson, 2014; Schlumberger, 2006; Turner & Stewart, 2014).

Bereits im Jugendfußball sollten diese Erkenntnisse berücksichtigt werden, denn jedes Jahr finden im Nachwuchsbereich zahlreiche Selektionsprozesse statt, um Talente zu identifizieren und ihren möglichen Entwicklungsprozess abzuschätzen. Diese Talentselektion erfolgt in der Regel anhand der subjektiven Bewertung erfahrener Trainer (Larkin & O'Connor, 2017; Meylan, Cronin, Oliver & Hughes, 2010; Murr et al., 2018). Obwohl die Trainer die jungen Spieler auf Grundlage langjähriger Erfahrung und einer hohen fachlichen Expertise bewerten, findet das Urteil in der Regel vorwiegend auf subjektiver Basis statt. Untersuchungen weisen darauf hin, dass Trainer und Vereine die Jugendspieler dabei häufig in erster Linie

nach anthropometrischen Charakteristiken auswählen (Helsen, Van Winckel & Williams, 2005; Larkin & O'Connor, 2017; Murr et al., 2018; Vaeyens, Philippaerts & Malina, 2005). Sport- und Bewegungswissenschaftler, die insbesondere die genetische Komponente der Leistung beurteilen könnten, spielen bei diesen Prozessen oftmals eine untergeordnete Rolle (Williams & Reilly, 2010). Auch wenn die Gesamtbewertung von jungen Fußballern durch Trainer, Scouts und Vereine nach wie vor als Goldstandard der Talentselektion betrachtet werden sollte, empfiehlt es sich die systematische Leistungsdiagnostik als objektives und ergänzendes Bewertungskriterium unterstützend einzusetzen (Allen & Hopkins, 2015; Dodd & Newans, 2018; Reilly, Bangsbo & Franks, 2000). Ein Verständnis der Leistungsentwicklung verschiedener Beanspruchungsformen könnte dabei für die Talentidentifikation hilfreich sein und wichtige Informationen für die langfristige Trainingsgestaltung im Jugendfußball liefern (Allen & Hopkins, 2015).

Obwohl die im Volksmund vorherrschende Aussage, die Schnelligkeit sei nicht trainierbar, durch viele Untersuchungen widerlegt werden kann (Cronin & Hansen, 2005; Haugen et al., 2015; Moran, Sandercock, Rumpf & Parry, 2017), erweist sich die Förderung der Schnellkraftfähigkeiten wie Sprüngen und Sprints, vor allem auf einem höheren Leistungsniveau, häufig als nur schwer zu entwickeln (Haugen, 2017). Ist das bei Jugendlichen vielleicht noch möglich, so gilt diese Aussage vor allem für den Erwachsenen- bzw. Hochleistungsbereich (Haugen, Seiler, Sandbakk & Tønnessen, 2019). Aus diesem Grund ist es ratsam gezielte Trainingsprozesse zur Förderung der Schnellkraft bereits im Jugendbereich zu implementieren und diese Prozesse regelmäßigen Kontrollen in Form von leistungsdiagnostischen Untersuchungen zu unterziehen (Meylan, Cronin, Oliver, Hughes, et al., 2014). Darüber hinaus können besonders explosivkräftige und schnelle Spieler gezielt gefördert werden. Doch obwohl die Leistungsdiagnostik im Fußball fester Bestandteil ist, gibt es nur wenige publizierte Daten, die unter einheitlichen und standardisierten Bedingungen wie beispielsweise ein-

heitlichen Messmaterialien oder identischen Teststandards, erhoben wurden. Gleichzeitig liegen in der Fachliteratur kaum vergleichbare Daten zu Schnellkraftwerten in verschiedenen Alters- oder Leistungsklassen vor. Demzufolge sollen im Rahmen dieser Arbeit Schnellkraftdaten erhoben werden, die Bewertungen und Vergleiche der Leistungsfähigkeit von Spielern im Jugendfußball ermöglichen und somit hilfreich für die objektive Bewertung der Spieler sein könnten. Ziel dieser Arbeit ist deshalb eine standardisierte Erfassung von Leistungsparametern bei prognostisch validen und fußballspezifischen Schnellkraftdiagnostiken

- in verschiedenen Altersklassen,
- in verschiedenen Leistungsklassen,
- für verschiedene Spielpositionen,
- zur Bewertung der längsschnittlichen Entwicklung über ein Jahr,
- und zur Analyse von Einflussfaktoren auf die Leistungsparameter.

Bevor im methodischen und empirischen Teil dieser Arbeit die maßgeblichen Fragestellungen des Forschungsvorhabens genauer dargestellt und analysiert werden, sollen in den folgenden Kapiteln zunächst einige theoretische Hintergründe aufgeführt werden, die von Bedeutung für das weitere Verständnis dieser Arbeit sind.

## **2.1 Leistungsdeterminierende Faktoren des Fußballspiels**

Fußball ist eine hochkomplexe Mannschaftssportart, die sich aus einem relativ einfachen Regelwerk ergibt. Die Grundidee des Spiels besteht darin, den Ball durch passen, führen und schießen mit Füßen, Beinen, Rumpf und Kopf in das Tor des Gegners zu befördern. Als spezifisches Kennzeichen des Spiels sticht vor allem heraus, dass die Spieler, mit Ausnahme der Torhüter im eigenen Strafraum, den Ball nicht mit den Händen spielen dürfen (DFB, 2020a; Kovar & Zart, 2019). Die Anforderungen und Voraussetzungen für Spieler sind sehr vielfältig. Zur Identifikation und Gewichtung all

dieser leistungsdeterminierenden Anforderungsgrößen sind exakte Analysen des Belastungs-Beanspruchungsprofils erforderlich. Aus diesem Grund sind die Analyse des Anforderungsprofils sowie die Faktoren der Leistungsfähigkeit im Fußball Gegenstand zahlreicher Untersuchungen (Andrzejewski, Chmura, Pluta & Konarski, 2015; Dellal et al., 2011; Tschan, Baron, Smekal & Bachl, 2001). Als die wichtigsten Komponenten um die Leistungsfähigkeit im Fußball zu bestimmen, sind dabei Physis, Technik und Taktik sowie auch psychologische Eigenschaften anzuführen. Bereits Stolen et al. (2005) beschreiben das Anforderungsprofil an Fußballspieler als multifaktoriell und machen die Leistungsfähigkeit abhängig von technisch/biomechanischen, taktischen, mentalen und physiologischen Fähigkeiten. In ähnlicher Weise beschreiben auch Bisanz und Gerisch (2010) die Kondition, Technik und Taktik als die Säulen der Leistungsfähigkeit im Fußball, in die alle physischen, psychischen, mentalen und sozialen Fähigkeiten integriert sind. Und auch Kalinowski et al. (2019) führen an, dass die psychologischen und motorischen Fähigkeiten von entscheidender Bedeutung für die Leistungsfähigkeit von Fußballspielern sind. Allerdings ist es aufgrund der Komplexität des Spiels äußerst schwierig, eine exakte Gewichtung dieser Komponenten zu benennen (Forsman, Blomqvist, Davids, Liukkonen & Konttinen, 2016; Rösch et al., 2000). Dementsprechend, ist die Leistungsfähigkeit von Fußballern äußerst komplex und setzt sich aus einer Vielzahl leistungsdeterminierender Komponenten zusammen. Für ein detaillierteres Bild der vier in der Literatur konform beschriebenen Hauptfaktoren der sportlichen Leistungsfähigkeit im Fußball sollen die Begriffe Technik, Taktik, Psyche und Physis in den folgenden Punkten etwas genauer vorgestellt werden.

### **2.1.1 Technik**

Schnelle Dribblings, spektakuläre Finten und präzise Pässe prägen den Fußball und tragen in hohem Maße zu seiner Attraktivität für Spieler, Fans und Zuschauer bei. Infolge dessen bezieht sich das allgemeine Verständnis



zum Begriff der Technik im Fußball vorwiegend auf die effektive und gezielte Ballbehandlung, Ballverarbeitung und das Dribbling. Die Besonderheit des Fußballs besteht dabei darin, dass das Spielgerät in erster Linie mit den Füßen geführt und verarbeitet werden muss. Diese Eigenschaften werden als die Kernkompetenz des Fußballspiels betrachtet (Koopmann, Faber, Baker & Schorer, 2020). Definitionsgemäß umfasst der Begriff jedoch zusätzlich alle koordinativen Fähigkeiten und Bewegungen die mit und ohne Ball in Verteidigungs-, wie auch in Angriffssituationen durchgeführt werden (Bisanz & Gerisch, 2010). Des Weiteren umfassen die technischen Fähigkeiten alle fußballspezifischen Bewegungsabläufe, mit denen zielgerichtete Spielhandlungen möglich werden. Hierzu gehören insbesondere motorische Spielhandlungen mit denen in jeder Situation, also auch unter Gegnerdruck präzise agiert werden kann (Bisanz & Gerisch, 2010). Das Spielniveau von Fußballmannschaften hängt dabei in wesentlichen Teilen von den spieltechnischen Fertigkeiten der Spieler ab (Rehagel, 2011). Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt die Fußballtechniken mit und ohne Ball, also die Techniken für Angriff und Abwehr. Zu diesen Bewegungsfertigkeiten gehören zum Beispiel das Passen oder das Dribbling im Angriff, beziehungsweise das Tackling in der Abwehr (Bisanz & Gerisch, 2010).

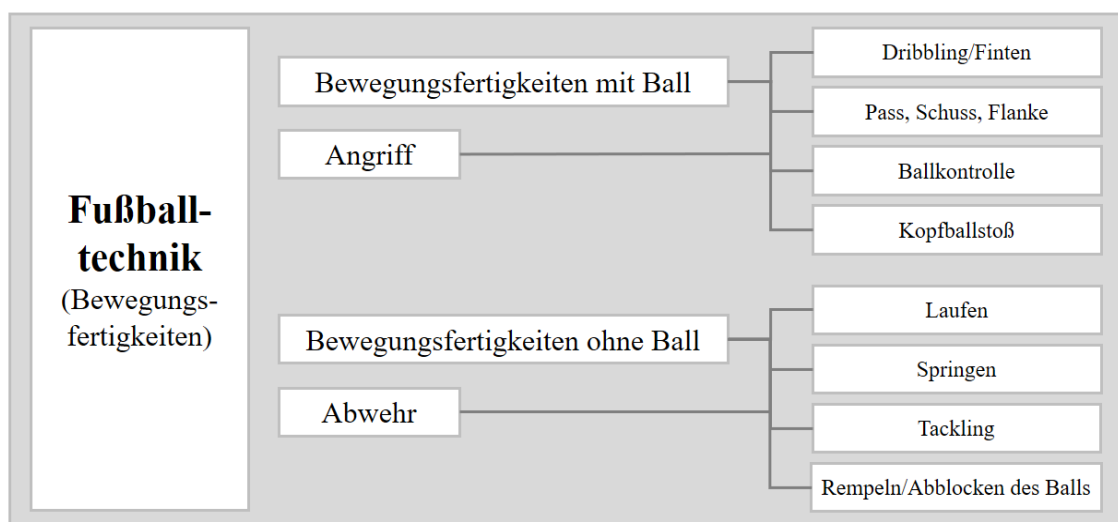


Abbildung 1: Strukturmodell der Fußballtechnik (Bisanz & Gerisch, 2010, S. 321)

### 2.1.2 Taktik

Häufig wird die Taktik im Fußball lediglich mit der Formation oder dem Spielstil von Mannschaften gleichgesetzt. Definitionsgemäß werden unter dem Begriff der Taktik jedoch alle organisierten Maßnahmen verstanden, die darauf ausgerichtet sind, die Spielziele zu erreichen (Bisanz & Gerisch, 2010). Der Begriff kann dabei recht breit interpretiert werden und umfasst dementsprechend alle planvollen Handlungen von Spielern und Trainern, wie etwa die Strategie und Ausrichtung von Mannschaften, die Besetzung von Räumen auf dem Spielfeld und auch die Frage ob eine Mannschaft vermehrt im eigenen Ballbesitz agieren möchte oder es bevorzugt, den Ball weniger in den eigenen Reihen zu haben und dafür auf Konter zu spielen (Escher, 2016). Die Taktik ermöglicht es, individuelle und gruppenspezifische Aktionen so zu organisieren, dass eine kollektive Ausführung entsteht, wodurch die Vielfalt und Unvorhersehbarkeit der Aktionen von Mannschaften erhöht wird. Eine gute kollektive Organisation zwischen den Spielern einer Mannschaft führt zu einer höheren Wahrscheinlichkeit für mannschaftlichen Erfolg. Zusätzlich bezieht sich Taktik auf die individuellen Aktivitäten, die von Spielern während eines Spiels ausgeführt werden, um sich an die ständigen Veränderungen während eines Spiels anzupassen (Lamas, Barrera, Otranto & Ugrinowitsch, 2014). Aus diesem Grund sind die Taktiken von Mannschaften und Spielern im Fußball als dynamische Prozesse zu betrachten, die sich durch die Interaktion aller Geschehnisse und Gegebenheiten in Spielen ständig verändern. In Abbildung 2 ist eine Übersicht zur Fußballtaktik dargestellt. Sie ist in die Individual-, Gruppen- und Mannschaftstaktik zu unterteilen. Diese taktischen Bereiche sind in erster Linie auf die fußballerische Grundidee ausgerichtet, gegnerische Tore zu verhindern und eigene Tore zu erzielen. Das heißt die Taktik richtet sich demnach grundlegend auf Abwehr- und Angriffsmaßnahmen (Bisanz & Gerisch, 2010).



Bisanz und Gerisch (2010) gliedern die psychischen Fähigkeiten im Hinblick auf den Fußball in kognitive, emotionale, motivationale sowie soziale Aspekte, die in einer wechselseitigen Abhängigkeit zueinander stehen. Kognitive Aspekte wie Reflektion, Entscheidungsfindung sowie Problemlösung oder auch Handlungsschnelligkeit stellen dabei eine wichtige Voraussetzung dar, um Spielsituationen zu erfassen, zu analysieren, adäquat zu bewerten und angemessen zu handeln (Rehagel, 2011; Slimani et al., 2016). Die Emotionen können somit als subjektive Befindlichkeiten bezeichnet werden, die mit Bewertungen der eigenen Situation und physiologischen Erregungszuständen verbunden sind (Abdullah, Musa, Maliki, Kosni & Suppiah, 2016). Emotionen werden im Sport häufig genutzt bzw. verstärkt, um bestimmte Effekte zu erzeugen (Hackfort, 2003). So z.B. durch Ansprachen und Motivationsreden vor einem Spiel oder Reaktionen auf zuvor eingetretene Ereignisse. Dabei spielt jedoch auch die Emotionskontrolle eine wichtige Rolle, da sie der Vermeidung von negativen Handlungen aus dem Affekt heraus, wie etwa dem Nachtreten oder der Vermeidung von Tätlichkeiten dient und in diesem Zusammenhang dafür sorgt, dass Spieler nicht aufgrund von Provokationen oder Ärger den Fokus verlieren (Rehagel, 2011). Die angesprochene Motivation von Spielern ist dabei in der Regel hochgradig individuell und unterschiedlich, da sie in hohem Maße situationsabhängig ist (Heckhausen & Heckhausen, 2010; Thelwell, Weston & Greenlees, 2010). In Abbildung 3 sind die psychischen und sozialen Leistungsfaktoren noch einmal dargestellt. Insgesamt kann zusammenfassend festgehalten werden, dass ausgeprägte psychische Fähigkeiten Spieler dazu befähigen, erlernte Handlungsmuster auch unter schwierigen Bedingungen, wie etwa in Wettkampfsituationen abrufen zu können (Bisanz & Gerisch, 2010).

### 2.1.4 Physis

Häufig werden die physischen Eigenschaften auch mit dem Begriff Kondition zusammengefasst (Bisanz & Gerisch, 2010; Rehagel, 2011). Der Ausprägungsgrad und Erhalt der konditionellen Faktoren, stellt neben der Technik, Taktik und Psyche eine weitere leistungsdeterminierende Komponente dar, um über die gesamte Spielzeit hinweg auf hohem Niveau agieren zu können und konkurrenzfähig zu sein (Kovar & Zart, 2019). Dies wird an einem einfachen Beispiel deutlich: Ein schneller Spieler wird eine höhere Chance besitzen, leichter und häufiger an den Ball zu kommen. Besitzt er überdies eine gute Kraftausdauer, wird er intensive Spielphasen besser tolerieren und auch im späteren Verlauf des Spiels wird seine Sicherheit und Genauigkeit bei der Behandlung des Balles nur wenig nachlassen. Hat er eine gute Ausdauer, wird er diese Fähigkeiten über einen längeren Spielzeitraum zeigen können und seine Leistungsfähigkeit wird in Folge von Ermüdung langsamer absinken, wobei er zusätzlich schneller regeneriert. Somit steht die konditionelle Leistungsfähigkeit in enger Wechselwirkung mit der Qualität der Technik und der Spieltaktik eines Spielers (Düring, 2011). In diesem Sinne bezeichnen Bisanz und Gerisch (2010) die Physis bzw. Kondition eines Spielers als das Fundament der Wettkampfleistung im Fußball. Der Ausprägungsgrad der Physis bestimmt dabei zu einem großen Teil, wie die Spieler ihre Leistungen über das gesamte Spiel bzw. auch über die gesamte Saison heraus erbringen (Helgerud, Rodas, Kemi & Hoff, 2011; Kalinowski, Bojkowski & Śliwowski, 2019). In Abbildung 3 sind die physischen Leistungskomponenten gemeinsam mit den psychischen und sozialen Leistungsgrundlagen strukturell zusammengefasst. Der Begriff Kondition umfasst dabei die Faktoren Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit/Flexibilität. Die Koordination wird aufgrund ihrer engen Beziehung zur Technik nur im erweiterten Sinne zu den physischen Leistungsdeterminanten gezählt, steht aber in engem Zusammenhang zu den übrigen physischen Faktoren (Borysiuk et al., 2018). Aufgrund der besonderen Bedeutung für den weiteren Verlauf dieser Arbeit soll in der Folge auf die physischen Leistungsgrundlagen genauer eingegangen werden.

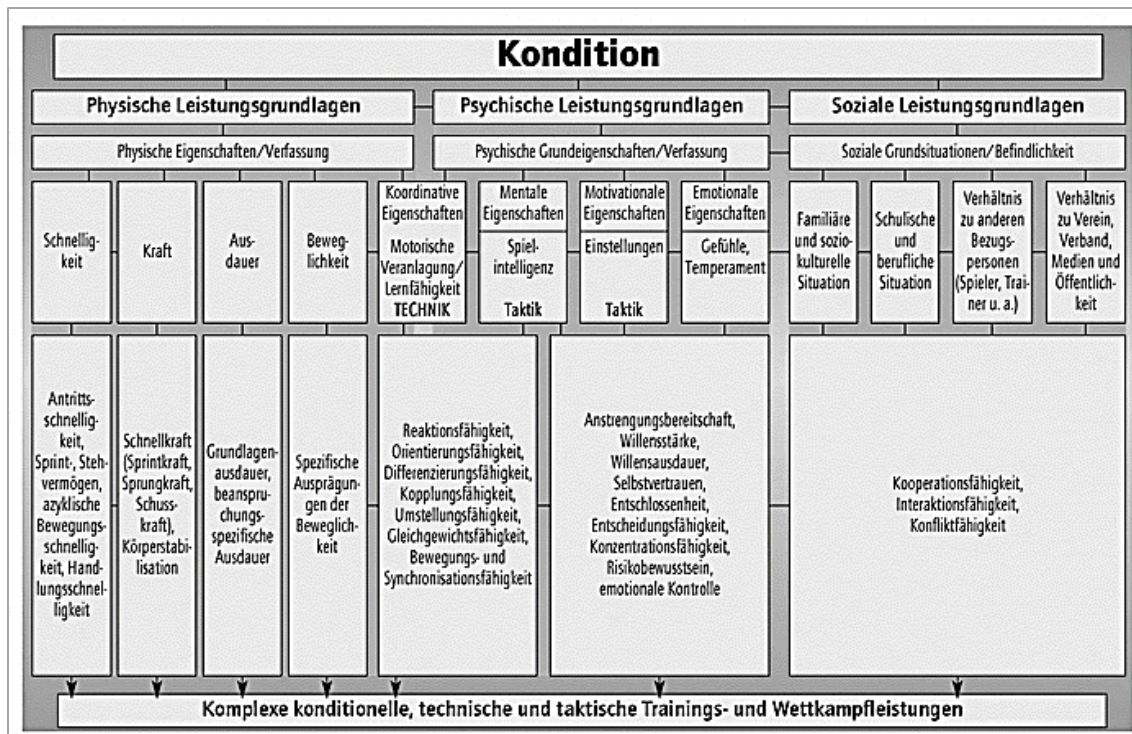


Abbildung 3: Strukturmodell der Kondition im Fußball (Bisanz & Gerisch, 2010, S. 72)

Diese Bereiche können auch unter dem Begriff der konditionellen oder auch motorischen Fähigkeiten zusammengefasst werden. Die Motorik bezeichnet hier die Gesamtheit aller Steuerungs- und Funktionsprozesse, die für die Durchführung aller fußballspezifischen und sportlichen Haltungen und Bewegungen erforderlich sind (Dargatz, 2008).

Die Kraft ist dabei im Rahmen der physischen Faktoren von besonderer Bedeutung, denn bei sportlichen Betätigungen sind viele verschiedene Arten der Kraft erforderlich, um die unterschiedliche Muskelarbeit und die deutlich zu differenzierenden Muskelanspannungen zu beschreiben (Weineck, 2010). Es ist daher erforderlich den Kraftbegriff in verschiedene Arten zu differenzieren. Dementsprechend können die Kraftfähigkeiten in Maximalkraft, Schnellkraft, Reaktivkraft und Kraftausdauer unterschieden sowie durch spezifische Methoden des Krafttrainings gefördert werden (Hottenrott & Hoos, 2013). Der Begriff der Maximalkraft bezeichnet die höchstmögliche Kraft, die vom Nerv-Muskel-System willentlich herbeige-

führt werden kann. Die Ausprägung der Maximalkraft steht in enger Beziehung zur Ausprägung und Qualität zahlreicher sportartspezifischer Aktionen, wie insbesondere bei dynamischen und kraftvollen Bewegungen wie Antritten, Kopfbällen, Torschüssen usw. Dabei spielen hohe Kraftwerte der unteren Extremitäten eine entscheidende Rolle für ein hohes Maß an Schnelligkeit und eine gute Sprungfähigkeit von Fußballern. Durch Krafttraining und das damit verbundene Muskelwachstum sowie die Rekrutierung höherer Zahlen von aktiven Muskelfasern kann das Kraftpotenzial gesteigert werden (Wirth, Keiner, Szilvas, Hartmann & Sander, 2015). Allerdings sind absolute Maximalkraftwerte im Kontext Fußball dabei weniger bedeutend, als die Relativkraft in Bezug zum eigenen Körpergewicht (Comfort, Stewart, Bloom & Clarkson, 2014). Die Schnellkraft bezeichnet die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, einen möglichst hohen Kraftimpuls in möglichst kurzer Zeit zu produzieren und gliedert sich in die Komponenten Startkraft, Explosivkraft und Maximalkraft (Wirth, Schlumberger, Zawieja & Hartmann, 2012). Die Startkraft bezeichnet dabei den initialen Anstieg eines Kraftimpulses (Kraftwert nach 20-30 ms), die Explosivkraft bezeichnet die Fähigkeit diesen begonnenen Kraftimpuls maximal weiterzuentwickeln und die Maximalkraft bestimmt in diesem Kontext dann die Höhe des dynamisch realisierten Kraftmaximums. Diese Faktoren kommen im Fußball bei zahlreichen verschiedenen Aktionen zum Tragen, wie etwa Sprüngen, schnellen Antritten, Richtungswechseln, Schüssen oder auch Tacklings. Die Reaktivkraft bezeichnet die Fähigkeit des neuromuskulären Systems einen möglichst hohen Kraftstoß innerhalb eines Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ) zu erzeugen (Wirth, Sander, Keiner & Schmidbleicher, 2011). Die Reaktivkraft wird dabei in zwei Formen unterteilt: in den kurzen DVZ (< 200 ms), wie etwa bei der Stützphase im Sprint oder auch bei kurzen reaktiven Sprüngen, sowie in den langen DVZ (> 200 ms), wie etwa bei Absprüngen zum Kopfball oder Hechtsprüngen von Torhütern zur Ballabwehr (Hottenrott & Hoos, 2013). Der Begriff Kraftausdauer bezeichnet die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, möglichst hohe Anteile der Maximal- oder Schnellkraft (> 30 %)

möglichst lange erbringen zu können und kann damit als Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei mittleren bis hohen Krafteinsätzen verstanden werden (Sander, 2015).

Bei zyklisch-dynamischen Sportarten wie Fußball ist die Kraftausdauer somit von hoher Bedeutung in intensiven Spielphasen und bei wiederholten Sprints. Diese Belastungsform findet oberhalb der Individuellen Anaeroben Schwelle (IAS) statt und steht demnach in enger Beziehung zur anaeroben Ausdauer. Somit wird deutlich, dass unter der physischen Komponente Ausdauer nach der Art der Energiebereitstellung in die aerobe und die anaerobe Ausdauer unterschieden werden sollte (Evangelos, Lefteris, Aristotelis, Ioannis & Natalia, 2016). Die aerobe Ausdauer kommt im Fußball vorwiegend bei der stetigen Korrektur des Stellungsspiels zum Tragen und dient somit in erster Linie dazu, die hohen Gesamtlaufristanzen in Fußballspielen tolerieren zu können. Des Weiteren verhindert die Ausdauer ermüdungsbedingte Leistungsabnahmen während dem Training und Spielen und fördert die Regeneration nach und während sportlichen Belastungen (Dransmann, 2020). Bei sportlichen Aktivitäten wie dem Fußballspielen wie auch anderen Mannschaftssportarten handelt es sich dabei immer um Mischformen der Energiegewinnung.

Bei Fußballern wird unter dem Begriff der Schnelligkeit in erster Linie die Sprintschnelligkeit von Spielern verstanden (Haugen et al., 2019). Die Determinanten der Schnelligkeitsleistungen sind dabei allerdings äußerst vielfältig und komplex. Neben genetisch bedingten Voraussetzungen wie der Verteilung von schnell-kontrahierenden Fast-Twitch Muskelfasern und den langsamen Slow-Twitch Muskelfasern, spielen auch kognitive, neuronale und tendomuskuläre Prozesse eine wichtige Rolle (Pickering et al., 2019). Die Schnelligkeit als Reinform ist in der Sportpraxis im Prinzip nicht zu finden, was durch Unterbegriffe wie Schnellkraft und Schnelligkeitsausdauer verdeutlicht wird. Vielmehr setzt sie sich, je nach Bewegungsform zu unterschiedlichen Anteilen aus Schnellkraft (vor allem aus Explosiv- und Reaktivkraft), Bewegungskoordination sowie den elementaren Schnelligkeitskomponenten zusammen (Morin, Edouard & Samozino, 2011).



Im Fußball kann die Beweglichkeit grundlegend als jene motorische Fähigkeit verstanden werden, Bewegungen und Haltungen im Rahmen von anatomisch vorgegebenen Bewegungsamplituden ausführen und einnehmen zu können (Gärtner, 2016). Eine gute Beweglichkeit gewährleistet dementsprechend die Möglichkeit Bewegungen mit der optimalen Schwingungsweite bzw. Amplitude der jeweiligen Gelenke in ihrer Endstellung ausführen zu können, wodurch ihr auch eine präventive Wirkung vor Muskel- und Sehnenverletzungen zugesprochen wird (Remmert, 2020).

Die Koordination steht in enger Beziehung zu den technischen Fähigkeiten eines Fußballspielers. Gut ausgebildete koordinative Fähigkeiten bilden dabei die Voraussetzung für das Erlernen, Verbessern, Stabilisieren und Anwenden sportartspezifischer Techniken (Golle, Mechling & Granacher, 2019). Aus diesem Grund wird der Begriff häufig in erster Linie in Verbindung zur Ballbehandlung gesetzt. Doch neben der hohen Bedeutung für die Fußballtechnik, besitzt sie jedoch auch eine wesentliche Voraussetzungs-funktion für die Entwicklung und Leistungsausprägung von Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit (Raiola & Altavilla, 2020). Je besser die koordinativen Fähigkeiten der Spieler ausgebildet sind, desto ökonomischer und effektiver können sie die sportartspezifischen Bewegungen durchführen und anwenden (Golle et al., 2019).

## **2.2 Die Leistungsfähigkeit von Fußballspielern**

Das Leistungsniveau und der Erfolg eines Fußballspielers werden durch eine Vielzahl unterschiedlicher Einflussfaktoren bedingt. Aufgrund der Komplexität des Fußballspiels erscheint es wenig sinnvoll, einem der zuvor beschriebenen Faktoren dabei eine übergeordnete bzw. dominante Rolle zuzuordnen (Ali, 2011; Forsman, Blomqvist, et al., 2016; Rehagel, 2011). Es ist für einen Fußballspieler vielmehr erforderlich, dass er all diese Faktoren in sich vereint. Allerdings sind diese nicht bei jedem Spieler auf Hochleistungsniveau maximal oder gleichermaßen ausgeprägt. Insofern determinieren die Kombination und der Ausprägungsgrad aller relevanten Faktoren

die individuelle Spielleistung (Bisanz & Gerisch, 2010). Die Fähigkeit, all diese Bewegungs- und Handlungsmuster geschickt und effektiv auszuführen, erscheint dabei als der wichtigste Aspekt der Fußballleistung. Die Spieler müssen ihre kognitiven, perzeptiven und motorischen Fähigkeiten auf schnell wechselnde Situationen anwenden. Ein hohes Maß an Wahrnehmungs- und Handlungsschnelligkeit zeichnet diejenigen Spieler aus, die in der Lage sind, sich ständig wechselnde Situationen schnell und effizient zu verarbeiten, bevor sie sich für eine geeignete Handlungsweise entscheiden. Die motorischen Eigenschaften, die erforderlich sind, um den Ball erfolgreich zu kontrollieren, zu passen, zu dribbeln und auf das Tor zu schießen in Verbindung mit der Fähigkeit die physischen Beanspruchungen bestmöglich zu bewältigen sind grundlegende Voraussetzungen für den Erfolg eines Fußballspielers (Ali, 2011).

In vielen Bereichen hinkt das wissenschaftliche Verständnis dieses Themas noch immer der Praxis hinterher, weshalb Spieler häufig ihre Fähigkeiten eher durch individuelle Erfahrungen als durch forschungsbasierte Anleitung erwerben (López-Segovia et al., 2011). Bemühungen den Fußball und auch die Spieler zu verbessern gehen vorwiegend in die Richtung der technischen, taktischen und physischen Weiterentwicklung (Bode & Hain, 2009; Geese, 2009; Lamas et al., 2014). Das Regelwerk bietet dabei den Rahmen, innerhalb dessen die Spieler die erwähnten Fähigkeiten ausüben müssen. Doch während die grundlegenden Regeln im Fußball sich größtenteils seit vielen Jahren nicht geändert haben, hat sich das Spiel stetig weiterentwickelt (Wallace & Norton, 2014). Dabei ist das Spiel durch die Verbesserung der technischen Ausbildung, Kondition und Taktik deutlich schneller geworden (Barnes et al., 2014; Di Mascio & Bradley, 2013). Dementsprechend müssen die Spieler die Komponenten der Leistungsfähigkeit nicht nur beherrschen, sondern sie auch unter gestiegenem Zeit-, Raum- und Gegnerdruck ausüben (Bisanz & Gerisch, 2010). In einer Untersuchung von Reilly (2010) wurden unterschiedliche Aktivitäten anhand der Spielzeit kategorisiert: Stehen, Gehen, Laufen, Rückwärts-, Seitwärtsbewegung, Sprinten und Ballaktionen. Reilly registrierte anhand der Gesamtleistung,

dass 24 % der Strecke gegangen wurde, 36 % gejoggt, 20 % gelaufen, 7 % Rückwärtsbewegungen stattfanden, 11 % Sprints und lediglich 2 % der Aktivitäten mit Ball erfolgten. Diese Beobachtungen decken sich weitestgehend mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen (Stølen et al., 2005; Taylor, Wright, Dischiavi, Townsend & Marmon, 2017; Tschan et al., 2001). Im Rahmen eines ähnlichen Forschungsprojekts untersuchten Buchheit et al. (2010) die Bewegungsprofile von Fußballspielen im Jugendfußball und ermittelten dabei in den Altersklassen von U13 bis U18 vergleichbare Bewegungsanteile, auch wenn die Gesamtlaufstrecke auf eine Spielzeit von 90 Minuten mit 7,5 bis 9 km etwas geringer ausfiel (Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson & Bourdon, 2010). Aus diesem Grund werden die konditionellen Parameter in der Fachliteratur immer wieder als Basis für die Umsetzung taktischer und technischer Fähigkeiten im Fußball beschrieben (Bisanz & Gerisch, 2010; Reilly, 2010; Stølen et al., 2005).

### **2.3 Physisches Anforderungsprofil im Fußball**

Die Aktivitäten der Spieler auf dem Spielfeld sowie die Anforderungen mit denen diese konfrontiert sind ergeben sich aus den Rahmenbedingungen des Fußballspiels. Gemäß Regelwerk dauert das Spiel 90 Minuten, die in zwei 45-minütige Halbzeiten unterteilt sind (DFB, 2020a). Diese Spiel­länge trifft allerdings nicht auf den Jugendfußball zu. Hier variiert die Spieldauer von 40 und 50 Minuten bei den Kleinsten, d.h. Bambini, F- und E-Junioren (unter 7 bis unter 11 Jährige) über 70 Minuten bei den C-Junioren (unter 15 Jährigen) bis hin zu den vollen 90 Minuten bei den A-Junioren (unter 19 Jährige) (DFB, 2020a). Die Regeln sehen überdies vor, dass aufgrund von Spielunterbrechungen in beiden Halbzeiten eine Nachspielzeit hinzukommen kann, welche durch den Schiedsrichter aufgrund von z.B. Auswechslungen oder Zeitspiel festgelegt wird (DFB, 2020a). Im Gegensatz zu anderen Sportarten wird die Spielzeit bei Unterbrechungen nicht angehalten. So kommt es zwischen der in den Regeln vorgesehenen Spielzeit

und der tatsächlichen Spielzeit zu deutlichen Abweichungen. Die sogenannte effektive Spielzeit liegt dabei nicht bei 90, sondern eher bei rund 50 Minuten (Football-Observatory, 2020). Diese effektive Spielzeit variiert von Spiel zu Spiel, aber auch von Liga zu Liga. Während in Portugal die effektive Spieldauer bei durchschnittlich lediglich 50,9 % der, gemäß Regelwerk vorgesehenen, 90 Minuten liegt, umfasst die effektive Spielzeit in Schweden den europäischen Höchstwert von 60,4 %. Die deutsche Fußball Bundesliga liegt dabei mit 58,5 % im oberen Bereich im europäischen Vergleich (Football-Observatory, 2020; Poli, Besson & Ravenel, 2018). Das Regelwerk sieht grundsätzlich drei Spieler-Wechselmöglichkeiten vor, wobei seit der Corona-Pandemie 2020 der Weltverband FIFA diese Wechselmöglichkeiten auf fünf Spielerwechsel angehoben hat. Rückwechsel sind bei den Erwachsenen, im Gegensatz zum Juniorenbereich nicht erlaubt (DFB, 2020a).

Innerhalb der 90-minütigen Regelspielzeit absolviert jeder Spieler durchschnittlich 1431 Aktionen mit und ohne Ball. Die Aktivitäten eines Spielers wechseln damit alle vier Sekunden (Baptista, Johansen, Seabra & Pettersen, 2018; Rienzi, Drust, Reilly, Carter & Martin, 2000). In ihrer Untersuchung zum Anforderungsprofil im Fußball stellten Stolen et al. (2005) fest, dass Antritte und kurze Sprints, mit einer Dauer von durchschnittlich zwei bis vier Sekunden, im Schnitt alle 90 Sekunden, erfolgen. Hochintensive Läufe finden dabei ca. alle 70 Sekunden statt. Zusätzlich beschreiben die Autoren eine Anzahl von rund 15 Tacklings, 10 Kopfbällen und 50 Ballaktionen für einen Spieler in einem Spiel. Auf dieser Basis erweist sich Fußball als eine Mannschaftssportart mit intermittierendem Belastungscharakter, da die Spieler innerhalb eines Fußballspiels eine lange Gesamtbewegungsdauer mit kurzen Unterbrechungen haben, zusätzlich aber auch immer wieder hohe Belastungsspitzen und -intensitäten erbringen müssen (Bangsbo, Iaia & Krstrup, 2007; Mangan et al., 2017; Oliva-Lozano, Fortes, Krstrup & Muyor, 2020). Aufgrund dieser langen Spieldauer besteht dabei ein hoher aerober Anteil, so zum Beispiel bei der stetigen Korrektur des Stellungsspiels oder dem Verschieben auf dem Feld. Zudem besteht ein anaerober Anteil in intensiven Spielphasen, so zum Beispiel beim Kontern und dem

Umschaltspiel oder auch bei häufig auftauchenden kurzen Belastungsspitzen, wie Antritten, Sprints, Sprüngen, Tacklings, Dribblings, Torschüssen und vergleichbaren Aktionen. Die Spieler vollführen demnach eine Vielzahl verschiedenster Handlungen im Spiel, sowohl mit als auch ohne Ball (Aquino, Puggina, Alves & Garganta, 2017; Baptista et al., 2018; Stølen et al., 2005; Sullivan et al., 2014; Tschan et al., 2001). In einer Untersuchung über mehrere Spielzeiten im dänischen Fußball analysierte Bangsbo (1994) die Spielaktivitäten von Profifußballern. Mit Hilfe einer Videoanalyse wurden dabei die Daten von jedem Spieler einzeln aufgezeichnet. Auf diese Weise war es möglich, die Bewegungen zu unterscheiden und eine Kategorisierung der Laufintensitäten vorzunehmen. Dementsprechend unterteilte der Autor die Laufprofile von Fußballern in sieben unterschiedliche intensitätsabhängige Aktivitätskategorien:

- Stehen
- Gehen ( $\geq 4$  km/h)
- Traben ( $\geq 8$  km/h)
- Langsames Lauftempo ( $\geq 12$  km/h)
- Mittleres Lauftempo ( $\geq 16$  km/h)
- Hohes Lauftempo ( $\geq 21$  km/h)
- Sprint ( $\geq 25$  km/h)

Diese Vorgaben sind im Rahmen des Definitionskataloges für offizielle Spieldaten der DFL angepasst und überarbeitet und auf diese Weise für die Spielanalyse und die moderne Fußballberichterstattung erschlossen worden (DFL, 2013). In der deutschen Fußball-Bundesliga beruhen solche statistischen Erhebungen auf den offiziellen Messungen des Unternehmens Opta, die den jeweiligen sogenannten Opta-Index für unterschiedlichste Messungen herausgeben. Bei diesen Analysen werden Daten zu sämtlichen Aktivitäten der Spieler auf dem Platz, wie etwa die Gesamtlaufdistanz, Sprints oder Tempoläufe, erhoben. Ein Sprint liegt gemäß Opta dann vor, wenn ein Spieler mindestens eine Geschwindigkeit von 6,3 m/s (22,68 km/h) erreicht und diese Geschwindigkeit über mindestens zwei Sekunden hält.

Hierbei muss er konstant mindestens 4,0 m/s (14,4 km/h) laufen, wobei mindestens eine Sekunde lang die Geschwindigkeit von 6,3 m/s gehalten werden muss. Ein neuer Sprint kann erst dann vorliegen, wenn die Schwelle von 4,0 m/s unterschritten wird. Im Vergleich dazu liegt ein Tempolauf vor, wenn ein Spieler mehr als zwei Sekunden mindestens 4,0 m/s (14,4 km/h) läuft und während dieser Zeit mindestens 5,0 m/s (18 km/h) läuft, wobei zwischen dem ersten und letzten Erreichen der 5,0 m/s Schwelle mindestens eine Sekunde liegt. Gleichzeitig darf die Sprintdefinition nicht erfüllt sein. Der Tempolauf ist zeitlich auf die Zeitspanne begrenzt, in der die 5,0 m/s Schwelle das erste und das letzte Mal erreicht wird. Ein neuer Tempolauf kann erst dann vorliegen, wenn die Schwelle von 4,0 m/s unterschritten wird. Die Anzahl der intensiven Läufe ergibt sich auf Basis dieser Erhebungen über die Anzahl aller Tempoläufe und Sprints (DFL, 2013; ligalivenet, 2020). Ein Indikator der dabei in den Medien häufig für die Bewertung der Leistung von Spielern und Mannschaften herangezogen wird, ist die gelaufene Gesamtstrecke während eines Spiels. Diese Gesamtlaufstrecke von rund 8.000-12.000 m, legen Spieler im Schnitt zu 98 % ohne Ball zurück (Carling, 2010; Stølen et al., 2005). Bei der Bewältigung solcher Laufdistanzen benötigt ein Spieler einen bestimmten Energiebedarf, der in hohem Maße davon abhängig ist, mit welcher Geschwindigkeit beziehungsweise Belastungsintensität die Laufleistung erbracht wird (Altavilla, Mazzeo, D'Elia & Raiola, 2018; Dolci et al., 2020). Während sich die Gesamtlaufstrecke von 8 bis 12 km pro Spiel in den vergangenen 40 Jahren kaum verändert hat, ist der Anteil der gelaufenen Strecke bei hohen Intensitäten (> 15 km/h) deutlich von 12 % auf 24-28 % angestiegen (Barnes et al., 2014; Tschan et al., 2001). Diese Entwicklung wird deutlicher, wenn zwei Studien aus unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen miteinander verglichen werden. Bei einer Untersuchung im belgischen Fußball analysierten und kategorisierten van Gool et al. (1987) die Laufprofile und Aktionen von Spielern. Zunächst wurde die durchschnittliche Gesamtlaufleistung von 10.225 m ermittelt. Innerhalb dieser Gesamtlaufstrecke konnten die Autoren einen Anteil von 42,9 % mit geringer Intensität, 42,6 % mit mittlerer Intensität und

7,5 % mit hoher Intensität feststellen (van Gool, van Gervan & Boutmans, 1987). Eine Untersuchung von Barnes et al. (2014) in der englischen Liga in der Saison 2012/2013 zeigte demgegenüber, dass der Anteil der Laufleistung mit hoher Intensität – hier wurde unter anderem zwischen Hochgeschwindigkeitslauf (19,8-25,1 km/h) und Sprint (> 25,1 km/h) unterschieden – im Vergleich zu der Saison 2006/2007 um 30-35 % gestiegen war. Bei einer durchschnittlichen Gesamtleistung von ungefähr 10.881 m betrug der Anteil des Hochgeschwindigkeitslaufes rund 10,6 % und der Anteil der Sprints im Durchschnitt rund 3,2 % (Barnes et al., 2014). Während demnach die Gesamlaufstrecke in beiden Ländern und über die verschiedenen Zeiträume hinweg vergleichbar geblieben ist, ist der Anteil der hochintensiven Läufe erheblich angestiegen. Der Anteil hat sich, werden Läufe bei hohen Intensitäten und Sprints zusammengenommen, näherungsweise verdoppelt. Zusätzlich zeigen Untersuchungen, dass moderne Spielsysteme und Mannschaftsformationen einen hohen Einfluss auf die Laufintensitäten von Mannschaften haben und Spieler auf unterschiedlichen Spielpositionen häufig unterschiedliche Laufanteile aufweisen. Flügelspieler absolvieren z.B. größere Distanzen bei hohen Laufintensitäten > 19,8 km/h, wobei zentrale Mittelfeldspieler hingegen die größten Gesamlaufdistanzen zurücklegen (Tierney, Young, Clarke & Duncan, 2016; Vardakis et al., 2019). Dies bedeutet auch, dass sich der Energiebedarf der Spieler deutlich unterscheidet, da höhere Laufintensitäten die anaerobe Stoffwechselkapazität betreffen, während größere Gesamlaufdistanzen bei niedrigeren Intensitäten primär die aerobe Ausdauerkapazität beanspruchen. Aufgrund der zunehmenden Belastung durch die höhere Spielintensität müssen Spieler somit im heutigen Fußball über eine höhere physische Leistungsfähigkeit verfügen.

Aufgrund dieser Zusammenhänge werden zwei Aspekte bedeutend: Zum einen ist das Training so zu gestalten, dass die Spieler in der Lage sind, solche intensiven Phasen eines Spiels auch in ihrer Häufigkeit absolvieren zu können. Hierzu haben sich Trainingsverfahren oberhalb der IAS etabliert, in Form von kurzen intensiven Belastungen, wie Vier-Minuten-

Intervallläufen oder kleinen, hochintensiven Spielformen (Faude, Schnittker, Schulte-Zurhausen, Müller & Meyer, 2013; Faude, Steffen, Kellmann & Meyer, 2014; Helgerud et al., 2011; Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri & Coutts, 2011). Auf der anderen Seite muss bei der Trainingssteuerung und -gestaltung jedoch auch darauf geachtet werden, dass die Belastungsintensität nicht übermäßig gesteigert werden kann. Aus diesem Grund kommt der Regeneration eine erhebliche Bedeutung zu (Meyer, Wegmann, Poppendieck & Fullagar, 2014). Es ist über den Spielverlauf hinweg zu beobachten, dass die Anzahl der intensiven Läufe und Sprints zum Ende eines Spiels hin abnehmen (Vieira, Carling, Barbieri, Aquino & Santiago, 2019). Auch wenn Ermüdungserscheinungen in Fußballspielen der Normalfall sind, müssen Spieler auch während des Spiels in der Lage sein, weniger intensive Phasen zur Regeneration zu nutzen, um im weiteren Spielverlauf folgende hochintensive Phasen weiter absolvieren zu können (Meyer et al., 2014). Regenerationsphasen während eines Spiels können diesen Ermüdungserscheinungen also ein wenig entgegenwirken und machen es möglich, dass auch zum Ende des Spiels noch Läufe mit maximalen Intensitäten durchführbar sind. Darüber hinaus ist auch eine Belastungssteuerung während des Trainings ein wichtiger Aspekt. Trainingsumfänge und -intensitäten müssen derart gestaltet sein, dass Spielern hinreichend Zeit zur Regeneration gegeben wird. Dies gilt insbesondere dann, wenn mehr als ein Spiel innerhalb einer Woche stattfindet (Bangsbo, Mohr & Krstrup, 2006). Neben der Aufrechterhaltung der physischen Leistungsfähigkeit, ist vor allem auch die Regeneration von hoher Bedeutung, da hierdurch ermüdungsbedingten Verletzungen entgegengewirkt werden kann (Dupont et al., 2010; Ispirlidis et al., 2008; McCall et al., 2020). Verletzungen stellen im Fußball ein wichtiges Problemfeld dar, da sie teilweise zu langen Ausfallzeiten für Spieler führen und darüber hinaus der Ausfall von Schlüsselspielern auch negative Auswirkungen auf den Erfolg von Mannschaften haben kann (Carling, Le Gall, McCall, Nédélec & Dupont, 2015). Während in einer Kontaktsportart wie Fußball Verletzungen durch gegnerischer Einwirkungen kaum vermeidbar und keine Seltenheit sind, handelt es sich allerdings



bei mehr als der Hälfte aller auftretenden Verletzungen um sogenannte Non-Kontakt-Verletzungen, die vorwiegend den Muskel-Sehnen- und Gelenk-Bandapparat betreffen (Ekstrand, Hägglund & Waldén, 2011a; Faude, Meyer, Federspiel & Kindermann, 2009; Hägglund, Waldén & Ekstrand, 2013). Neben dem Eintreten von Rezidivverletzungen, also Verletzungen der gleichen Art, die aufgrund einer unvollständigen Rehabilitation einer vorangegangenen Verletzung an der gleichen Stelle entstehen, liegen bei solchen Verletzungen auch häufig ermüdungsbedingte Ursachen aufgrund der hohen Spielintensität, der langen Spieldauer und der engen Wettkampfdichte vor (Hägglund, Waldén & Ekstrand, 2006; Rose & Imhoff, 2006). Um diese Verletzungsursachen möglichst zu minimieren spielt die Regeneration also eine ebenso wichtige Rolle wie Fitness bzw. der Ausprägungsgrad der sportmotorischen Fähigkeiten der Spieler (Fanchini et al., 2020).

## **2.4 Sportartspezifische Relevanz der Schnelligkeit und Schnellkraft**

Spielanalysen zeigen, dass sich die Zahlen der Sprints und intensiven Läufe im Laufe der vergangenen Jahre verändert haben (Di Mascio & Bradley, 2013; Oliva-Lozano, Fortes, et al., 2020; Wallace & Norton, 2014). Auch in der Fußball-Bundesliga ist dies zu beobachten. In der aktuellen Saison 2020/21 weist der VfL Wolfsburg nach 26 Spieltagen insgesamt 6.539 Sprints aus, was einer Anzahl von rund 252 Sprints pro Spiel entspricht sowie insgesamt 20.156 intensive Läufe, d.h. 775 intensive Läufe pro Spiel. Auch in der vergangenen Saison 2019/20 zeigten sich ähnlich hohe Werte von durchschnittlich knapp 265 Sprints pro Spiel (FC Bayern München), gleichzeitig Durchschnittshöchstwert in dieser Bundesligasaison. Auch bei den intensiven Läufen war der FC Bayern München Spitzenreiter der vergangenen Saison mit durchschnittlich 749 intensiven Läufen pro Spiel. Diese Werte entsprechen deutlichen Steigerungen der Läufe mit hoher Intensität, im Vergleich zu den frühen 2000er Jahren, um rund 30 % (DFL,

2021). Die hohe Anzahl an Sprints und intensiven Läufen und die Entwicklung taktischer Spielsysteme gehen dabei Hand in Hand (Escher, 2016; Lamas et al., 2014). In den Fußballmedien wird häufig davon gesprochen, dass taktisch gut eingestellte Spieler und Mannschaften weniger Laufarbeit verrichten müssen. Diese sehr verallgemeinerte Aussage ist allerdings nicht immer zutreffend. Beispielhaft sei das sehr intensive Gegenpressing genannt, wie es von Jürgen Klopp geprägt wurde, bei dem der Gegnermannschaft der Spielaufbau erschwert werden soll, um den Ball nahe am gegnerischen Tor zu erobern und auf diese Weise dann selbst, zum Beispiel über ein schnelles Umschaltspiel, zu offensiven Aktionen zu kommen (Escher, 2018; Jankowski, 2015). Je nach Spielsystem und taktischer Ausrichtung kann eine hohe Dynamik und ein intensives Lauftempo wichtige Zwecke erfüllen. So gewinnt z.B. bei Mannschaften, die Kontern, ein schnelles Umschaltspiel bevorzugen oder Gegenpressing spielen, die Schnelligkeit stark an Bedeutung (Bisanz & Gerisch, 2010). Ausschlaggebend für ein erfolgreiches Konterspiel, sind schnelle Spieler, die Spielaktionen in höchstem Tempo durchführen. Verschiedene Vereine, Mannschaften und Trainer haben diese taktischen Konzepte des schnellen Umschaltens und Konterns zu einer Art Grundphilosophie erhoben und agieren seit einigen Jahren sehr erfolgreich mit diesen Systemen (Escher, 2018). Von den 982 erzielten Treffern in der abgelaufenen Saison 2019/2020 fielen 76 % (746 Tore) aus dem Spiel heraus, also nicht nach Standardsituationen, wie Eckbällen, Freistößen oder Elfm Metern. Ein Fünftel dieser 746 Tore wurde nach Kontern erzielt, was einer Anzahl von 152 Toren entspricht (DFL, 2020b). Spitzenreiter bei den Toren nach schnellem Umschaltspiel sind Borussia Dortmund (18 von 84 Toren, 21 %) und Bayer Leverkusen (15 von 61 Toren, 25 %). Beide Mannschaften setzen dabei auf außerordentlich schnelle Offensivspieler, um ihre taktische Ausrichtung optimal zu nutzen. Die Zahl der Tore nach schnellen Umschaltmomenten ist dabei in den vergangenen Bundesligaspielzeiten kontinuierlich gestiegen. Waren es in der Saison 1999/2000 noch nur knapp 100, so waren es 20 Jahre später bereits über 150 Kontertore (DFL, 2020b).

Diese aufgeführten konkreten Zahlen der Sprints, intensiven Läufe und hieraus resultierend der erzielten Kontertore zeigen, dass die Schnelligkeit der Spieler eine immer stärker werdende Bedeutung bekommt. Das Spiel ist im Verlauf der letzten 40 Jahre und hier vor allem in der jüngeren Vergangenheit seit ca. 2000 immer dynamischer und intensiver geworden (Barnes et al., 2014; Di Mascio & Bradley, 2013; Wallace & Norton, 2014). Schnelles Umschalten oder Gegenpressing sind wichtige spieltaktische Elemente in fast allen Ligen dieser Welt. In Anbetracht dieser Entwicklungen wird auch die steigende Rolle der Schnelligkeit bzw. schnellkräftiger Aktionen deutlich. In diesem Zusammenhang fällt auf, dass junge, aufstrebende Spieler die momentan in den Profifußball nachrücken, häufig außerordentlich schnell und athletisch sind. Als aktuelle Beispiele aus der Saison 2019/2020 können hier Alphonso Davis (höchste in einem Spiel gemessene Geschwindigkeit: 36,51 km/h) oder auch Achraf Hakimi (höchste in einem Spiel gemessene Geschwindigkeit: 36,49 km/h) genannt werden (ligalivenet, 2020). Aufgrund dessen erscheint es naheliegend, gezielt nach besonders schnellen und athletischen Spielern zu suchen, da neben hohen technischen, taktischen, und psychischen Kompetenzen vor allem auch die physischen Fähigkeiten ein leistungsdeterminierendes Kriterium im heutigen Spitzenfußball darstellen (Haugen, 2014; Rehagel, 2011). Die Ansprüche gerade an die Physis sind deutlich gestiegen, nicht nur aufgrund der hohen Wettkampf- und Belastungsdichte, sondern auch aufgrund der höheren Spielgeschwindigkeit (Haugen, 2014). Spieler müssen also diesen physischen Anforderungen gerecht werden um moderne Spielkonzepte erfolgreich umsetzen zu können. Es kann daher hinsichtlich der Leistungsfähigkeit eines Spielers festgehalten werden, dass im heutigen Fußball, so wie er in vielen Altersklassen und Ligen weltweit interpretiert wird, die Schnelligkeit einen zentralen motorisch-kognitiven Faktor darstellt (Waldron & Murphy, 2013).

Andrzejewski und Kollegen (2015 und 2016) untersuchten die Aktivitätsprofile von Spielern unterschiedlicher Spielpositionen und Wettbewerbe

bei gewonnenen und verlorenen Spielen. Im Rahmen dieser beiden Untersuchungen stellten die Autoren heraus, dass Spieler im Hochleistungsfußball mit zahlreichen und wechselnden körperlichen Anforderungen im Spiel konfrontiert werden und im Allgemeinen deshalb weniger relevant ist, ob die Spieler in irgendeinem der betrachteten Bereiche der körperlichen Leistungsfähigkeit eine außergewöhnliche Leistung erbringen, sondern in erster Linie von Bedeutung ist, dass die Spieler in allen Bereichen ein angemessenes Niveau aufweisen. Die Spezialisierung von spezifischen physischen Kompetenzen hängt dabei in erster Linie mit den physischen Anforderungen auf den verschiedenen Spielpositionen der Spieler zusammen (Andrzejewski et al., 2015; Andrzejewski, Konefał, Chmura, Kowalczyk & Chmura, 2016). Neben diesen Befunden zeigte sich aber auch, dass Sprints und andere hochintensive, explosive Aktionen positionsübergreifend einen erheblichen Faktor darstellen und spielentscheidend sein können. Bereits Reilly et al. (2000) weisen darauf hin, dass schnellkräftige Aktionen wie das Gewinnen eines Balles beim Zweikampf, Antritte bei einem schnellen Umschaltspiel und zielgerichtete Aktionen beim Torabschluss oder seiner Vorbereitung von großer Bedeutung für den Spielausgang sind. Spielentscheidend seien schnellkräftige Aktionen wie Antritte und Sprints außerdem, so die Autoren, bei direkten Zweikämpfen oder Laufduellen mit gegnerischen Spielern. Faude et al. (2012) bestätigen diese Befunde. Die Autoren stellten bei der Untersuchung der Entstehung von Toren in der Fußball-Bundesliga fest, dass lineare Sprints die häufigste Aktion beim Torabschluss oder in der Vorbereitung von Toren sind.

Der Begriff der Schnelligkeit muss in diesem Zusammenhang differenziert gesehen werden. Die Schnelligkeit ist äußerst komplex und steht in engem Zusammenhang mit den konditionellen Fähigkeiten Kraft, Schnellkraft und Maximalkraft, die den Ausprägungsgrad der zyklischen Schnelligkeit, wie bei linearen Sprints und der azyklischen Schnelligkeit, wie bei Richtungswechseln oder Sprüngen, beeinflussen. Allerdings ist eine Reduzierung der Schnelligkeit auf rein konditionell-energetische Fähigkeiten

nicht ausreichend. Die Literatur erweitert diese Sicht daher um die neurophysiologische Komponente und bezeichnet die Schnelligkeit als elementare Leistungsvoraussetzung bei der azyklische und zyklische Fähigkeiten bestimmend sind (Haugen et al., 2019; Howard, Conway & Harrison, 2018). Es geht bei der Betrachtung der Schnelligkeit also nicht nur darum, die Seitenlinie rauf und runter zu sprinten, denn die Schnelligkeitsqualitäten eines Fußballspielers gehen über dieses einfache Verständnis hinaus. Dies liegt allein schon daran, dass die wenigsten Aktionen in einem Spiel zyklisch verlaufen. Der weit überwiegende Teil ist azyklisch, so beispielsweise bei schnellen Drehungen oder abrupten Richtungsänderungen (Stølen et al., 2005; Tschan et al., 2001). Fußballer benötigen dementsprechend eine besondere, sportartspezifische Schnelligkeit. Dabei müssen die Spieler, nicht nur, wie ein Leichtathlet, bestimmte Strecken in höchster Geschwindigkeit zurücklegen können, sondern auch dazu in der Lage sein, bestimmte Bewegungen, wie beispielsweise Drehungen mit und ohne Ball durchzuführen (Bisanz & Gerisch, 2010; Hader, Palazzi & Buchheit, 2015). Um bei dem Vergleich zur Leichtathletik zu bleiben: Bei einem Kurzstreckenlauf (wie dem leichtathletischen 100 m Lauf), muss ein Athlet vom Start an maximal linear beschleunigen, die Maximalgeschwindigkeit über die Distanz aufrechterhalten und dadurch die gegebene Strecke schnellstmöglich zurücklegen. Nach passieren der Ziellinie kann er seine Geschwindigkeit nach und nach reduzieren, um langsam bis zum Stillstand auszulaufen. Die Anforderungen an die fußballspezifische Schnelligkeit hingegen sind umfangreicher. Läufe mit maximaler Geschwindigkeit über eine Strecke von mehr als 20 m kommen selten vor. Die durchschnittliche Sprintdauer beträgt 2-4 Sekunden, bei einer Strecke von durchschnittlich 17 m. Zusätzlich liegt die Sprinthäufigkeit zwischen 17-81 Sprints pro Spiel für einen Spieler (Andrzejewski et al., 2015; Miñano-Espin, Casáis, Lago-Peñas & Gómez-Ruano, 2017). Einflussfaktoren wie der Ball oder auch Gegner und Mitspieler verursachen dabei sich ständig ändernde Spielsituationen. Spieler müssen in Folge dessen, neben dem Erreichen maximaler Laufgeschwindigkeiten, in der Lage

sein, ständig auf neue Spielsituationen durch abstoppen, beschleunigen sowie ändern der Richtung zu reagieren. Aus diesem Grund lassen sich die Sprintcharakteristiken im Fußball als gerade Sprints, Sprints mit Richtungswechseln und wiederholte Sprints kategorisieren (Haugen & Seiler, 2015). Hinzu kommt noch, dass beim Fußball, anders als bei einem Kurzstreckenlauf in der Leichtathletik, nicht immer die Höchstgeschwindigkeit die Maßgabe sein muss, sondern häufig eine Dosierung des Lauftempo erforderlich ist, um eine entsprechende Aktion auch erfolgreich umsetzen zu können (Düring, 2011; Haugen et al., 2014). In Folge dieser Rahmenbedingungen unterscheidet sich die Sprinttechnik von Fußballern und Leichtathleten. Fußballer sprinten mit einem tieferen Körperschwerpunkt und geringerem Kniehub (Haugen, 2014; Haugen et al., 2019). Auf diese Weise sind sie besser dazu in der Lage, schnellstmöglich auf sich ändernde Situationen reagieren zu können und jederzeit beispielsweise abstoppen, die Richtung ändern oder auch abspringen zu können.

## **2.5 Spiel- und Wettkampfanalytik - Bewertung der Leistungsfähigkeit von Mannschaften und Spielern**

Fußball ist ein komplexes und dynamisches Mannschaftsspiel mit intervallartigem Belastungscharakter das hohe Anforderungen an die physische Leistungsfähigkeit der Spieler stellt (Oliva-Lozano, Fortes, et al., 2020). Es kann nicht nur einfach damit beschrieben werden, dass 22 Spieler einem Ball hinterherrennen, um ein Tor mehr zu erzielen als die gegnerische Mannschaft. Witzigerweise ist genau dies bei den Kleinsten im Jugendfußball auf Amateurebene nicht selten zu beobachten. Denn in diesen Altersklassen befindet sich oft dort, wo sich die nahezu vollständige Spielertaupe, Torhüter ausgenommen, tummelt, auch der Ball. Mit zunehmendem Alter nimmt allerdings die taktische Disziplin einen immer größeren Raum ein. Es wird seitens des Trainerteams eine Spielidee verfolgt, die durch taktische Anweisungen und Vorgaben umgesetzt werden soll. Bei der Bewer-

tung der Mannschaftsleistung wie auch von Einzelspielern kommt der genannten Spielanalyse eine hohe Bedeutung zu. Erst im tatsächlichen Wettkampf zeigt sich, ob die im Training einstudierte Spielidee auch funktioniert (Brümmer, 2019; Sarmiento et al., 2014). Hier offenbart sich, was bereits gut gelingt, wo erhebliche Schwächen sind und wo noch ein Optimierungsbedarf besteht. Unter Umständen zeigt sich sogar, dass die Spielidee mit den vorhandenen Spielern nicht umzusetzen ist, da diese zum Beispiel die benötigten körperlichen Voraussetzungen gar nicht mitbringen. Aufgrund der hohen Komplexität des Fußballspiels, die aus den vielseitigen Aktionen und Möglichkeiten und der hohen Zahl an Spielern entsteht, ist die Spielanalyse von großer Bedeutung. Während bei sportlichen Disziplinen wie dem Weitsprung relativ klare Kenngrößen über Sieg und Niederlage entscheiden, bilden beim Fußball mehrere Faktoren einen Mosaikstein, der Einfluss auf Erfolg oder Misserfolg nimmt (Söhnlein & Borgmann, 2018). Hierzu gehören beispielsweise die Passgenauigkeit, die taktische Raumaufteilung, die Intensität in Zweikämpfen oder auch die Laufbereitschaft (Bisanz & Gerisch, 2010). Defizite oder auch mangelnde Einsatzbereitschaft bereits von einzelnen Spielern können dabei das Gesamtergebnis einer kompletten Mannschaft beeinflussen (Yang, Leicht, Lago & Gómez, 2018). Für die Spielanalyse stehen vor allem zwei grundlegende Analysetechniken zur Verfügung (Schmidt, 2015). Zum einen ist dies die Beobachtung des verantwortlichen Betreuerteams während des Spiels. Dies wird häufig begleitet durch handschriftliche Notizen der jeweiligen Betreuer, was sie in bestimmten Situationen eines Spiels beobachten konnten. Solche Beobachtungen sind aber nur bedingt objektiv, da jeder Mensch eine bestimmte Situation anders beobachtet und bewertet. Eine solche Bewertung kann auch aus einer Emotion heraus formuliert sein, da sich der betreffende Betreuer beispielsweise über eine bestimmte Situation besonders ärgert. Um aus solchen Beobachtungen und Bewertungen heraus Optimierungshinweise und konkrete Trainingsinhalte abzuleiten, bedarf es daher noch einer späteren Reflexion über das Wahrgenommene. In diesem Zusammenhang werden heute flächendeckend Video-Analysen im Leistungsfußball eingesetzt, um

später die durchaus subjektive erste Bewertung auf eine objektive und anschauliche Basis zu stellen (Cuevas, Quilon & Garcia, 2020). Zum anderen haben neben der Videoanalyse auch weitere technologische Anwendungen Einzug in die Spielanalyse erhalten. Diese könnten vereinfacht unter den Begriffen Big-Data und Tracking, also der Standortverfolgung der Spieler auf dem Platz zusammengefasst werden (Lanwehr & Mayer, 2018; Manafifard, Ebadi & Moghaddam, 2017). Konkret werden alle Bewegungen, die ein Spieler auf dem Feld macht, aufgezeichnet. Hierfür stehen unterschiedliche technologischen Möglichkeiten zur Verfügung, so z.B. das Multi-Camera-System, das Global-Positioning-System oder auch das Local-Positioning-Measurement. Diese Möglichkeiten erlauben es, eine Vielzahl von Leistungsdaten zu ermitteln. So kann nicht nur dargestellt werden, wo sich ein Spieler im Sinne der taktischen Ausrichtung während des Spiels aufhielt, es können auch Laufwege dargestellt werden oder Geschwindigkeiten und Laufdistanzen für jeden Spieler ermittelt werden. Solche Leistungsdaten geben den Betreuern umfassendes Material an die Hand, um Optimierungsvorschläge abzuleiten und konkrete Trainingspläne aufzustellen (Niedzkowski, 2011). Durch diese beiden Arten der Spielanalyse, also Beobachtung und das Tracking, steht den Trainern eine Fülle an Informationen, wie etwa Gesamtlaufdistanz, Sprintgeschwindigkeit uvm. zur Verfügung, um die Leistung von Mannschaften oder auch einzelnen Spielern bewerten und entwickeln zu können (Schmidt, 2015). Trotz dieser modernen Analyseverfahren und der vielseitigen Informationen sollte jedoch bei der Bewertung der Leistungsfähigkeit der Spieler beachtet werden, dass die Aktivitäten im Spiel immer von einer Vielzahl verschiedener Faktoren, wie Ball, Gegner, Mitspieler uvm. beeinflusst werden. Um die Fähigkeiten von Spielern objektiv bewerten und vergleichen zu können, sollte deshalb auf Kennwerte, die durch standardisierte diagnostische Verfahren erhoben wurden, zurückgegriffen werden (Turner et al., 2011).



## 2.6 Die konditionelle Leistungsdiagnostik im Fußball

Um aussagekräftige Bewertungen der Leistungsfähigkeit von Spielern vornehmen zu können ist es unerlässlich differenzierte, sportartspezifische Analysen der leistungsdeterminierenden Faktoren und Beanspruchungs-determinanten im Fußball abzuleiten (Ferrauti, Giesen, Merheim & Weber, 2006; Schwesig et al., 2016). Solche diagnostischen Untersuchungen dienen neben der Erfassung eines Ist-Zustandes, des Weiteren auch der Formulierung trainingswissenschaftlicher Handlungsstrategien zur Förderung relevanter Fähigkeiten, der Erstellung von Interventionen zur Aufrechterhaltung der Leistungsfähigkeit während und vor dem Spiel und der Identifizierung von Talenten (Ali, 2011; Vaeyens, Güllich, Warr & Philippaerts, 2009). Es gibt eine Vielzahl verschiedener Testverfahren, mit denen einzelne Leistungsfaktoren (wie die kognitiven oder die technischen Fähigkeiten) oder mehrere Faktoren in Kombination getestet werden sollen. Diese Verfahren variieren oft stark in ihrer Art und Komplexität und sehen sich alle mit dem Problem konfrontiert, die multifaktorielle Leistungsfähigkeit im Fußball in ein standardisiertes und kontrolliertes Testsetting zu übertragen (Ali, 2011; Faude et al., 2010). Die Messung der technischen, taktischen und kognitiven Fähigkeiten gestaltet sich dabei häufig sehr komplex und die prognostische Validität dieser Verfahren wird immer wieder in Frage gestellt (Düring, 2011). Besonders in diesen Bereichen bleibt deshalb oft nur die reine Beobachtung, zum Beispiel durch das betreuende Team auch unter Zuhilfenahme der Video-Analyse innerhalb eines Trainings oder eines Spiels (Reinhardt, Schwesig, Lauenroth, Schulze & Kurz, 2019).

Bei der Analyse konditioneller Leistungsparameter gestaltet sich dies anders. Die Qualität und Ausprägung der verschiedenen motorischen Fähigkeiten kann durch etablierte sportmotorische Testverfahren erfasst werden (Altmann, Ringhof, Neumann, Woll & Rumpf, 2019; Dugdale, Arthur, Sanders & Hunter, 2019). Mithilfe dieser Testverfahren können also u. a. die aerobe und anaerobe Ausdauerleistungsfähigkeit, verschiedene Kraftdeter-

minanten sowie unterschiedliche Facetten der Schnelligkeit überprüft werden. Auf Grundlage dieser Daten können aktuelle Fitnesszustände von Spielern ermittelt werden, bei mehrfachen Testungen im Längsschnitt Trainings- und Entwicklungskontrollen durchgeführt oder bei entsprechender Datenlage Leistungen von Einzelnen in Bezug zu Vergleichsgruppen gesetzt werden. Auf diese Weise kann z.B. im Jugendfußball ermittelt werden, ob die körperliche Leistungsfähigkeit in verschiedenen Bereichen der Norm in ihrer entsprechenden Altersklasse entspricht oder ob sie unter- bzw. überdurchschnittlich ist. Dafür sollten in einem ersten Schritt zunächst eine Analyse und Auswertung der Leistungsstruktur anhand geeigneter Verfahren und mit leistungs- und funktionsbeeinflussenden Parametern erfolgen. Die Wahl der Messmethodik hängt dabei immer von einer Reihe von Faktoren ab, wie etwa Kosten, verfügbare Zeit, Raum, Anzahl der Sportler in der Kohorte und Erfahrung der Forscher (Ali, 2011). Auf Basis der erhobenen Messwerte können Trainingsinterventionen geplant und angepasst sowie Trainingsinhalte und -entwicklungen bewertet werden. Hierzu zählen unter anderem auch medizinische und physiotherapeutische Maßnahmen. Zur Evaluierung der Trainingsprogramme werden die Leistungs- und Funktionsdiagnostiken nach einer gewissen Zeit wiederholt und auf Basis der Ergebnisse die Trainingspläne entsprechend erneut angepasst (Altmann, Kuberczyk, Ringhof, Neumann & Woll, 2018; Nikolaidis et al., 2016). Voraussetzung für solche Beobachtungen und abgeleiteten Schlüsse ist, dass die genutzten Testverfahren objektiv, valide und reliabel sind, das heißt, sie müssen wissenschaftlichen Gütekriterien genügen (Hoppe et al., 2018).

Die Testverfahren selbst haben sich im Verlauf der letzten 50 Jahre deutlich verändert (Hoppe et al., 2018). Abbildung 4 zeigt diese Entwicklung. Leistungsdiagnostische Testverfahren haben bereits eine lange Tradition im deutschen Hochleistungsfußball. Neben Verfahren wie ergometrischen Tests, wie z.B. die Fahrrad- und Laufbandergometrie, Feldstufentests mit Untersuchungen der Herzfrequenz und Laktaktanalyse zur Ermittlung der

Laufgeschwindigkeit an der IAS oder auch Sprint- und Sprungkraftmessungen durch die Nutzung von Kraftmessplatten und Lichtschranken die seit vielen Jahren im Zentrum der Betrachtung stehen (Faude et al., 2010; Freiwald et al., 2008), wurden in den vergangenen rund zehn Jahren auch verstärkt Ortungssysteme in Training und Spielen eingesetzt. Die Ortungssysteme ermöglichen dabei wissenschaftlich detaillierte Spielanalysen hinsichtlich des körperlichen Anforderungsprofils zu erstellen. Bei der Erfassung konditioneller Kenngrößen unterliegen sie aber den ständig wechselnden Bedingungen und Einflüssen die in Fußballspielen stattfinden. Aus diesem Grund sollte die isolierte, sportmotorische Leistungsdiagnostik unter Einhaltung wissenschaftlicher Testgütekriterien nach wie vor das Mittel der Wahl zur Erfassung konditioneller Kenngrößen von Spielern sein (Hoppe et al., 2018; Hoppe et al., 2013).

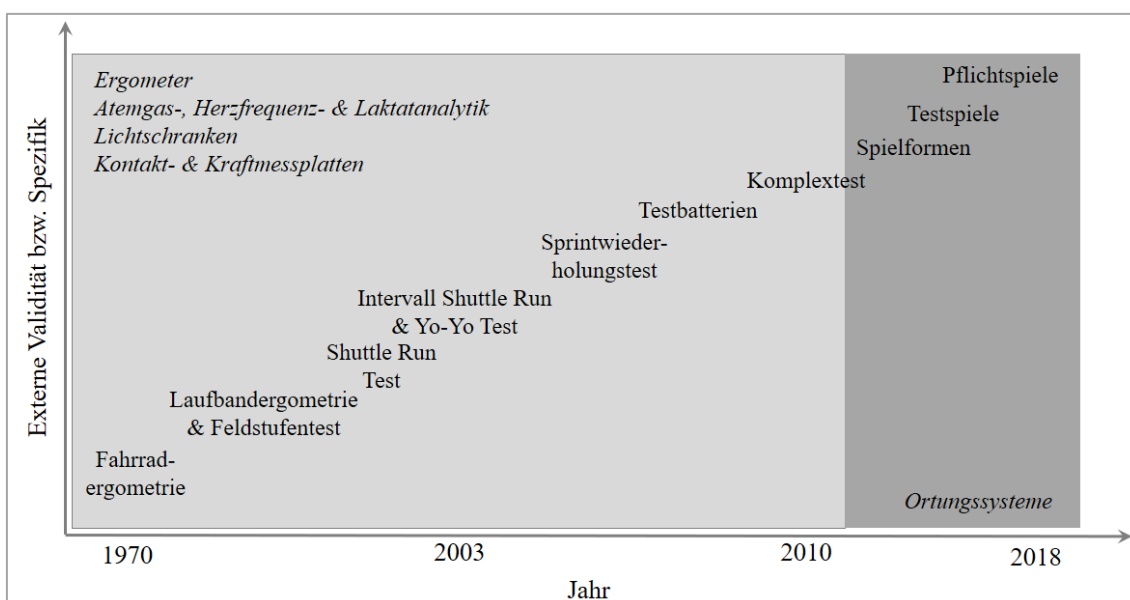


Abbildung 4: Entwicklung der konditionellen Leistungsdiagnostik im Fußball 1970-2018 (Hoppe et al., 2018, S. 538)

Die einzelnen Testverfahren bei der sportmotorischen Leistungsdiagnostik sind darauf ausgerichtet die verschiedenen Komponenten der konditionellen Fähigkeiten zu untersuchen. Trotz der Beachtung wissenschaftlicher Gütekriterien sollen die Verfahren gleichzeitig auch immer möglichst

sportartspezifisch und spielnah sein (Düring, 2011). Aus diesem Grund wird die Fahrradergometrie bei Fußballern in der Regel nicht mehr angewendet, außer bei kardiologischen oder gesundheitsspezifischen Fragestellungen. Bevorzugt eingesetzt werden Feldtestverfahren die auf die Messung der physischen Komponenten Ausdauerleistungsfähigkeit, Sprint-schnelligkeit, Sprungkraft und Bewegungsfunktionalität ausgerichtet sind (Faude et al., 2010). Einige fußballspezifisch relevante und in der deutschen Sportwissenschaft etablierte Verfahren die zur Ermittlung dieser physischen Fähigkeiten Anwendung finden sollen in den folgenden Punkten zur besseren Übersicht vorgestellt werden.

### **2.6.1 Anthropometrie**

Die Ausgangsbasis einer leistungsdiagnostischen Untersuchung besteht in der Regel in der Erfassung der anthropometrischen Daten der Spieler. Diese umfasst grundlegend die Ermittlung von Körpergröße und Körpergewicht und in Ableitung dessen, die Bestimmung des Body-Mass-Index (BMI) anhand der Formel: Körpergewicht (in kg) / Körpergröße (in m) zum Quadrat (Meyer, 2007). Neben der Erfassung dieser Daten werden auch teilweise Körperfettmessungen vorgenommen, die der Bestimmung der Körperzusammensetzung dienen. Diese erfolgt häufig anhand der Fettzangenmessung (Kalipermethode) oder auch anhand moderner Bio-Impedanz-Analysen (Aandstad, Holtberget, Hageberg, Holme & Anderssen, 2014; Finn, Saint-Maurice, Karsai, Ihász & Csányi, 2015).

### **2.6.2 Ausdauerdiagnostik**

Zur Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit wird traditionell unter anderem eine Laktatanalyse durchgeführt. Auch eine Spiroergometrie, also eine Messung der Ausdauerleistungsfähigkeit anhand von Atemgasen, wird häufig eingesetzt (Meyer, Welter, Scharhag & Kindermann, 2003;

Ziogas, Patras, Stergiou & Georgoulis, 2011). Spiroergometrien finden allerdings in der Regel auf dem Laufband im Labor und lediglich in Form von Einzeltestungen statt. Aus ökonomischen Gründen werden Ausdauerdiagnostiken deshalb bevorzugt draußen und in Gruppen durchgeführt. Für diese Form der Untersuchung kommen in der Regel Feldstufentests zum Einsatz, bei denen die Belastungsintensität schrittweise gesteigert wird. Die Belastungsdauer bei den unterschiedlichen Intensitäten ist zeitlich begrenzt, sodass die Intensität in regelmäßigen, gleichlangen Intervallen erhöht wird. Beim DFB hat sich seit vielen Jahren im Herren- und männlichen Juniorenbereich eine Stufendauer von drei Minuten mit einer Stufenhöhe von zwei km/h etabliert, wobei die erste Stufe normalerweise bei zehn km/h gestartet wird (Faude et al., 2010). Die Belastung wird dabei bis zur vollständigen Ausbelastung fortgesetzt. Das Ziel dieses Testverfahrens besteht in der Ermittlung der IAS anhand einer Laktatdiagnostik. Aus diesem Grund wird vor der Belastung sowie auf jeder Intensitätsstufe und je nach Belastungsprotokoll bzw. Schwellenmodell teilweise auch nach der Belastung arterielles Blut, vorzugsweise aus Ohrläppchen oder Fingerkuppe, zur Laktatanalyse entnommen (Meyer, 2007; Röcker, 2013).

Als weitere häufig angewendete und geeignete Testverfahren sind der Shuttle-Run-Test und der YoYo-Test oder auch Beep-Test zu nennen (Grgic et al., 2019; Mayorga-Vega, Aguilar-Soto & Viciano, 2015). Im Gegensatz zum Feldstufentest handelt es sich bei diesen Tests um nicht-invasive Verfahren, das heißt es wird dabei kein Blut entnommen und lediglich die Herzfrequenz aufgezeichnet. Auch hier wird die Belastungsintensität schrittweise erhöht. Diese stufen- und rampenförmigen Testverfahren nutzen mehrere aufeinanderfolgende Steigerungen der Belastungsintensität, deren Belastungszeit begrenzt ist und bei denen eine gewisse Steigerung von Stufe zu Stufe stattfindet (Schmitz et al., 2018). Diese Tests werden vermehrt im Jugendbereich eingesetzt, da sie eine kostengünstige Alternative zu den teuren Verfahren Laktatanalyse und Spiroergometrie darstellen. Die Ausdauerleistungsfähigkeit wird dabei anhand der maximal erreichten Ge-

schwindigkeitsstufe bestimmt. Da diese Methoden wissenschaftlich gut untersucht sind, können mithilfe der Herzfrequenz Trainingsempfehlungen abgeleitet werden. Zudem können mit diesem Verfahren größere Gruppen gleichzeitig getestet werden, was zu einer Zeitersparnis führt.

### 2.6.3 Schnelligkeitsdiagnostik

Die Unterschiede bei Sprinttests fallen häufig sehr klein aus und die Effekte von Trainingsinterventionen sind häufig noch geringer (Haugen, 2018). Daher ist entscheidend, dass die Datenerfassung in Form von Zeitmessung und Durchführung nach klaren Teststandards erfolgt, um Leistungsunterschiede und -veränderungen erkennen zu können. Geringfügige Änderungen der Messmaterialien oder der Durchführungsstandards können dabei schon zu einer deutlichen Beeinflussung der Messergebnisse führen. Aus diesem Grund ist es wichtig, die gewählte Testmethodik so genau wie möglich zu beschreiben (Haugen, 2014). Die Erfassung der Schnelligkeit sollte mithilfe von Lichtschranken erfolgen, da die Variabilität von Handstopnungen die Tag-zu-Tag-Schwankungen der Sprintleistung bei weitem übersteigt (Haugen et al., 2019; Hetzler, Stickley, Lundquist & Kimura, 2008). Die Höhe der Lichtschranken kann dabei ebenso einen Einfluss auf die Messergebnisse haben, wie auch der gewählte Untergrund. Tests auf Naturrasen sind in diesem Zusammenhang häufig von Nachteil, da die Rasenverhältnisse in hohem Maße vom Wetter beeinflusst werden (Faude, Schnittger, et al., 2009). Die Messung der fußballspezifischen Laufschnelligkeit kann im Wesentlichen in drei Testverfahren unterteilt werden die sich aus dem Anforderungsprofil des Fußballspiels ergeben: den linearen Sprint, den nicht-linearen Sprint und wiederholte Sprints (Faude et al., 2010).

Lineare Sprinttests werden in der Regel über eine Distanz von bis zu 40 m durchgeführt wobei häufig zusätzlich auch Zwischenzeiten ermittelt werden (Haugen, 2014). Etablierte Testprotokolle sind dabei unter anderem der 20 m Sprinttest mit einer Zwischenzeit bei 10 m (DFB, 2013) oder auch

der 30 m Sprinttest mit Zwischenzeiten bei 5 m (Explosivität) und 10 m (Beschleunigung). Der Start erfolgt dabei aus dem Stand und ohne Startsignal, um den Einfluss der Reaktionszeit auszuschließen. Das Durchbrechen der ersten Lichtschranke löst die Zeit aus, wobei sich die Startposition zwischen 0-1 m vor der ersten Lichtschranke befindet. Der Abstand zur ersten Lichtschranke hat einen Einfluss auf die Sprintzeit (Faude et al., 2010; Haugen & Buchheit, 2016).

Im Bereich der nicht-linearen Sprints werden die Begriffe Richtungswechselsprint, Gewandtheitslauf oder auch Agility-Run häufig synonym verwendet. Strenggenommen sollten diese Verfahren jedoch unterschieden werden (Young, Dawson & Henry, 2015). Im Bereich dieser Untersuchungen gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Testverfahren, die häufig in keinem Zusammenhang zueinander stehen und wenig fußballspezifisch sind (Altmann et al., 2019; Bloomfield, Polman & O'Donoghue, 2008; Sheppard & Young, 2006). Ein Verfahren, das sich in den vergangenen Jahren im Jugendfußball etabliert hat, ist der Laufgewandtheitstest aus dem Testmanual für die technomotorische Leistungsdiagnostik nach Höner (2013), bei dem ein Slalomparcours bestehend aus sechs Stangen durchlaufen werden muss (DFB, 2013). An Start- wie auch Ziellinie stehen Lichtschranken zur Zeitmessung. Der Start erfolgt aus dem Stand, ohne Startsignal und mit dem vorderen Fuß direkt an der ersten Lichtschranke.

Aufgrund der hohen Anzahl von Sprints die Fußballer während eines Spiels durchführen müssen, werden seit einiger Zeit Sprintwiederholungstests durchgeführt. Ziel dieser Testung ist die Erfassung der Repeated-Sprint-Ability (Padulo et al., 2015; Svensson & Drust, 2005). Dabei werden mehrere Sprints nacheinander mit kurzen Pausen von 20-40 Sekunden durchgeführt. Gemessen werden die schnellste Laufzeit, die durchschnittliche Laufzeit sowie ein Ermüdungsindex, der den Leistungsabfall über die Anzahl der Versuche beschreibt (Castagna et al., 2018). Neben den primär neuromuskulär determinierten Schnelligkeits- und Schnellkraftfähigkeiten, kommt hier zusätzlich eine energetisch-determinierte Ausdauerkomponente mit zum Tragen. Hierbei muss beachtet werden, dass die Spieler vom

ersten Sprint an maximal laufen und nicht in Erwartung der folgenden Sprints submaximal beginnen, da auf diese Weise nicht die tatsächliche Schnelligkeitsausdauer getestet werden würde (Faude et al., 2010).

#### **2.6.4 Sprungdiagnostik**

Explosive und schnellkräftige Aktionen spielen im Fußball eine entscheidende Rolle. Das Schnellkraftverhalten der Beinstrecker kann als bedeutende Basisgröße solcher explosiver fußballspezifischer Aktionen definiert werden (Deprez et al., 2015). Während es zahlreiche unterschiedliche Sprungtestverfahren wie beispielsweise der Lateral Jump oder den Jump and Reach Test gibt, haben sich im deutschsprachigen Raum vor allem drei Sprungkrafttests im Fußball etabliert: Der Counter Movement Jump (CMJ) dient der Analyse des langsamen DVZ. Der Drop Jump (DJ) wird zur Bestimmung des schnellen DVZ eingesetzt und der Squat Jump (SJ) wird zur Erfassung des rein konzentrischen Schnellkraftverhaltens der Beinstreckerkette verwendet (Richter, Räßle, Kurz & Schwameder, 2012). Bei allen drei Sprungverfahren besteht das Bewegungsziel darin, die maximale Sprunghöhe zu erreichen. Die Sprunghöhe wird normalerweise durch Kontaktmatten gemessen und anhand der Flugzeit bestimmt. Aus diesem Grund müssen die Sprünge in standardisierter Ausführung, als Strecksprung durchgeführt werden. Beim DJ wird neben der Flughöhe auch die Bodenkontaktzeit ermittelt. Anhand dieser beiden Werte kann ein DJ-Index bestimmt werden, der stellvertretend für die Leistungsfähigkeit des schnellen DVZ steht (Faude et al., 2010; Struzik, Juras, Pietraszewski & Rokita, 2016).

#### **2.6.5 Diagnostik der Bewegungsfunktionalität und Körperstabilität**

Die Testung der Bewegungsfunktionalität und Körperstabilität ist von hoher Bedeutung für die Bewertung des Zusammenspiels der Extremitäten mit dem Rumpf und ist in hohem Maße von der Beweglichkeit, Kraft und Koordination abhängig (Rey, Padrón-Cabo, Barcala-Furelos & Mecías-



Calvo, 2016; Sporis, Vucetic, Jovanovic, Jukic & Omrcen, 2011). Vor allem dem Begriff der Core-Stability wird dabei eine verletzungsprophylaktische Wirkung zugeschrieben (Borghuis, Hof & Lemmink, 2008; Paul et al., 2014). Auch wenn sich bislang kein Verfahren zur Testung der Rumpfstabilität und Bewegungsqualität als Goldstandard etablieren konnte, wird der Functional-Movement-Screen als Test zur Beurteilung von Kraft- und Beweglichkeitsfähigkeiten im Fußball vermehrt eingesetzt (Silva, Clemente, Camões & Bezerra, 2017). Der Test besteht aus sieben Testaufgaben, für die der Untersucher null bis drei Punkte vergeben kann (Faude et al., 2010). Allerdings hängt die Aussagekraft der Untersuchung stark von der Erfahrung und Expertise des Untersuchenden ab (Minick et al., 2010).

#### **2.6.6 Haltungsdagnostik**

Neben den genannten, sportartspezifischen Testverfahren werden Haltungsdagnostiken im Fußball nur sehr vereinzelt eingesetzt auch wenn die Körperhaltung einen hohen Einfluss auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Fußballspielern haben kann. Die Körperhaltung wird in erster Linie von der typischen Form der Wirbelsäule, bestehend aus den zwei Lordosen der Halswirbelsäule (HWS) und Lendenwirbelsäule (LWS) sowie den beiden Kyphosen der Brustwirbelsäule (BWS) und des Os sacrum bestimmt. Dabei spiegelt die Körperhaltung aber immer sowohl die körperliche als auch die seelische Situation eines Menschen wider (Goßen, 2002). So steht die Körperhaltung in einem ständigen Zusammenhang zu psychischen Gemütszuständen. Verschiedene Empfindungen können sich deshalb kurzfristig stark auf die Körperhaltung auswirken. Aus diesem Grund muss stets zwischen dem vorübergehenden Körperbild und dauerhaften Fehlhaltungen unterschieden werden (Abele & Yzerbyt, 2020). Um pathologische Fehlhaltungen bestimmen zu können erscheint die Definition einer Normalhaltung notwendig. Aufgrund des Zusammenhangs aller Körperteile zueinander sowie ihrer anatomischen Anordnung in Verbindung mit den

unterschiedlichen Größen- und Längenverhältnissen verschiedener Menschen wäre eine schlichte Benennung von Standardmaßen unzureichend zur Beurteilung der Haltungsqualität. Aus diesem Grund sollte die Körperhaltung immer in ihrer Gesamtheit und in Abhängigkeit des Zusammenspiels aller Körperkompartimente beurteilt werden (Johnson, 2013). Dementsprechend lässt sich festhalten, dass die ideale Körperhaltung nicht für jeden Menschen gleich ist. Im Allgemeinen erfolgt die Haltungsanalyse anhand der Betrachtung des posterioren, lateralen und anterioren Körperbildes (Ferreira, Duarte, Maldonado, Bersanetti & Marques, 2011). Die Beurteilung wird dabei anhand des Verhältnisses der Körperteile und des Seitenvergleichs zu einem Lot vorgenommen. Untersuchungen zeigen, dass Haltungsdefizite im Kindes- und Jugendalter mit einer Häufigkeit von bis zu 65 % vorliegen (Albrecht, 2007; Ludwig, Kelm & Fröhlich, 2017; Ludwig, Mazet & Schmitt, 2003). Häufig kommen solche Haltungsschwächen oder Fehlhaltungen im Bereich der LWS oder der HWS vor und können erhebliche Beschwerden verursachen. In diesem Zusammenhang hat sich der Kopfvorstand, als eine häufige bzw. moderne Haltungsschwäche der jungen Smartphone Generation etabliert (Ludwig et al., 2017). Ursache hierfür ist eine schwache Schulter- und Nackenmuskulatur (u.a. des Musculus trapezius oder Musculus splenius capitis) sowie eine verkürzte Halsmuskulatur (z.B. der Musculi scaleni oder des Musculus longus colli) in Verbindung mit einer verkürzten Brustmuskulatur (Musculus pectoralis major). Als weitere häufig auftretende Haltungsdefizite können u.a. die Hyperlordose der LWS (Hohlkreuz), die Hyperkyphose der BWS (Rundrücken, Buckel) oder auch eine verminderte Ausprägung der BWS-Kyphose und LWS-Lordose (Flachrücken) genannt werden. Diese Haltungsdefizite sind in den meisten Fällen erworben und nicht angeboren und können zu Beschwerden und Pathologien des Muskel- und Skelettsystems führen (Albrecht, 2007; Buchtelová, Tichy & Vaniková, 2013). Um Beschwerden, Verletzungen und Folgeschäden zu vermeiden, empfiehlt sich eine regelmäßige Anwendung von Haltungsdiagnostiken, um Haltungsschwächen möglichst frühzeitig, bereits vor dem Auftreten von Beschwerden diagnostizieren zu können.

Auf diese Weise können individuelle Trainingsmaßnahmen erfasst werden, die auf die Prävention oder auch die frühe Rehabilitation solcher Haltungsschwächen ausgerichtet sind. Nach Ludwig et al. (2017) sollte ein solches, zielgerichtetes Haltungstraining bereits im Jugendalter begonnen und kontinuierlich fortgesetzt werden. Abbildung 5 zeigt die förderlichen Effekte die ein kontinuierliches Training auf die Körperhaltung eines durchgehend Trainierenden im Laufe von sechs Jahren haben kann.

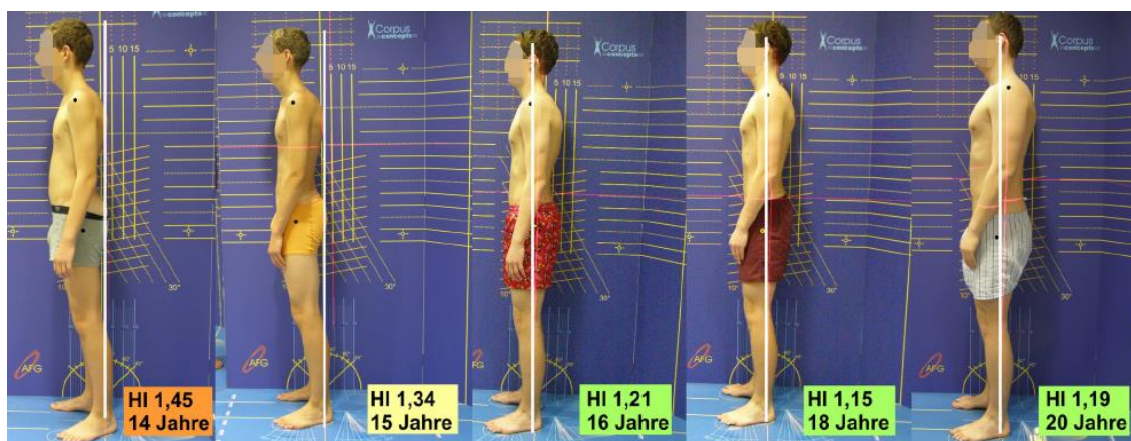


Abbildung 5: Haltungsentwicklung zwischen dem 14. und 20. Lebensjahr (Ludwig, Kelm & Fröhlich, 2017, S. 70)

Im Kindes- und Jugendalter sind muskulär bedingte Veränderungen der sagittalen Wirbelsäulenkrümmung oft symptomarm. Die Folgen machen sich aber meist zu einem späteren Zeitpunkt im Berufsleben oder der Sportkarriere bemerkbar. Hier können sich durch die Monotonie der beruflichen Tätigkeiten, durch einseitige Anforderungen, Kreuz-, Rücken- und Nackenschmerzen einstellen (Dreinhöfer, Koppe, Schäfer & Decking, 2018). Im Fußball finden Untersuchungen der Körperhaltung in den meisten Fällen erst nach dem Auftreten von Beschwerden statt. Haltungsanalysen erfolgen also meist erst im Rahmen der Rehabilitation und Ursachenforschung, wenn ein Spieler bereits Probleme hat. Dies kann zu langen Ausfallzeiten aus dem Spiel- und Trainingsbetrieb führen. Ein Beispiel für einen solchen Fall ist in Abbildung 6 dargestellt. Hierbei handelt es sich um einen 17-jährigen Fußballspieler, der bei sportlicher Belastung über akute Schmerzen

im Bereich der LWS sowie der BWS klagt. Aufgrund der Beschwerden ist der Spieler nicht spiel- und trainingsfähig. Durch eine Haltungsdiagnostik konnten eine Hyperlordose in der LWS, eine Hyperkyphose der BWS sowie eine leichte Beckenverwringung als Auslöser diagnostiziert werden. Eine darauffolgende Röntgenuntersuchung konnte keine zusätzlichen Informationen liefern. Des Weiteren wurden bei der Haltungsdiagnostik starke Muskelverkürzungen des Musculus iliopsoas (rechts), Musculus adduktor longus (beidseits) sowie des Musculus pectineus (beidseits) festgestellt. Auf Grundlage dieser Diagnose wurden physiotherapeutische Maßnahmen eingeleitet und ein spezifisches rehabilitatives Trainingsprogramm zur Behandlung des Spielers verfasst. Aufgrund der hohen Prävalenz von Haltungsdefiziten im Kindes- und Jugendalter und der teilweise, wie in diesem Beispiel dargestellt, schwerwiegenden Folgen in Form von Ausfallzeiten von mehreren Monaten für die Spieler, empfiehlt es sich, Haltungsdiagnostiken aus präventiver Sicht insbesondere bei heranwachsenden Spielern im Jugendfußball im Rahmen von regelmäßigen Untersuchungen durchzuführen.



Abbildung 6: Auswertung Haltungsanalyse

Im orthopädischen Bereich hat sich die visuell und manuell durchgeführte Haltungsanalyse als bewährte Untersuchungsmethode und als eine strahlenfreie Alternative zum Röntgen bewährt (Hepp & Locher, 2014). Sie

bietet ein schnelles und nicht-invasives Verfahren zur Diagnose von Lotabweichungen wie Wirbelsäulendeformitäten, Beinlängendifferenzen und sonstigen Haltungsauffälligkeiten. Aufgrund der fehlenden Normen sowie zahlreicher Übergangsformen zwischen verschiedenen Haltungstypen gestaltet sich die Beurteilung der Haltungsqualität häufig nicht ganz einfach. Um die Körperhaltung reproduzierbar messen zu können, muss die Analyse anhand festgelegter und standardisierter Kriterien erfolgen (Ludwig, 2009). In den vergangenen Jahren hat sich dabei die Rasterstereographie etabliert. Bei diesem Verfahren wird ein dreidimensionales Bild des Rückenformprofils erzeugt (Lippold et al., 2010). Dazu wird ein von einer Projektionseinheit ausgesandtes Lichttraster auf die Rückenfläche eines in definiertem Abstand zum Gerät stehenden Patienten projiziert. Das Lichttraster ermittelt dann über eine video-optische Einheit Daten über das Oberflächenprofil (Lippold, Danesh, Hoppe, Drerup & Hackenberg, 2006). Zur Beurteilung der Körperhaltung werden häufig die in Abbildung 7 dargestellten drei anatomischen Parameter erhoben.

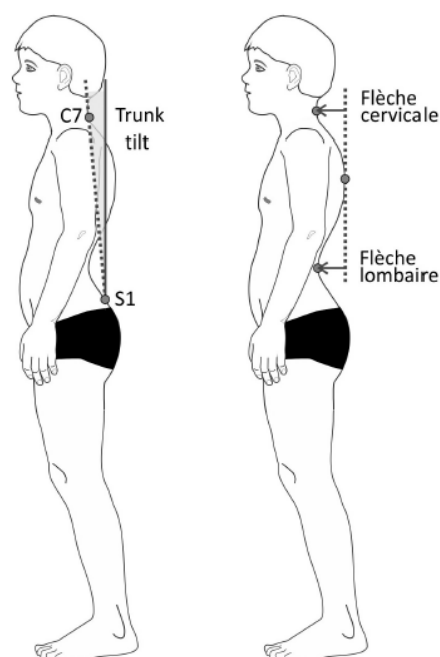


Abbildung 7: Schematische Darstellung der Haltungparameter (Ludwig et al., 2019, S. 5)

- Flèche cervicale: horizontaler Abstand zwischen dem Punkt der stärksten Brustkyphose und dem Punkt der tiefsten Halslordose in der Sagittalebene.
- Flèche lombaire: horizontaler Abstand zwischen dem Punkt der stärksten Brustkyphose und dem Punkt der tiefsten Lendenlordose in der Sagittalebene.
- Körperachse: Winkel der Körpervorneigung der Verbindungslinie aus S1 (Kreuzbein) und C7 (Übergang von Hals- und Brustwirbelsäule) in der Sagittalebene.

Haltungsanalysen sind allerdings nicht nur zum Zwecke der Verletzungsprävention oder in der Rehabilitation von Bedeutung. Aus mechanischer Sicht ist es durchaus denkbar, dass Haltungsschwächen auch die Bewegungsqualität beeinflussen können. Ein häufiges Haltungsdefizit in der heutigen Gesellschaft, mit vorwiegend sitzenden Tätigkeiten, ist die Hyperlordose der LWS (Gutman et al., 2016). Die Ursache für eine solche Hyperlordose besteht in der Regel in muskulären Dysbalancen. Dabei führen eine schwache Bauch- und Gesäßmuskulatur (Musculus rectus abdominis und Musculus gluteus maximus) verbunden mit einer verkürzten Hüftbeugemuskulatur (Musculus iliopsoas) dazu, dass das Becken nach vorne kippt und über die relativ starre mechanische Koppelung von Kreuzbein und Wirbelsäule die LWS in eine Hyperlordose zieht (Ludwig et al., 2003). Die Gesäßmuskulatur (Musculus gluteus maximus) als Hüftstrecker ist neben der vorderen Oberschenkelmuskulatur (Musculus quadriceps femoris) auch in hohem Maße an der Extension des Knie- und Hüftgelenks beteiligt. So ist es durchaus denkbar, dass Muskelschwächen z.B des Musculus gluteus maximus sich auch auf (explosive) Extensionsbewegungen (wie etwa bei Sprüngen oder Sprints) sowie auf die biomechanische Kopplung zwischen Rumpf und Gliedmaßen auswirken. Die Sprungkraft und Schnelligkeit stellen wichtige Basisgrößen des Schnellkraftverhaltens der Beinstreckerkette dar (Schlumberger, 2006). Somit hätte ein solcher Zusammenhang zwischen der Körperhaltung und sportmotorischen Bewegungen folglich einen direkten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit von Fußballern.

### **2.6.7 Problemfelder leistungsdiagnostischer Untersuchungen**

Die Qualität und Vergleichbarkeit leistungsdiagnostischer Testverfahren ist in hohem Maße von der Beachtung der methodischen Standardisierung der Testverfahren abhängig (Ali, 2011; Faude et al., 2010). Zu diesem Zweck wurden methodische Standards formuliert, mit Hilfe derer gewährleistet werden soll, dass Diagnostiken, unabhängig wo und von wem sie aufgenommen werden, unter identischen Durchführungsstandards erhoben werden und somit immer mit eigenen Ergebnissen vergleichbar sind (Faude et al., 2010). Dies gilt auch für die Wahl der Auswerteverfahren, den Einsatz der Messmaterialien und die Dokumentation der Messergebnisse. Die Versuche Durchführungsstandards für leistungsdiagnostische Maßnahmen im deutschen Fußball zu etablieren, sind allerdings nur bedingt angenommen worden. Aus diesem Grund sind flächendeckende Vergleiche der Leistungsfähigkeit von Fußballspielern bislang kaum möglich. Vor allem im Jugendbereich gibt es nur wenige Daten die unter standardisierten Messmethoden erhoben wurden und so Auskunft über Leistungswerte in verschiedenen Alters- oder Spielklassen geben. Um Spieler mannschaftsübergreifend vergleichen und bewerten zu können ist es erforderlich Daten zu erfassen, die unter einheitlichen Bedingungen und Durchführungsstandards an einer großen Stichprobe erhoben werden.

## **2.7 Jugendfußball und Nachwuchsförderung**

Der Deutsche Fußballbund nahm das vorzeitige Ausscheiden aus der Fußball-Europameisterschaft im Jahr 2000 zum Anlass, die Nachwuchsförderung neu zu strukturieren. Die neuen Förderkonzepte sollten die Versäumnisse der Vergangenheit beseitigen und jungen Spielern optimale Entwicklungsmöglichkeiten bieten (Eberhardt, 2012). Diese neuen Nachwuchskonzepte haben im Wesentlichen zwei zentrale Ziele: die Vereinbarkeit von Sport und Schule bzw. Beruf und die intensive und systematische Förderung im eigentlichen Sinne (DFB, 2020b). Als wichtiges Element entstanden die NLZ in den Profi-Vereinen. Diese NLZ sind heute für die Vereine der

ersten und zweiten Bundesliga verpflichtend, können aber zusätzlich auch von Vereinen der dritten Liga sowie der Regionalligen aufgebaut werden. Zur Qualitätssicherung sind diese Einrichtungen regelmäßigen Zertifizierungsprozessen ausgesetzt, durch die eine leistungssportgerechte Förderung, im Sinne des DFB, gewährleistet werden soll. Neben den Vereinen unterhalten auch die Landesverbände in Zusammenarbeit mit dem DFB Stützpunkte, durch die ein engmaschiges und flächendeckendes Netz zum intensiven Sichten und Fördern junger Spieler gewährleistet werden soll (DFL, 2020a). Zur besseren Übersicht zeigt Abbildung 8 die Organisationsstruktur der Talentförderung des DFB (DFB, 2016).

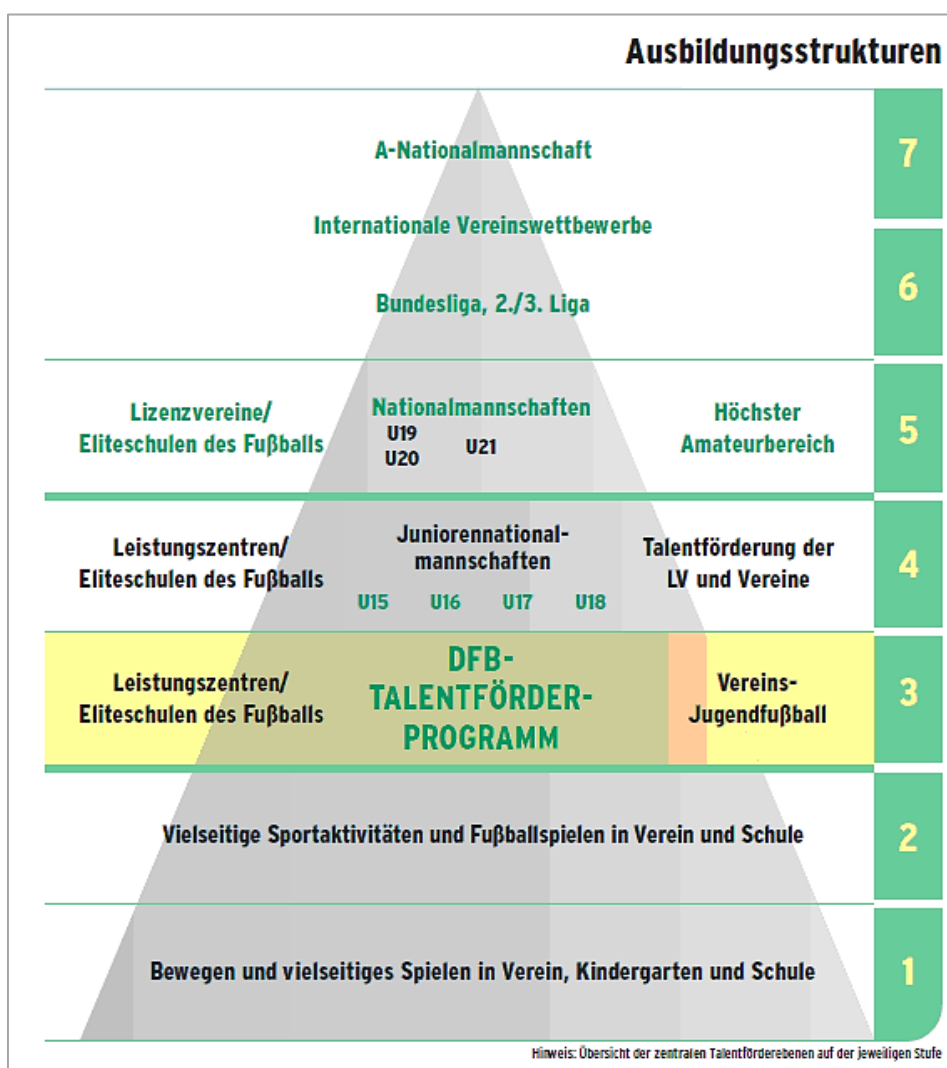


Abbildung 8: Organisationstruktur der Talentförderung des DFB (DFB, 2016)



Junge Spieler zu fördern und ihnen eine spätere Karriere im Erwachsenenalter zu ermöglichen, ist eine große Herausforderung. Dabei stellen die Vereine, genauer ihre Jugendfußballabteilungen den Träger der Nachwuchsförderung dar (Güllich, 2013). Die Förderung richtet sich dabei vorwiegend auf die bereits an anderer Stelle beschriebenen leistungsdeterminierenden Kompetenzen Technik, Taktik, Physis und Psyche (Meyer, 2006). Die Spieler sollen zusätzlich möglichst individuell gefördert werden. Diese Nachwuchsarbeit wird durch gut ausgebildete Trainer und ihre Teams gesichert. Auf diese Weise sollen die Spieler frühzeitig und bestmöglich auf die komplexen Inhalte und Anforderungen des modernen Fußballs vorbereitet werden (DFB, 2019). Die Arbeit auf Vereinsebene geht jedoch über den fußballerischen Kernbereich hinaus. Die Vereine haben die Aufgabe, auch ihrer gesellschaftlichen Verantwortung nachzukommen (DFB, 2020b). Dies bedeutet, dass die Jugendlichen betreut werden und dadurch eine gute Erziehung erhalten, dass Ausbildung und Schule angemessen berücksichtigt werden und dass die Freizeitgestaltung abseits des Fußballs verantwortungsvoll organisiert wird. Aus diesem Grund unterhalten Vereine Jugendhäuser in denen die jungen Spieler wohnen, kooperieren mit Gastfamilien oder agieren gemeinsam mit Eliteschulen des Sports (Grossmann & Lames, 2015; Madeja, 2006). Die Nachwuchsarbeit ist aber nicht nur eine Angelegenheit der Profivereine. Auch Amateurvereine, die von der Kreisklasse bis zur Oberliga aktiv sind, bemühen sich im Rahmen ihrer Möglichkeiten um die Förderung des Nachwuchses. Diese Vereine sind allerdings finanziell nicht so ausgestattet, dass sie vergleichbar zu den Profivereinen agieren könnten. Unterstützung erhalten sie deshalb von den jeweiligen Verbänden, denen sie zugeordnet sind. Mit Hilfe der Stützpunkte der Landesverbände sollen insbesondere Spieler aus Amateurvereinen gefördert werden. An diesen Stützpunkten arbeiten über 1.300 Trainer, die die Sichtung wie auch die Grundlagenausbildung junger Spieler übernehmen. Zudem sind als Bindeglied zwischen Verbänden und DFB 29 Stützpunktkoordinatoren eingesetzt, die eine verbandsübergreifende Arbeit gewährleisten sollen.

Die Landesverbände unterhalten zudem Auswahlmannschaften in den jeweiligen Altersklassen. Diese Auswahlmannschaften treten untereinander zu überregionalen Spielen und Turnieren an, die unter anderem auch zur Sichtung potenzialreicher Spieler genutzt werden (DFB, 2019).

Diese hier geschilderten Fördermaßnahmen gelten zumindest noch für das Jahr 2020 und damit die Jugendsaison 2020/2021. Der DFB denkt allerdings bereits über eine Reform der Talentförderung nach. Seit Februar 2018 entwickelt der DFB das „Projekt Zukunft“, das umfassende Änderungen anstrebt. Bisher schreibt das Jugendsystem des DFB vor, dass beispielsweise die beiden ältesten Altersklassen in drei regionalen Bundesligen ihre Meisterschaft ausspielen, die Ligen Absteiger ermitteln und die jeweiligen Meister in Endrunden ausgespielt werden. Die neuen Pläne sehen nun vor, dass die Bundesligen aufgelöst werden. Ab der Altersklasse der Unter 14 Jährigen sollen zudem die NLZ aus dem bisherigen Ligensystem ausgegliedert werden. Dies würde die Schaffung von neuen regionalen Gruppen mit sich bringen, in denen die NLZ-Mannschaften in einer Art von Entwicklungsspielen gegeneinander antreten, ein Auf- und Abstieg würde nicht mehr vorgenommen, solange die jeweiligen NLZ die Anforderung des DFB an diese Einrichtungen erfüllen. Der DFB verspricht sich hiervon, dass die einzelnen Spieler eine verbesserte individuelle Förderung erhalten, da der Druck sinkt sich Woche für Woche auf das nächste Punktspiel vorbereiten zu müssen. Auch sollen auf diese Weise häufige Reisen zu den Punktspielen entfallen, die teilweise mehrere hundert Kilometer umfassen. Der DFB geht damit von einem flexibleren Terminkalender im Sinne der jungen Spieler und ihrer Förderung aus. Auch die Möglichkeit der Schaffung individueller Regeln soll gegeben sein. So ist es denkbar, dass die Spiele in drei Drittel aufgeteilt werden, wobei jeder Spieler mindestens in einem Drittel zum Einsatz kommen muss. Auf diese Weise soll verhindert werden, dass einzelne Spieler komplette Spiele nicht eingesetzt werden. Eine deutsche Meisterschaft soll lediglich noch beim ältesten Jahrgang ausgespielt werden. Diese Reform wird durch eine Pilotphase in der nächsten Saison eingeführt und soll ab der Saison 2022/2023 vollständig greifen (Kicker, 2020).

### 2.7.1 Talentbegriff

Ein bedeutender Begriff, wenn es um den Jugendfußball und die damit verbundene Nachwuchsförderung geht ist Talent. Da der Talentbegriff äußerst facettenreich ist und immer wieder unterschiedlich definiert wird soll er, zum besseren Verständnis, an dieser Stelle näher betrachtet werden. Während der Talentbegriff im sportlichen Sprachgebrauch häufiger verwendet wird, wird er jedoch oft synonym zu dem Begriff der Begabung gebraucht (Duden, 2019). Beide Begriffe beschreiben eine angeborene Befähigung, sind aber dennoch voneinander zu unterscheiden (Baker & Wattie, 2018). Der Begriff der Begabung beschreibt ein Fähigkeitspotenzial, das zu außergewöhnlicher Leistungsfähigkeit führen kann, wobei sich die Literatur nicht einig ist, ob sich dies auf ein generelles oder ein spezifisches Potenzial richtet (Ziegler, 2010). Teilweise wird bereits von Begabung gesprochen, wenn eine Person im Vergleich zu anderen ihrer Altersgruppe herausragende Leistungen zeigt (Fischer, 2013a). In den 1990er Jahren wurde Begabung daher häufig im schulischen oder akademischen Bereich angewendet, gerne auch in Bezug auf die Intelligenz, da die Leistung messbar sein sollte. Spezifische Begabungen erweiterten diesen Begabungsbegriff zum Beispiel um künstlerische oder musische Fähigkeiten (Ziegler, 2018). Gerade diese Unterscheidung zwischen allgemeiner und individueller Befähigung zu besonderen Leistungen im gesamten Dispositionssystem oder speziellen Fähigkeiten, die aber eben nur in ganz bestimmten Bereichen auftreten, verhindern eine allgemeingültige Definition des Begriffes. Einigkeit besteht in der Literatur nur darin, dass es sich bei der Begabung um die Befähigung handelt, oder zumindest ein Potenzial, höchste Leistungen zu erbringen und letztendlich zum Experten zu werden (Fischer, 2013b). Talent hingegen hebt auf einen spezifischen Bereich ab, beispielhaft den Fußball und beschreibt das Potenzial, das vorhanden ist, um eine höchste Leistungsfähigkeit in diesem spezifischen Bereich zu erbringen (Stadelmann, 2015; Ziegler, 2010). Während Einigkeit darüber besteht, dass der Begriff eine angeborene Fähigkeit beschreibt, die die Grundlage für ein

Entwicklungspotenzial darstellt, ist jedoch auch der Talentbegriff mit unterschiedlichen Definitionen belegt. Einige Autoren fassen unter dem Begriff sowohl das körperlich-motorische Potenzial wie auch Persönlichkeitsmerkmale zusammen (Conzelmann, Zibung & Zuber, 2018). Andere Autoren erweitern dieses Verständnis und beschreiben unter dem Talentbegriff neben Leistungsvoraussetzungen auch den Entwicklungsprozess eines Menschen. In diesem Sinne werden Wissen und Fähigkeiten, die Personen in ihrem Entwicklungsprozess ausbilden und später in außergewöhnlicher Weise beherrschen, in dieses Begriffsverständnis miteinbezogen (Gagné, 2010). Es handelt sich beim Talent im Sport damit um einen domänenspezifischen Fähigkeitenkomplex (Baker & Wattie, 2018).

Die meisten Definitionen nehmen Bezug auf Joch (2001), der ebenso einen dynamischen Entwicklungsprozess sieht, der durch interne und externe Faktoren begünstigt wird und der auch die später gezeigten Höchstleistungen als Teil des Prozesses berücksichtigt (Joch, 2001). Hohmann (2009) berücksichtigt in seiner Definition sowohl die Expertise, wie auch die Begabung. Die Expertise findet hierdurch Berücksichtigung, dass ein Talent dann beobachtet werden kann, wenn die Person bereits nachweislich Höchstleistungen im Sport gezeigt hat. Die Begabung äußert sich im Vergleich zu Referenzpersonen dadurch, dass unter Einbeziehung des bis dahin bereits erfolgten Trainings eine überdurchschnittliche Leistungsfähigkeit vorliegt. Darüber hinaus kann bei einem solchen Talent angenommen werden, dass aufgrund von personeninternen und kontextuellen Bedingungen der weiteren Förderung auch zukünftig Spitzenleistungen erwartet werden können (Hohmann, 2009). Talent kann damit zusammenfassend mit den Begriffen Individualität, Potenzial zu Spitzenleistungen, Entwicklungsprozess, Berücksichtigung interner und externer Faktoren bei der weiteren Ausbildung und Erlangen von Expertise beschrieben werden. Was mitunter auch verdeutlicht, warum eine erfolgreiche Talentidentifikation eine solche Herausforderung darstellt.

### **2.7.2 Talentförderung**

Das übergeordnete Ziel der Talentförderung besteht für den DFB und die Vereine darin, über alle Jahrgänge der Juniorennationalmannschaften hinweg international konkurrenzfähig zu sein sowie nationale wie auch internationale Erfolge zu erzielen. Die Jugendsichtung und Talentdiagnostik setzt deshalb bereits in jungen Jahren an, da gemeinhin davon ausgegangen wird, dass eine frühe Talenterkennung, durch intensive und gezielte Förderung auch die Chance auf späteren Erfolg erhöht (Grossmann & Lames, 2015; Vaeyens et al., 2009). Allein aus diesem Grund ist der DFB daran interessiert, dass möglichst viele Talente frühzeitig gesichtet werden und eine entsprechende Förderung erhalten können. Zu diesem Zweck werden, vor allem unter hohem finanziellem und organisatorischem Aufwand, Talentsysteme betrieben (Ali, 2011; DFB, 2018). Für die Fördermaßnahmen haben die Vereine inzwischen seit der Saison 2001/02 rund 1,6 Milliarden Euro aufgewendet, wobei die Tendenz steigend ist, sodass Vereine und Verbände allein in der Saison 2017/2018 über 120 Millionen Euro in ihre Einrichtungen investierten (DFL, 2019). Die erheblichen Investitionen sind neben der Aussicht auf sportlichen Erfolg auch in dem wirtschaftlichen Potenzial der Ausbildung junger Spieler begründet (Quitau, 2017). Den erheblichen wirtschaftlichen Faktor, den die Talentförderung enthält, zeigt das Beispiel des Nationalspielers Leroy Sané. Dieser unternahm seine ersten fußballerischen Gehversuche im Ruhrgebiet bei der SG Wattenscheid 09, um dann die Leistungszentren von Bayer 04 Leverkusen und vor allem dem FC Schalke 04 zu durchlaufen. Er schaffte schließlich mit 18 Jahren den Sprung in den erweiterten Bundesligakader der Schalker und etablierte sich bereits ein Jahr später als fester und wichtiger Teil der Mannschaft. Nach zwei Jahren Profikarriere wechselte Sané im August 2016 in die englische Premier League zu Manchester City. Die kolportierte Ablösesumme betrug 52 Millionen Euro (transfermarkt.de, 2020). Auch andere junge Spieler, die ihre Karriere in den NLZ begannen wechselten zum Teil für hohe Ablösesummen innerhalb der Bundesliga oder ins Ausland. Ablösesummen von 30 Millionen Euro und mehr wurden dabei gezahlt (transfermarkt.de, 2020;

WELT, 2016). Auch wenn die hier angeführten Beispiele die Top-Werte darstellen, erzielen auch kleinere Vereine respektable Summen mit ihren Nachwuchsspielern. Ablösesummen der Talente tragen daher deutlich zur Wirtschaftlichkeit der Vereine bei (Ericson, 2000; Geyer & Dilger, 2009).

Trotz einer geringen Durchlässigkeit von NLZ zu Profiabteilung, kommen zunehmend junge Spieler in den Profiligen zum Einsatz. Dies ist unter anderem darin zu erkennen, dass seit Einführung der NLZ das Durchschnittsalter der Bundesliga-Profis von über 27 auf knapp 24,2 Jahre gesunken ist (DFL, 2020a). Grund dafür ist eine gute taktische und technische Ausbildung in den deutschen NLZ, aber auch in den Nachwuchsakademien in anderen Ländern, so dass Spieler früher ein hohes Leistungsniveau erreichen können. In diesem Zusammenhang kann als aktuelles und prominentes Beispiel Youssoufa Moukoko von Borussia Dortmund erwähnt werden, der am 21.11.2020 einen Tag nach seinem 16. Geburtstag sein Bundesliga-Debut gab. Des Weiteren ist hier auch die aktuell sehr bemerkenswerte Talentförderung in England oder in Frankreich zu nennen, die derzeit mit den Jugend-Nationalmannschaften international sehr erfolgreich sind (DFL, 2019; Grossmann & Lames, 2015). Auch, wenn Jugendspieler den Sprung in den Profikader schaffen, ist ein Erfolg nicht planbar. Manche Jahrgänge sind mit zahlreichen talentierten Spielern gesegnet, die den Sprung in die Weltspitze schaffen, bei anderen Jahrgängen fällt die Erfolgsquote sehr gering aus. Dies wird am Beispiel der deutschen Nationalmannschaft deutlich. Mehrere Spieler der Weltmeistermannschaft 2014 stammen aus dem gleichen Jahrgang und gewannen bereits im Jahr 2009 gemeinsam die U-21-Europameisterschaft. Aktuell steht die neue Generation der deutschen Fußball-Nationalmannschaft stark in der Kritik und auch die Auftritte der Juniorenmannschaften sind nur wenig von Erfolg geprägt. Andere Nationen, wie beispielsweise Spanien, Frankreich oder England sind Deutschland zurzeit scheinbar voraus. Manche Beobachter kritisieren, dass zu wenige so genannte Straßenfußballer aktiv sind, es den Spielern an Men-

talität und an Führungsqualität mangelt und sie vor allem die entscheidenden Dribblings und herausragende Einzelleistungen vermissen lassen. In Folge dessen häuft sich auch die Kritik an den NLZ.

### **2.7.3 Talentdiagnostik**

Das Bestreben der Talentfördersysteme ist es, diejenigen Nachwuchsspieler zu fördern, denen das größte Potenzial zugeschrieben wird, später erfolgreich im Profifußball anzukommen (Williams & Reilly, 2010). Der enorme Aufwand und die horrenden Summen die von Verbänden und Vereinen für die Nachwuchsförderung und die Talententwicklungsprogramme investiert werden, sind dabei jedoch keine Garantie, dass alle Talente gefunden werden und die geförderten Spieler Höchstleistungen erreichen. Zu häufig sind die Beispiele, dass in jungen Jahren eine hohe Leistungsfähigkeit sichtbar war, sich ein Erfolg in den Jugendbereichen eingestellt hatte, aber dennoch der spätere Erfolg, die erhoffte Karriere bei den Erwachsenen ausblieb (Baker & Wattie, 2018; Bergkamp, Niessen, Den Hartigh, Frencken & Meijer, 2019). Untersuchungen zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit für das Erreichen eines professionellen Niveaus im Erwachsenenalter, trotz sehr guter Leistungen und Erfolge in jungen Jahren sowie der Teilnahme an umfassenden Förderprogrammen sogar nur sehr gering ist (Güllich, 2014). Dementsprechend ist die Korrelation zwischen außergewöhnlichen Leistungen in jungen Jahren und einer herausragenden Leistung im Erwachsenenalter nur sehr gering (Baker & Wattie, 2018). Die Problematik besteht darin, dass die Entwicklung der sportlichen Leistungsfähigkeit bzw. von sportlichen Spitzenleistungen nicht linear verlaufenden Prozessen zugrunde liegt. Der aktuell beste Spieler im Juniorenbereich ist nicht zwangsläufig auch der Topathlet im späteren Erwachsenenalter (Burgess & Naughton, 2010). In vielen Fällen bildet aber genau diese Annahme die Grundlage für die Selektion von Spielern, da der Talentbegriff in der Praxis häufig mit der aktuellen Leistungsfähigkeit eines Spielers gleichgesetzt

wird (Cobley, Schorer & Baker, 2013). In jährlich wiederkehrenden Prozessen, sind Verbände, Vereine und Trainer mit dem Problem der Selektion von Spielern konfrontiert, z. B. in die nächsthöhere Altersklasse oder in eine Auswahlmannschaft (Murr, 2018). Mangels objektiver Talentprädiktoren, die die Einschätzung des Leistungspotenzials der Spieler unterstützen, finden diese Selektionsprozesse vorwiegend auf Basis subjektiver Urteile von Trainerexperten statt. Diese verfügen aufgrund langjähriger Berufspraxis über bestimmte Erfahrungswerte, die ihnen eine Einschätzung darüber ermöglichen, welche Jugendlichen sich zu zukünftigen Topspielern entwickeln (Christensen, 2009; Meylan et al., 2010). Allerdings ist davon auszugehen, dass Trainer eines NLZ einem bestimmten Erfolgsdruck unterliegen und unter anderem auch danach beurteilt werden, wie erfolgreich die von ihnen betreuten Jugendmannschaften in ihrer jeweiligen Liga abschneiden. Die Jugendtrainer sind somit darauf angewiesen, neben dem Potenzial eines Spielers vor allem auch die aktuelle Leistungsfähigkeit und den Einfluss auf die Gesamtleistung der Mannschaft zu berücksichtigen. In der Fachliteratur werden diese Gegebenheiten kritisch betrachtet (Johnston, Wattie, Schorer & Baker, 2018). Es wird angemerkt, dass lediglich uneinheitliche empirische Befunde darüber existieren, wie solche jungen Talente identifiziert werden können, die die besten Erfolgsaussichten auf eine professionelle Spitzensportkarriere haben (Güllich, 2014; Verburgh, Scherder, van Lange & Oosterlaan, 2014).

Ein wichtiger Aspekt der Talentidentifikation ist die Betrachtung der individuellen Leistungsmerkmale der einzelnen Spieler, hierbei geht es weniger um die Erfassung eines Ist-Zustandes, sondern vor allem um eine Potenzialeinschätzung und die Abwägung, ob der Spieler in Zukunft wirklich außergewöhnliche Leistungen und Erfolge erwarten lässt. In diesem Zusammenhang spielt auch die Untersuchung von Bloomfield et al. (2007) eine Rolle. Die Autoren untersuchten die körperlichen Gegebenheiten von Spielern verschiedener Spielpositionen in der englischen Premier League. Sie unterschieden dabei drei Positionsklassifikationen: Verteidiger, Mittelfeldspieler und Stürmer. Sie analysierten unterschiedliche anthropometrische



Merkmale wie Körpergröße, Körpergewicht, BMI und Statur. Dabei stellten sie signifikante Unterschiede zwischen Spielern auf verschiedenen Spielpositionen fest. Sie leiteten hieraus ab, dass bestimmte Positionen ihre eigenen körperlichen Voraussetzungen erfordern, um die auf diesen Positionen erforderlichen Anforderungen erfüllen zu können (Bloomfield, Polman & O'Donoghue, 2007). Neben allgemeinen Leistungskomponenten im Fußball kommen somit auch positionsspezifische Anforderungen zum Tragen, die es zu berücksichtigen gilt.

In ihrem Review weisen Johnston et al. (2018) darauf hin, dass die Talentforschung mit einer Vielzahl an Unsicherheiten konfrontiert ist und aus diesem Grund keine klaren Bewertungskriterien formuliert werden können (Johnston et al., 2018). Auch Verantwortliche, Vereine und Verbände sind sich darüber im Klaren, dass es bei Selektionsprozessen an objektiven Talentprädiktoren mangelt (Murr, 2018). Multiple Einflussfaktoren wie externe Umweltprädiktoren (z. B. Trainingsumfeld, Unterstützung der Eltern) oder individuelle Prädiktoren (z. B. technische Fertigkeiten, Persönlichkeitseigenschaften) können dementsprechend nicht eindeutig bewertet werden. Nicht zuletzt aus diesem Grund haben sich in den vergangenen Jahren die Zahlen der hauptamtlich angestellten Mitarbeiter deutlich erhöht und es werden neue Abteilungen errichtet (Kicker, 2017). Im Rahmen dieser Entwicklungen wurde auch die sportwissenschaftliche und sportmedizinische Forschung bereits im Jugendbereich integriert (Friedrich, 2009). Aus diesem Grund werden vermehrt auch leistungsdiagnostische Untersuchungen im Juniorenbereich eingesetzt, mit den Zielen der Trainingssteuerung, der Erfassung der sportlichen Entwicklung und der Verbesserung der Talentdiagnostik (Drust, Atkinson & Reilly, 2007). Seit 2008 leitet Prof. Dr. Oliver Höner das Talentförderprogramm des DFB, das sich mit verschiedenen Fragen der sportwissenschaftlichen Evaluation und Optimierung leistungsdiagnostischer Testverfahren sowie der Talentförderung beschäftigt. In diesem Zuge wurde auch das „Testmanual für die technomotorische Leistungsdiagnostik“ (DFB, 2013) entwickelt, das an sämtlichen NLZ und Förderzentren eingesetzt werden kann.

Während sich das wissenschaftliche Projektteam um Prof. Höner mit der Analyse diverser Talentprädiktoren beschäftigt, konzentriert sich diese Arbeit ergänzend dazu im Schwerpunkt auf die ausführliche Erfassung der Schnellkraftfähigkeiten von Jugendfußballern. Durch die gezielte Ermittlung von schnellkraftrelevanten Testdaten sowie Einflussfaktoren auf die Schnellkraftfähigkeiten, sollen damit anhand dieser Ergebnisse flächendeckende Vergleiche ermöglicht sowie Rückschlüsse auf den Leistungsstand und das Entwicklungspotenzial von Spielern anhand von Normwerten ermöglicht werden. Auf diese Weise sollen ergänzende Informationen zur Leistungs- und Potenzialbewertung im Jugendfußball gewonnen werden.

### **3 Zusammenfassung und Fragestellung**

Die einführenden Kapitel sollen an dieser Stelle nun noch einmal zusammengefasst und präzisiert werden und auf diese Weise auf die, in dieser Untersuchung bearbeiteten, Fragestellungen und Hypothesen überleiten.

#### **3.1 Zusammenfassung**

Der Jugendfußball besitzt eine hohe Bedeutung in Deutschland (Vaeyens, Lenoir, Williams & Philippaerts, 2008). Verbände und Vereine investieren deshalb immense Summen in die Nachwuchsförderung, die stetig steigen (DFL, 2020a). Die Gründe dafür liegen neben dem hohen Nutzen junger, hochbegabter Spieler für die Leistungsfähigkeit der eigenen Mannschaft, ebenso in dem wirtschaftlichen Nutzen der durch den Transfer heranwachsender Talente generiert werden kann (DFL, 2019; transfermarkt.de, 2020). Durch stetige und flächendeckende Sichtungen sind Vereine bestrebt, die Kinder und Jugendlichen mit dem höchsten Potenzial für eine spätere Profifußballkarriere zu entdecken und diese frühzeitig systematisch und gezielt zu fördern (Vaeyens et al., 2009). Dabei sind Verantwortliche, Trainer und Scouts immer wieder mit Auswahl- und Selektionsprozessen konfrontiert, in denen sie entscheiden müssen, welche Spieler in die Förderung aufgenommen werden bzw. verbleiben dürfen. Mangels objektiver und klar definierter Talentprädiktoren erfolgen diese Entscheidungen größtenteils auf Grundlage subjektiver Expertenmeinungen (Christensen, 2009; Meylan et al., 2010; Murr, 2018). Untersuchungen zeigen, dass diese Talenteinschätzung mit vielen Unsicherheiten verbunden ist, denn während rund 80 % der Bundesligaspieler professionellen Nachwuchsakademien entstammen, schafft es gleichzeitig nur circa jeder 1.000 NLZ-Spieler später Profi in der ersten oder zweiten Bundesliga zu werden (Grossmann & Lames, 2015). Aufgrund dieser Problematik ist die Talentforschung im Fußball bemüht objektive prognoserelevante Talentprädiktoren zu bestimmen, die die Experten in den Selektionsprozessen unterstützen (Höner &

Votteler, 2016; Murr, 2018). Von besonderer Bedeutung in diesem Zusammenhang sind die Kompetenzen und Potenziale von Spielern in Technik, Taktik, Physis und Psyche, da diese als leistungsdeterminierende Faktoren im Fußball betrachtet werden (Bisanz & Gerisch, 2010). Während sich die Analyse der technischen, taktischen und psychischen Parameter als äußerst komplex erweist und die Validität dieser Verfahren kontrovers diskutiert wird, haben sich auf physischer Ebene leistungsdiagnostische Feldtests etabliert, mit denen verschiedene sportartspezifische Komponenten überprüft werden können (Faude et al., 2010). Um möglichst weitgehende und flächendeckende Vergleiche solcher Messergebnisse vornehmen zu können, ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Testungen unter identischen methodischen Standards durchgeführt werden.

Aktuelle Spielanalysen zeigen, dass sich die physischen Anforderungen, die Spieler während Fußballspielen erbringen müssen, in den vergangenen Jahren verändert haben (Barnes et al., 2014). Während die Gesamtlauflängstanz gleichgeblieben ist, hat sich der Anteil der intensiven Läufe und Sprints deutlich erhöht. Das heißt das Fußballspiel ist schneller und athletischer geworden. Faude et al. (2012) stellen dabei die besondere Bedeutung von explosiven und schnellkräftigen Aktionen wie u.a. Antritten, Sprints und Sprüngen in spielentscheidenden Situationen wie dem Erzielen und Verhindern von Toren heraus. Schnelligkeit und Schnellkraft sind also von hoher Bedeutung für das erfolgreiche Abschneiden von Spielern und Mannschaften. Aus diesem Grund sollte die Analyse der Explosiv- und Schnellkraft Gegenstand einer jeden Leistungs- und Talentdiagnostik im Fußball sein. Doch trotz der Popularität und dem hohen Forschungsinteresse im Fußball gibt es nur wenige publizierte Studien die die motorische Leistungsfähigkeit von Jugendfußballern unter einheitlichen Durchführungsstandards abbilden. Um die Leistungsfähigkeit und das Entwicklungspotenzial von jungen Spielern bestmöglich einordnen und bewerten zu können braucht es flächendeckende Diagnostiken die unter der Einhaltung methodischer Standards erhoben wurden (Faude et al., 2010). Neben der Ana-

lyse des Ausprägungsgrades und der Einschätzung des Entwicklungspotenzials der Schnelligkeit und Explosivität von jungen Fußballern, stellt die Untersuchung möglicher Einflussfaktoren auf den Ausprägungsgrad der Schnellkraftfähigkeiten einen weiteren wichtigen Faktor für die Förderung und Bewertung von Nachwuchsspielern dar. Des Weiteren werden Haltungsanalysen im Jugendfußball kaum eingesetzt, jedoch kommen Haltungsdefizite bei Kindern und Jugendlichen mit einer Prävalenz von bis zu 65 % vor (Ludwig et al., 2003). Die Ursachen für Haltungsdefizite liegen häufig in muskulären Dysbalancen bzw. in Muskelschwächen der Bauch-, Rücken- und Gesäßmuskulatur begründet (Ludwig et al., 2017). Untersuchungen zeigen jedoch, dass genau diese Muskeln mitverantwortlich für die Leistungen bei vertikalen Sprüngen sind (Golomer, Keller, Féry & Testa, 2004; McErlain-Naylor, King & Pain, 2014).

### **3.2 Fragestellung und Hypothesen**

Zur Unterstützung der Praxis bei der Bewertung und Einordnung von Jugendfußballern, muss die Messung leistungsdeterminierender Faktoren, objektiv, reliabel und valide sein. Auf Grundlage dessen richten sich die Fragestellungen in dieser Untersuchung auf die Analyse der Leistungsfähigkeit von Jugendfußballern bei sportmotorischen Schnellkraftdiagnostiken. Auf diese Weise sollen Normwerte für verschiedene Altersklassen erhoben, sowie Vergleiche zwischen unterschiedlichen Leistungsklassen und Spielpositionen ermöglicht werden. Darüber hinaus soll anhand einer Haltungsdiagnostik der potenzielle Einfluss von Haltungsdefiziten auf die Leistungsfähigkeit bei vertikalen Sprungtests untersucht werden. Aus diesem Grund wurden in Form einer Querschnittsuntersuchung Daten bei schnellkraftdeterminierten Feldtests für verschiedene Alters- und Leistungsklassen sowie für unterschiedliche Spielpositionen erhoben. Des Weiteren wurden in Form einer längsschnittlichen Untersuchung Daten über den Zeitraum von einem Jahr zu mehreren Testzeitpunkten erhoben, um die Entwicklung der Spieler in den gemessenen Testparametern analysieren

zu können. Diese Längsschnittstudie zielt dabei allerdings nicht auf die Effekte einer Trainingsintervention ab. Die Spieler absolvierten während dieses Zeitraums ihr geregeltes Training ohne spezifische Besonderheiten im Hinblick auf diese Studie. Die Längsschnittstudie untersucht daher nicht die Auswirkungen eines Schnelligkeitstrainings oder auch Effekte der Verbesserung der Schnelligkeit auf die Leistungsfähigkeit im Fußball, sondern richtet sich auf die Betrachtung der Entwicklungsprozesse unter den gegebenen Bedingungen. Aus diesem Anspruch ergeben sich die folgenden Fragen, welche in dieser Dissertationsschrift bearbeitet werden:

1. Wie gestalten sich die Normbereiche von männlichen Jugendfußballern in Deutschland in verschiedenen Altersklassen bezüglich
  - ihrer anthropometrischen Daten (Körpergröße, Gewicht, BMI)?
  - der Leistungsfähigkeit bei vertikalen Sprungtests (CMJ, SJ, DJ)?
  - der Sprintzeit (5 m, 10 m, 30 m)?
  - der Leistungsfähigkeit bei Richtungswechselsprints?
  
2. Wie entwickeln sich männliche Jugendfußballer verschiedener Altersklassen im Längsschnitt über ein Jahr hinsichtlich
  - ihrer Leistungsfähigkeit bei vertikalen Sprüngen (CMJ, SJ, DJ)?
  - ihrer Sprintzeit (5 m, 10 m 30 m)?
  
3. Unterscheiden sich männliche Jugendfußballer aus DFB-NLZ von Jugendspielern aus Nicht-NLZ Mannschaften hinsichtlich
  - ihrer Leistungsfähigkeit bei vertikalen Sprüngen (CMJ, SJ, DJ)?
  - ihrer Sprintzeit (5 m, 10 m, 30 m)?
  - ihrer Leistungsfähigkeit bei Richtungswechselsprints?

4. Unterscheiden sich männliche Jugendfußballer auf den Spielpositionen Tor, Verteidigung, Mittelfeld und Sturm hinsichtlich
  - ihrer Leistungsfähigkeit bei vertikalen Sprüngen (CMJ, SJ, DJ)?
  - ihrer Sprintzeit (5 m, 10 m, 30 m)?
  - ihrer Leistungsfähigkeit bei Richtungswechselsprints?
  
5. Haben anthropometrische Parameter (Körpergröße, Gewicht und BMI) und Haltungparameter (Flèche lombaire, Flèche cervicale und Körperachse) von Jugendfußballern einen Einfluss auf die
  - Leistungsfähigkeit bei vertikalen Sprüngen (CMJ, SJ, DJ)?
  - Sprintzeit (30 m)?
  - Leistungsfähigkeit bei Richtungswechselsprints?

Aus den genannten Forschungsfragen ergeben sich die folgenden Hypothesen, die zur statistischen Prüfung abgeleitet wurden.

Auf die Formulierung einer Hypothese zu Forschungsfrage 1 (Normwerte) wurde verzichtet, da hier keine statistische Überprüfung vorgenommen wurde und nur die deskriptiven Daten angegeben sind. Die Forschungsfragen 3 und 4 wurden in Hypothese 2 zusammengefasst und statistisch überprüft.

H1L: Die Mittelwerte der Sprungdiagnostik CMJ (H1L1), SJ (H1L2), DJ (H1L3) und der Sprintdiagnostik bei 5 m (H1L4), 10 m (H1L5) und 30 m (H1L6) der Spieler in den Altersklassen 10-12, 13-14, 15-16 und 17-19 unterscheiden sich von Versuchsbeginn (t1) zu den ein Jahr später gemessenen Werten (t2).

H2<sub>Q</sub>: Die Faktoren Spielniveau NLZ und Nicht-NLZ sowie Spielposition Tor, Abwehr, Mittelfeld, Sturm haben einen Einfluss auf die Mittelwerte der Leistungsfähigkeit der Sprungdiagnostiken CMJ (H2<sub>Q1</sub>), SJ (H2<sub>Q2</sub>), DJ (H2<sub>Q3</sub>), der Sprintdiagnostik bei 5 m (H2<sub>Q4</sub>), 10 m (H2<sub>Q5</sub>), 30 m (H2<sub>Q6</sub>) und des Richtungswechselsprints (H2<sub>Q7</sub>) von Spielern in den Altersklassen 10-12, 13-14, 15-16 und 17-19.

H3<sub>Q</sub>: Die anthropometrischen Parameter Körpergröße, Gewicht und BMI wie auch die Haltungparameter Flèche lombaire, Flèche cervicale und Körperachse haben einen Einfluss auf die Mittelwerte der Leistungsfähigkeit bei den Sprungkraftdiagnostiken CMJ (H3<sub>Q1</sub>), SJ (H3<sub>Q2</sub>), DJ (H3<sub>Q3</sub>) sowie dem 30 m Sprint (H3<sub>Q4</sub>) und dem Richtungswechselsprint (H3<sub>Q5</sub>).



## 4 Methodik

Die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen wurden im Zeitraum von Mai 2017 bis Januar 2020 mit, in Vereinsmannschaften aktiven, Jugendfußballspielern durchgeführt. Die Datenerhebung erfolgte jeweils auf dem Vereinsgelände der teilnehmenden Vereine und Mannschaften und wurde in Form von leistungsdiagnostischen Felduntersuchungen ermittelt. Die Messungen fanden im Rahmen des geregelten Trainingsbetriebs der Vereine statt. Aufgrund von Fahrdiensten oder auch häufig sehr enger Platzbelegungspläne konnten teilweise nicht alle angestrebten Untersuchungen in den einzelnen Mannschaften durchgeführt werden. Auch Mehrfachbelegungen der Fußballplätze im Trainingsbetrieb führten dazu, dass teilweise aufgrund des Platzmangels auf einzelne Testungen verzichtet werden musste.

Die Teilnahme erfolgte freiwillig und ohne finanzielle Vergütung. Die Spieler konnten jederzeit und ohne Nachteile von der Teilnahme am Versuch zurücktreten. Alle bis dahin gesammelten Daten wurden gelöscht. Die erhobenen Messdaten und Ergebnisse wurden nicht an Verantwortliche, Trainer, Eltern und Spieler übermittelt. Die Studie wurde nach den aktuellen Richtlinien der Deklaration von Helsinki (WMA, 2018) konzipiert und durchgeführt sowie durch die Ethikkommission der Technischen Universität Kaiserslautern bewilligt (Ethikantrag Nr. 6).

### 4.1 Personenstichprobe

Die Stichprobenziehung aus der Untersuchungspopulation erfolgte nicht-probabilistisch, da gezielt aktive Jugendspieler verschiedener Fußballmannschaften und -vereine rekrutiert wurden. Bei der Zielgruppe handelt es sich um männliche Fußballspieler im Alter zwischen 10 und 19 Jahren (entspricht D-Jugend bis A-Jugend). Die Rekrutierung der teilnehmenden Mannschaften sowie auch einzelner Versuchsteilnehmer erfolgte auf

Grundlage bestehender Kontakte über persönliche Absprachen. Teilnahmevoraussetzung für Spieler war, dass sie zum Zeitpunkt der Datenaufnahme aktiv in einer Vereinsmannschaft sein mussten. Ausschlusskriterium für die Studienteilnahme waren akute Verletzungen sowie akute Infekte oder Erkrankungen. Die Untersuchungen fanden unter anderem mit Mannschaften bzw. Spielern der DFB-Nachwuchsleistungszentren des 1. FC Kaiserslautern, der SV Elversberg, der SV Darmstadt 98 sowie des 1. FSV Mainz 05 statt. Die NLZ-Mannschaften spielten jeweils in einer der beiden höchsten Spielklassen in der entsprechenden Altersstufen. Neben den Jugendfußballern aus den NLZ wurden Spieler aus kleineren Amateurvereinen untersucht. Die Amateurmannschaften spielten vorwiegend in tieferen Spielklassen. Darüber hinaus bieten die Amateurvereine den Spielern in der Regel kein vom Verein angeleitetes, spezifisches Athletiktraining an, wie es in NLZ verpflichtend ist. Die Amateurvereine führen auch keine regelmäßigen Diagnostiken durch. Gemäß den Forschungsfragen und Hypothesen wurden die Spieler:

in vier verschiedene Altersklassen gemäß der Jugendeinteilung des DFB:

- 10-12 Jahre (D-Jugend)
- 13-14 Jahre (C-Jugend)
- 15-16 Jahre (B-Jugend)
- 17-19 Jahre (A-Jugend)

in zwei unterschiedliche Leistungsklassen:

- NLZ-Spieler
- Nicht-NLZ-Spieler

und nach vier unterschiedlichen Spielpositionen eingeteilt:

- Torwart (TW)
- Verteidiger (V)
- Mittelfeldspieler (MF)
- Stürmer (ST)

## **4.2 Untersuchungsablauf**

Wie in Kapitel 4 bereits erwähnt, konnten die geplanten Testungen aufgrund divergierender Platz- und Zeitbudgets nicht bei allen Vereinen in vollem Umfang durchgeführt werden. Aus diesem Grund wurde die Testbatterie im Vorfeld der Untersuchungstermine mit den jeweiligen Verantwortlichen und Trainern besprochen und festgelegt. Vor Untersuchungsbeginn wurden alle Probanden über das Versuchsdesign, den Versuchsablauf und mögliche Risiken informiert und gaben eine schriftliche Einwilligung ab. Im Anschluss füllten die Spieler einen Erhebungsbogen aus, in dem Angaben zu ihrem Namen, Geburtsdatum, Vereinszugehörigkeit, Spielposition sowie aktuellen Beschwerden ermittelt wurden. Zu Beginn der Testreihe wurden die anthropometrischen Daten erhoben, wobei die Körpergröße und das Körpergewicht gemessen sowie daraus der BMI errechnet wurde. Nach der Erfassung der Anthropometrie wurde eine 3-D Haltungsanalyse durchgeführt. Anschließend wurde ein standardisiertes Warmmachprogramm mit den Spielern absolviert bevor die sportmotorischen Untersuchungen durchgeführt wurden. Als erstes Testverfahren wurde dabei eine Sprungtestbatterie bestehend aus CMJ, SJ und DJ durchgeführt. Es folgte ein linearer Sprinttest und abschließend wurde ein Richtungswechselsprint durchgeführt.

In den folgenden Kapiteln werden die methodischen Standardisierungsverfahren der genannten Teiluntersuchungen detailliert vorgestellt und beschrieben.

### **4.2.1 Anthropometrische Voruntersuchung**

Vor Beginn der Versuchsreihe wurden die anthropometrischen Daten der Versuchsteilnehmer gemessen. Dabei wurden die Körpergröße und das Körpergewicht ermittelt und daraus der BMI berechnet. Die Körpergröße wurde durch das tragbare Seca 213 Stadiometer (Seca, Hamburg, Deutschland) erhoben. Der Höhenmesser verfügt über einen Fersenanschlag, um eine Drei-Punkt-Messung zu ermöglichen. Er hat einen Messbereich von 20-

205 cm bei einer Messgenauigkeit von 0,1 cm (seca, 2014). Die Ermittlung des Körpergewichts erfolgte über eine handelsübliche, digitale Personenwaage, die bis zu einem Maximalgewicht von 130 kg zugelassen ist. Die Messgenauigkeit der Waage beträgt 0,1 kg. Der BMI wurde in der Folge anhand der gemessenen Daten mit der Formel Körpergewicht (in kg) / Körpergröße (in m) zum Quadrat errechnet.

#### 4.2.2 Haltungsanalyse

Für die Haltungsanalyse mussten Markerpunkte an anatomischen Fixpunkten auf dem Rücken der Probanden angebracht werden: C7 (Übergang Halswirbelsäule zur Brustwirbelsäule), S1 (Kreuzbein) sowie am oberen, hinteren Darmbeinstachel (Spina iliaca posterior superior). Schweißbildung hätte diese Vermarkierung verhindert oder erschwert. Aus diesem Grund wurde die Haltungsanalyse vor den motorischen Untersuchungen durchgeführt. Die Haltungsanalyse erfolgte mithilfe des Balance 4D (Paromed Bodybalance, Neubeuern, Deutschland). Die Probanden befanden sich dabei, barfuß und bis auf eng anliegende Unterwäsche oder Radlerhosen entkleidet, in einem Abstand von 2,5 m zum Scanner. Sie wurden angewiesen ruhig in ihrer natürlichen Standposition (habituelle Haltung) stehen zu bleiben, die Arme dabei seitlich hängen zu lassen, den Blick nach vorne zu richten und ruhig zu atmen. Durch die Projektion eines codierten Lichtstreifengitters auf den Körper rekonstruiert das System die dreidimensionalen Konturen der Körperrückseite. Die Gesamtmessdauer beträgt dabei etwa zehn Sekunden, in denen der Haltungsscanner drei Messungen durchführt, die gemittelt werden (Paromed-Bodybalance.de). Abbildung 9 zeigt eine solche Haltungsanalyse. Auf der Grundlage der 3D-Darstellung, die in einer Art topographischer Körperkarte dargestellt wird, wurden folgende Parameter berechnet und zur Beurteilung der Körperhaltung genutzt:

- Flèche cervicale,
- Flèche lombaire,
- Körperachse

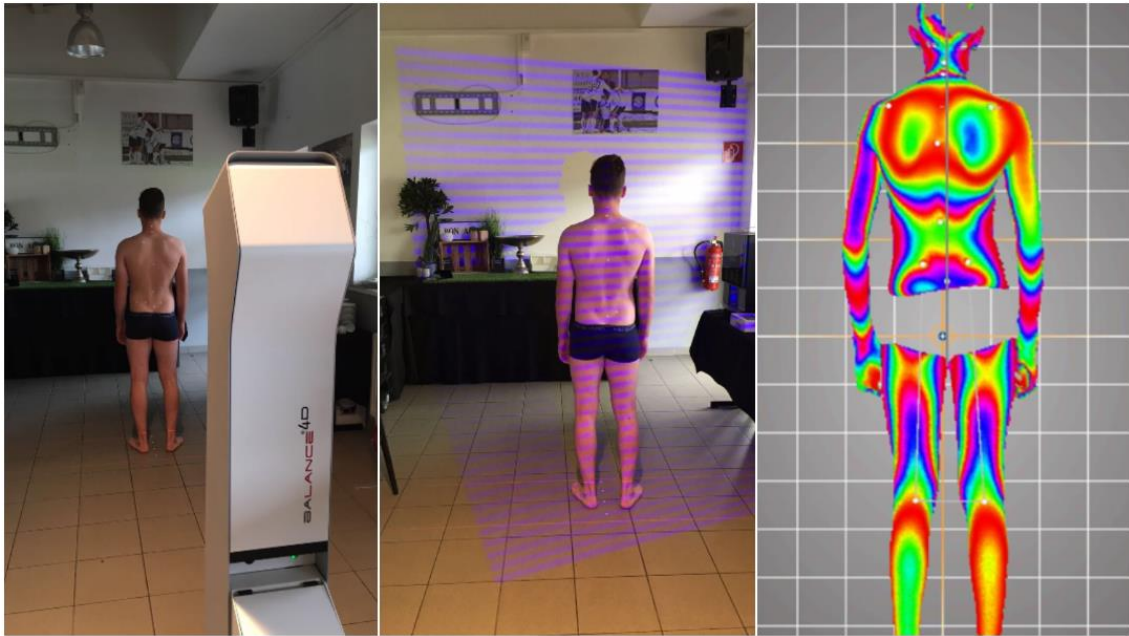


Abbildung 9: Haltungsanalyse mit dem Balance 4D Streifenlichtscanner

#### 4.2.3 Sprunganalyse

Im Rahmen der Sprungdiagnostik wurden die drei vertikalen Sprungtestverfahren CMJ, SJ und DJ eingesetzt. Jeder Sprung wurde unter standardisierten Bedingungen auf festem Untergrund und ohne Schuhe durchgeführt. Die Einweisung der Spieler in die Durchführung der Sprünge erfolgte durch den Testleiter. Die Spieler absolvierten jeweils drei Sprünge jeder Sprungart, sodass insgesamt neun Sprünge durchgeführt wurden. Die Sprungarten wurden nacheinander getestet, das heißt es wurden jeweils alle drei Sprünge einer Sprungart erhoben, bevor zu der Ermittlung der nächsten Sprungart übergegangen wurde. Bei allen Sprüngen wurden die Hände während der gesamten Sprungphase an der Hüfte gehalten, um somit eine aktive Armbewegung zur Impulsverstärkung zu vermeiden. Zwischen jedem Sprung hatten die Spieler ausreichend Erholungszeit, sodass Ermüdungseffekte ausgeschlossen werden konnten.

Die Sprunghöhe, wie auch die Bodenkontaktzeiten beim DJ wurden mithilfe des Sprungsystems Optojump Next (Microgate, Bolzano, Italien) ermittelt. Dabei handelt es sich um ein lichtoptisches Messinstrument, das

aus zwei Messstäben (Sende- und Empfangsstab) besteht, die jeweils mit 33 LEDs ausgestattet sind. Die Leds sind 0,3 cm vom Boden entfernt und im Abstand von 3,125 cm positioniert. Die Sprunghöhe wird dabei anhand der Flugzeit errechnet. Aus diesen Grund ist eine vorschriftsmäßige Ausführung der Sprünge von hoher Bedeutung (Glatthorn et al., 2011). Die Höhe des Sprunges wird wie folgt berechnet:  $H = 0,5 g t^2$ . Dabei stellt H die Sprunghöhe dar, g die Gravitation und t die halbe Flugzeit (Castagna & Castellini, 2013).

#### 4.2.3.1 Counter Movement Jump

Der CMJ ist ein Testverfahren zur Ermittlung der Schnellkraftfähigkeiten der unteren Extremitäten und der Reaktivkraftfähigkeit im langen DVZ (Krug, Kurth-Rosenkranz, Voß, Wenzel & Witt, 2019). Das Ziel des Sprunges besteht darin bei einem vertikalen Streck sprung so hoch wie möglich zu springen. Abbildung 10 zeigt eine schematische Darstellung dieser Sprungform.

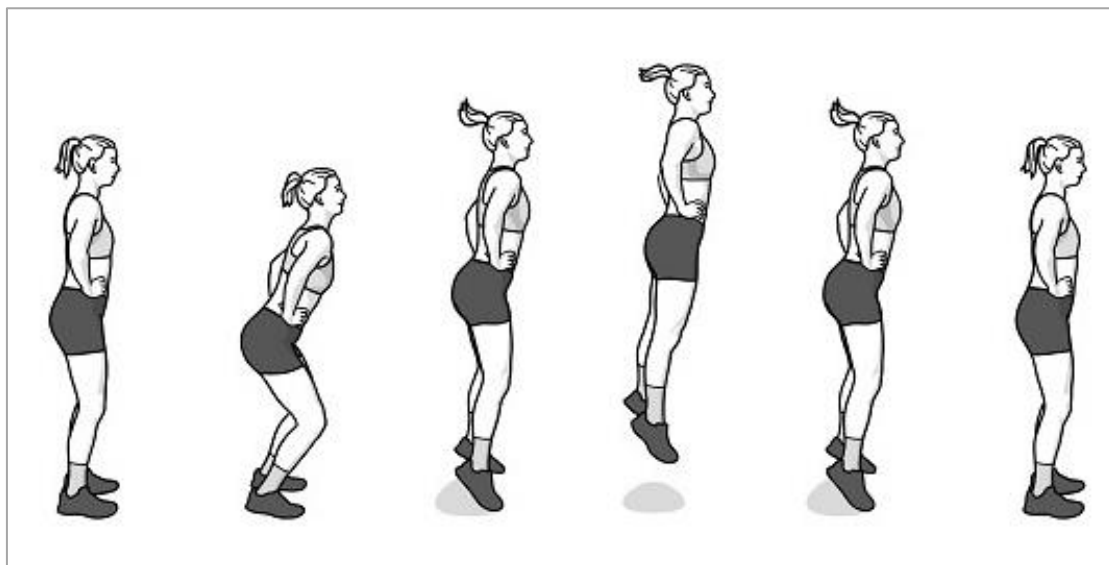


Abbildung 10: Schematische Darstellung des Counter-Movement Jumps (VGB, 2019)

Als Ausgangsposition wurde ein beidbeiniger, aufrechter Stand zwischen den beiden Messschranken eingenommen. Die Füße wurden ungefähr schulterbreit auseinandergestellt. Der Sprung wurde auf eigene Initiative durch eine aktive und zügige Ausholbewegung nach unten, bis zu einem Kniewinkel von ungefähr 90 Grad eingeleitet. Aus der Hockposition folgt dabei eine direkte und explosive Extensionsbewegung und ein beidbeiniger Absprung. Während der Sprungphase durften die Beine nicht angezogen werden. Das heißt ein künstliches verlängern der Flugphase durch heben der Beine oder Hüfte war untersagt. Die Zehenspitzen durften hingegen angezogen werden. Die nachfolgende Landung erfolgte auf beiden Füßen. Die Bildreihe in Abbildung 11 zeigt die drei wichtigsten Situationen des CMJ: Ausgangsposition, Umkehrpunkt und Sprungphase.



Abbildung 11: Durchführung eines Counter Movement Jumps

#### 4.2.3.2 Squat Jump

Der SJ ist ein statodynamischer Vertikalsprung, der aus einer Beugeposition der Kniegelenke ausgeführt wird. Er dient der Ermittlung der konzentrischen Schnellkraftfähigkeiten der unteren Extremitäten (Krug et al., 2019). Das Ziel des Sprunges besteht darin, aus einer statischen Hockstellung eine maximale Sprunghöhe zu erreichen. Abbildung 12 zeigt eine schematische Darstellung der Ausführung des SJ.

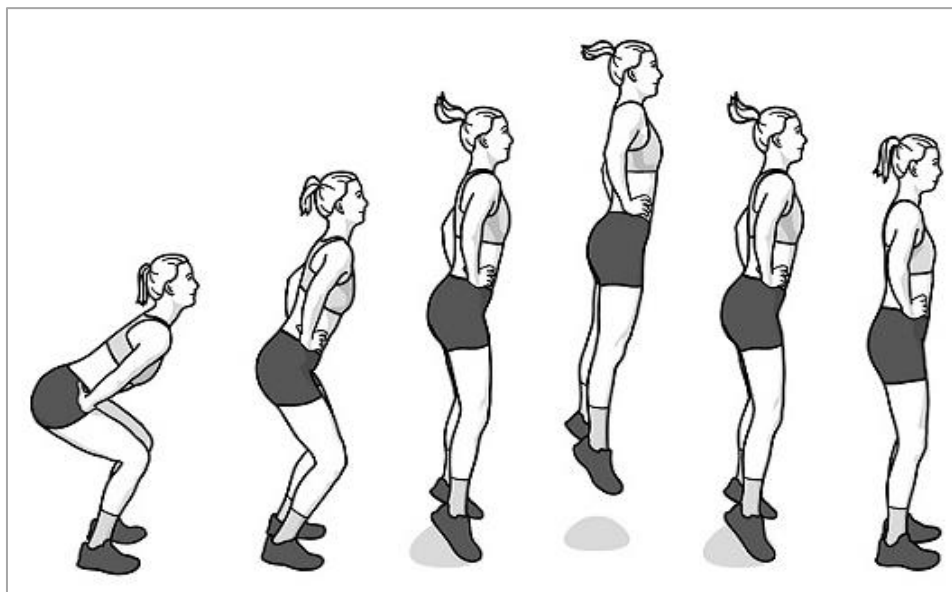


Abbildung 12: Schematische Darstellung des Squat Jumps (VBG, 2019)

Für die Durchführung des SJ wurde die gleiche Ausgangsposition eingenommen wie beim CMJ zuvor. Die Versuchsteilnehmer standen beidbeinig in aufrechter Position mittig zwischen den beiden Messbalken des Optojump Next Systems. Die Füße standen dabei circa schulterbreit auseinander. Aus dieser Position erfolgte eine langsame und kontrollierte Bewegung nach unten bis zu einem Kniewinkel von ungefähr 90 Grad. Diese Position mussten die Probanden für vier bis fünf Sekunden statisch halten. Anschließend erfolgte aus dieser Position, ohne Gegenbewegung, eine explosive Extensionsbewegung der Beine und ein beidbeiniger, vertikaler Absprung. Während der Sprungphase durften die Beine nicht gebeugt werden. Auch eine Scherbewegung im Hüftgelenk zur künstlichen Verlängerung



der Flugphase war zu vermeiden. Die Zehenspitzen durften angehoben werden. Die Landung erfolgte auf beiden Füßen. Die bildliche Darstellung in Abbildung 13 zeigt die beiden wichtigsten Situationen des SJ: Statische Halteposition und Sprungphase.

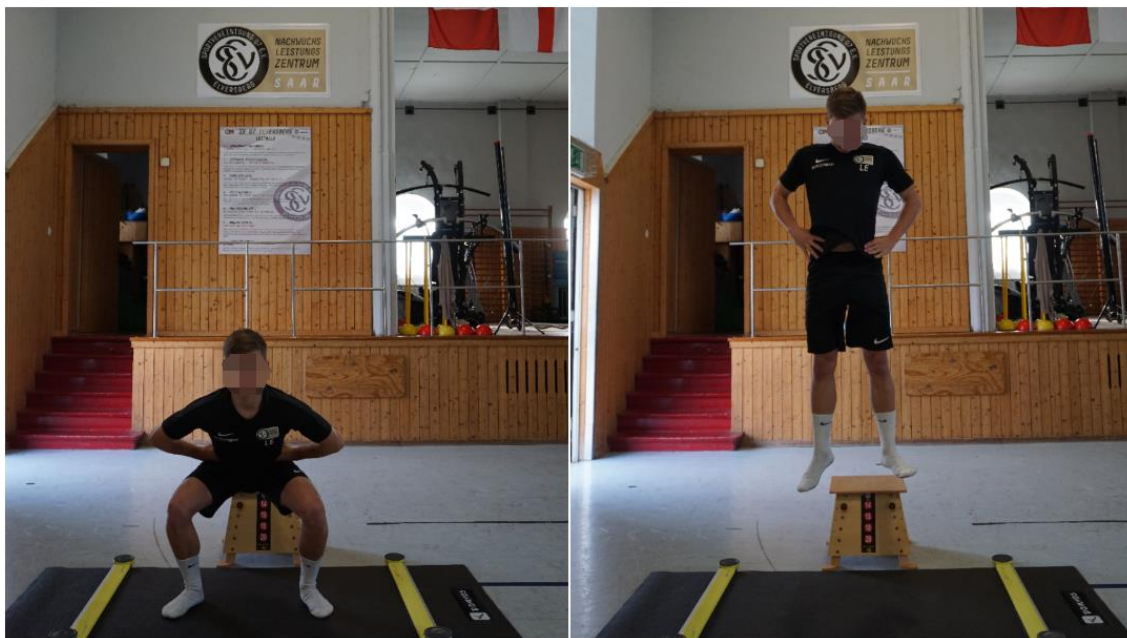


Abbildung 13: Durchführung eines Squat Jumps

#### 4.2.3.3 Drop Jump

Der DJ ist ein reaktiver Tief-Hochsprung der aus vorher festgelegter Fallhöhe stattfindet. Dabei erfolgt eine exzentrisch-konzentrische Kraftentfaltung die der Messung der Reaktivkraftfähigkeiten im schnellen DVZ der unteren Extremitäten dient (Krug et al., 2019). Das Ziel des Sprunges besteht darin, nach dem Abfallen vom Kasten bei möglichst kurzem Bodenkontakt möglichst hoch zu springen. Die Leistungsfähigkeit beim DJ wird anhand des DJ-Index bestimmt, der sich aus Sprunghöhe (cm) / Bodenkontaktzeit (s) errechnet. Abbildung 14 zeigt eine schematische Darstellung des Sprungverfahrens.

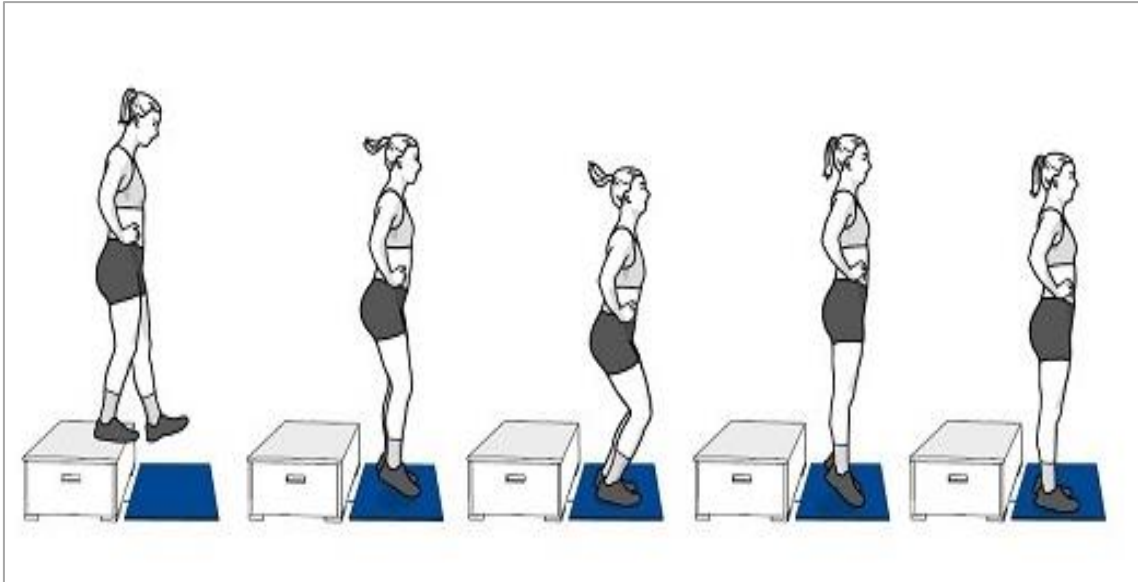


Abbildung 14: Schematische Darstellung des Drop Jumps (VBG, 2019)

Die Fallhöhe wurde im Vorfeld auf 35 cm festgelegt. In der Ausgangsposition standen die Probanden mit beiden Händen in der Hüfte, im aufrechten Stand auf einem 35 cm hohen Kasten. Die Bewegung wurde durch das Vorsetzen eines Fußes eingeleitet. Welchen Fuß die Versuchsteilnehmer nach vorne führten wurde nicht bestimmt. Aus der Schrittstellung ließen sich die Probanden vom Kasten nach unten abfallen. Bei initialem Bodenkontakt erfolgte ein beidbeiniger Prellsprung mit einer möglichst kurzen Bodenkontaktzeit. Dabei sollte der Körperschwerpunkt möglichst wenig nach unten abgesenkt und ein Durchschlagen der Ferse vermieden werden. Auch beim DJ waren, entsprechend dem CMJ und SJ, ein Beugen der Beine und eine Scherbewegung in der Hüfte zur künstlichen Verlängerung der Flugphase, nicht gestattet. Die Landung erfolgte letztlich, wie bei allen Sprüngen, auf beiden Füßen. Die nachfolgende Bildreihe zeigt die wichtigsten Situationen des DJ: Ausgangsposition auf dem Hocker, Umkehrpunkt bei initialem Bodenkontakt und Sprungphase.

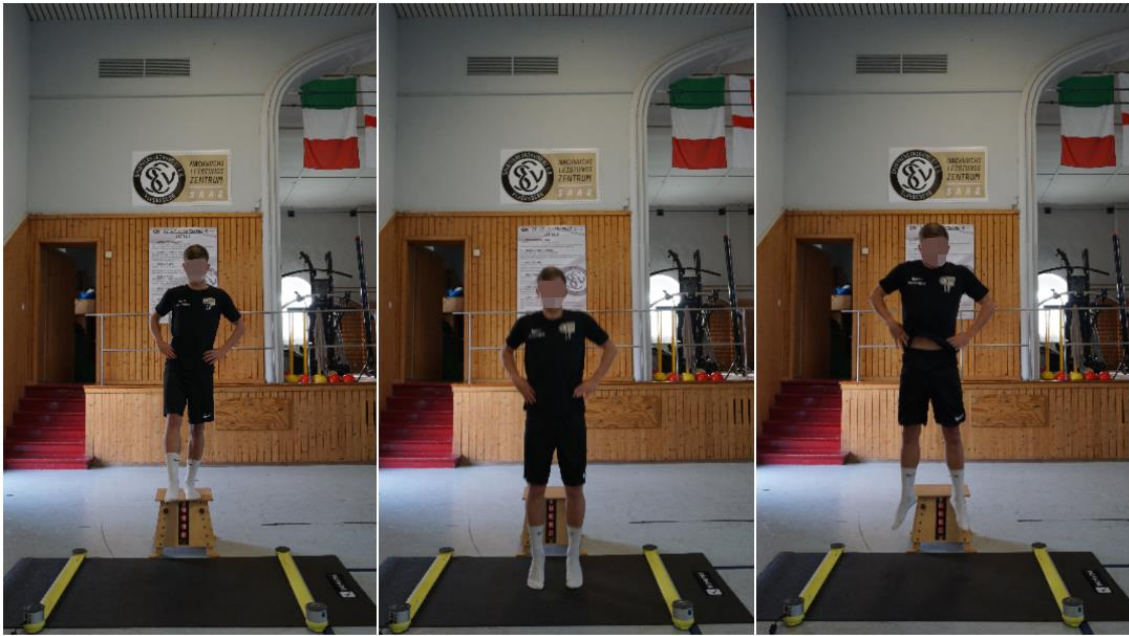


Abbildung 15: Durchführung eines Drop Jumps

#### 4.2.4 Lineare Sprintdiagnostik

Die Erfassung der linearen Sprintfähigkeit erfolgte durch einen 30 m Sprinttest. Die Zeiten wurden mit dem Lichtschrankensystem Witty Time Kit (Microgate, Bolzano, Italien) ermittelt. Die Genauigkeit des Systems liegt im Rahmen einer Tausendstelsekunde (Microgate, 2016). Es wurden vier Lichtschranken verwendet, die am Start, bei 5 m, bei 10 m und an der Ziellinie bei 30 m aufgebaut waren. Durch eine lange Auslaufzone von mindestens 10 m wurden die Spieler dazu angehalten, den Sprint nicht vorzeitig abzubremsen. Die Startposition befand sich in einem Abstand von 40 cm zur ersten Lichtschranke, um auszuschließen, dass Spieler vor dem Start durch beispielsweise eine initiale Armbewegung die Zeitmessung vorzeitig auslösten. Die Sprinttests fanden im Freien und auf Kunstrasen statt, um Wettereinflüsse auf die Platzverhältnisse zu minimieren. Gelaufen wurde in Fußballschuhen. Jeder Spieler absolvierte drei Sprints. Zwischen jedem Durchgang hatten die Spieler eine Erholungszeit von rund drei Minuten, um Ermüdungseffekte auszuschließen. Der schematische Aufbau des Sprinttests ist in Abbildung 16 dargestellt.

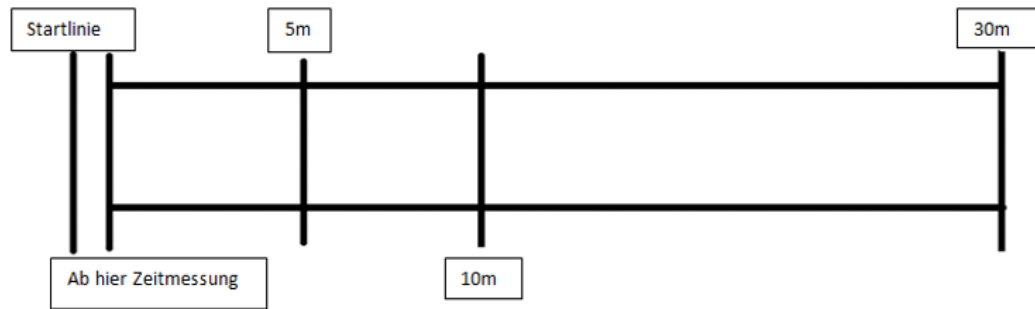


Abbildung 16: Schematische Darstellung des 30 Meter Sprinttest (TUD, 2021)

In der Startposition befanden sich die Spieler in Schrittstellung, mit dem vorderen Fuß an der Startlinie 40 cm vor der ersten Lichtschranke. Der Start erfolgte ohne Startsignal und nach eigenem Ermessen, da auf diese Weise der Einfluss der Reaktionszeit ausgeschlossen werden konnte. Die Aufgabe bestand darin, die Strecke von 30 m durch einen maximalen, linearen Sprint so schnell wie möglich zurückzulegen. Abbildung 17 zeigt eine Bildreihe des Aufbaus und der Durchführung des 30 m Sprinttests.



Abbildung 17: Durchführung eines linearen Sprints



#### 4.2.5 Richtungswechselsprintdiagnostik

Für die Messung der Leistungsfähigkeit bei einem nicht-linearen Sprint wurde der DFB-Laufgewandtheitstest nach Höner (DFB, 2013) eingesetzt. Dieses Testverfahren wird an zahlreichen Nachwuchsleistungszentren bereits regelmäßig durchgeführt und liefert deshalb verlässliche Vergleichswerte. Der Test besteht aus einem Parcours mit zwei Mal drei Slalomstangen die durchlaufen werden müssen. Die Startposition befindet sich direkt an der ersten Lichtschranke. Wird eine Slalomstange umgeworfen oder ausgelassen, ist der Versuch ungültig und wird wiederholt. Jeder Spieler absolvierte drei Durchgänge. Zwischen jedem Lauf hatten die Spieler eine Erholungszeit von drei Minuten, um Ermüdungseffekte auszuschließen. Die Zeitmessung erfolgte mittels zweier Lichtschranken des Witty Time Kit (Microgate, Bolzano, Italien), die sich am Start und am Ziel des Parcours befanden. Der Test fand im Freien auf Kunstrasen statt um Wettereinflüsse zu minimieren. Gelaufen wurde in Fußballschuhen und ohne Ball. Abbildung 18 zeigt den schematischen Aufbau des Laufgewandtheitstests.

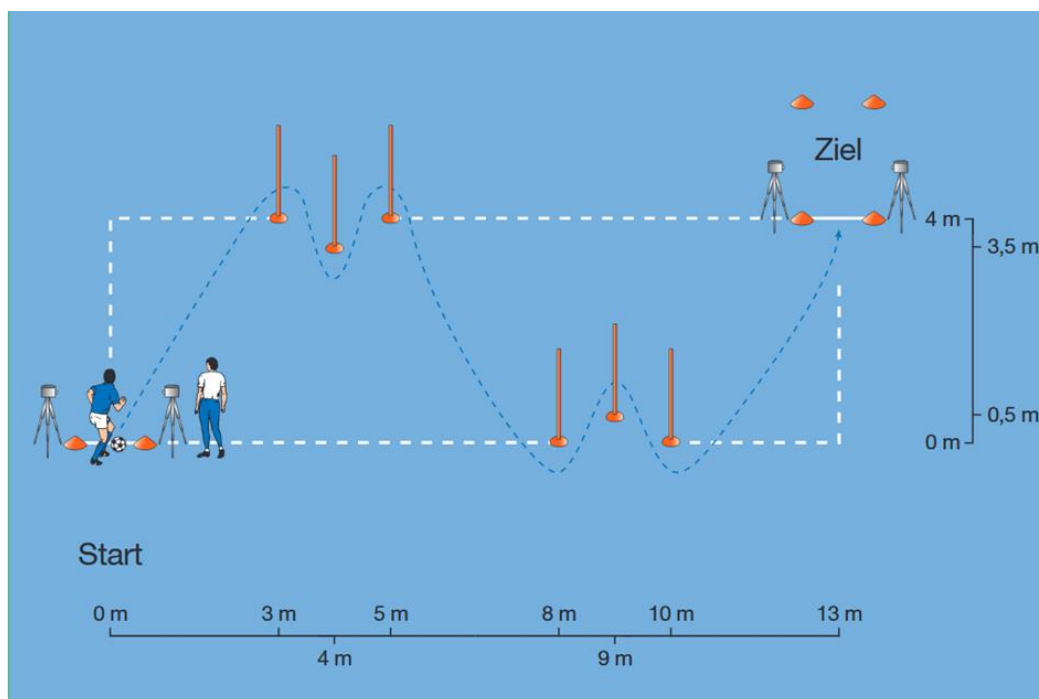


Abbildung 18: Schematische Darstellung des Richtungswechselsprints (DFB, 2013, S. 8)

In der Ausgangsposition befanden sich die Spieler in Schrittstellung mit dem vorderen Fuß an der Startlinie direkt an der ersten Lichtschranke. Der Start erfolgte ohne Startsignal nach eigenem Ermessen, um den Einfluss der Reaktionszeit auf die Endzeit auszuschließen. Bei einem versehentlichen Auslösen der Lichtschranke durch eine initiale Armbewegung vorm Start, wurde der Versuch abgebrochen und wiederholt. Die Testaufgabe bestand darin, den Parcours schnellstmöglich fehlerfrei zu durchlaufen. Die nachfolgende Bildreihe zeigt die Durchführung des Richtungswechselsprints durch einen Versuchsteilnehmer.



Abbildung 19: Durchführung eines Richtungswechselsprints

### 4.3 Statistik und Prüfverfahren

Für die deskriptive Darstellung sind Mittelwert, Standardabweichung und der Variationskoeffizient berechnet worden. Der Mittelwert bzw. das arithmetische Mittel eignet sich für metrische Merkmale (Hartung, Elpelt & Klösener, 2012). Die Standardabweichung ist die Quadratwurzel aus der Varianz. Die Varianz ergibt sich, wenn die quadrierten Abweichungen der

Beobachtungen vom Mittelwert aufsummiert und durch die Anzahl der Beobachtungen minus eins geteilt wird (Hartung et al., 2012). Der Fakt, dass nicht durch den Stichprobenumfang geteilt wird, hat theoretische Gründe. Die hier dargestellte Berechnung der Varianz stellt eine sogenannte erwartungstreue Schätzung der theoretischen Varianz dar (Genschel & Becker, 2005). Standardabweichung und Varianzen nutzen als Schwerpunkt der Daten den Mittelwert. Hierdurch wird der Vergleich der Streuungen zweier Datenreihen erschwert. In diesem Zusammenhang können diese Streuungsmaße nur gemeinsam mit dem Mittelwert interpretiert werden. Ein Streuungsmaß, welches losgelöst vom Mittelwert interpretiert werden kann ist der Variationskoeffizient. Er ergibt sich aus dem Quotienten aus Standardabweichung und dem Mittelwert (Hartung et al., 2012).

Der Median ist dadurch gekennzeichnet, dass mindestens 50 % einer geordneten Datenreihe größer oder gleich bzw. kleiner oder gleich dem Median sind. Er ergibt sich bei einer ungeraden Stichprobengröße aus dem Merkmalswert der in der geordneten Datenreihe in der Mitte steht. Im Falle einer geraden Stichprobengröße ergibt sich der Median aus dem Mittelwert der beiden mittleren Merkmalsausprägungen der geordneten Datenreihe. Der Median hat gegenüber dem Mittelwert den Vorteil, dass er robust gegenüber Ausreißern ist (Hartung et al., 2012). Das  $p$ -Quantil bzw.  $p$ -Perzentil ist derjenige Merkmalswert für den  $p$  % der Werte einer geordneten Datenreihe kleiner oder gleich sind. Es ergibt sich als der  $k$ -te Merkmalswert, falls  $N \cdot k$  keine ganze Zahl ist, wobei  $k$  die nächstkleinere ganze Zahl zu  $N \cdot k$  ist. Falls  $N \cdot k$  eine ganze Zahl ist, so ergibt sich das  $p$ -Quantil aus dem Mittelwert der  $k$ -ten und  $(k + 1)$ -ten Merkmalsausprägung der geordneten Datenreihe. Der Median ist somit das 0,5 bzw. 50 % Quantil bzw. Perzentil. Der Interquartilsabstand ist ein robustes Streuungsmaß. Er ergibt sich aus der Differenz des 75 % und 25 % Perzentils (Hartung et al., 2012).

Um eine Verteilung eines metrischen Merkmals visuell darzustellen eignet sich ein Boxplot. Hierbei wird eine Box gezeichnet, wobei das obere Ende das 75 % Perzentil und das untere Ende das 25 % Perzentil einer ge-

ordneten Datenreihe darstellt. Innerhalb der Box wird an der Stelle des Medians eine Linie gezogen. Vom 25 % bzw. 75 % Perzentil erstrecken sich „Antennen“ bzw. Schnurhaare (Whiskers). Sie gehen bis zu dem Wert, welcher maximal 1,5 Interquartilsabstände von der Box entfernt sind. Werte außerhalb von 1,5 Interquartilsabständen werden als Ausreißer in Form von Kreisen und Werte außerhalb von 3 Interquartilsabständen werden dabei als Extremwerte in Form von Sternen in die Grafik eingezeichnet (Field, 2013).

Die einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) kann verwendet werden, falls mehrere Gruppen beziehungsweise deren Mittelwerte bezüglich eines metrischen Merkmals untersucht werden sollen. Sie unterliegt zwei zentralen Annahmen. Zum einen, dass Ihre Residuen normalverteilt sind und zum anderen, dass Varianzhomogenität zwischen den Gruppen vorliegt (Field, 2013). Im Falle eines hohen Stichprobenumfangs innerhalb der Gruppen, größer zehn, kann die Normalverteilungsannahme vernachlässigt werden (Bortz & Schuster, 2010).

Die Varianzhomogenität wird mittels des Levene-Tests überprüft. Hierbei ist von ungleichen Varianzen auszugehen, falls der Levene-Test ein signifikantes Ergebnis liefert. Im Falle einer Verletzung der Annahme der Varianzhomogenität können die Effekte robust geschätzt werden. Hierbei handelt es sich um die Brown-Forsythe-Korrektur. Wurden signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gefunden, so ist von Interesse, welche Gruppen sich genau signifikant unterscheiden. Hierzu werden Post-Hoc-Tests durchgeführt. Im Falle einer Verletzung der Varianzhomogenität eignet sich der Post-Hoc-Test nach Games-Howell. Ist die Annahme gleicher Varianzen nicht verletzt, so eignet sich Tukey-HSD.

Die Multivariate Varianzanalyse (MANOVA) kommt zur Verwendung, falls mehrere abhängige Variablen von einer oder mehreren unabhängigen Variablen erklärt werden sollen. Hierbei sind die abhängigen Variablen intervallskaliert, die unabhängigen kategorial. Es werden somit mehrere voneinander abhängige Variablen auf Gruppenunterschiede untersucht. Die MANOVA unterliegt einer zentralen Annahme. So müssen die abhängigen



Variablen gemeinsam einer multivariaten Normalverteilung folgen. Die Prüfung der multivariaten Normalverteilungsannahme ist strenggenommen nicht möglich. Stattdessen wird in der Anwendung häufig geprüft, ob die abhängigen Variablen univariat normalverteilt sind. Zur Prüfung auf Normalverteilung wurde der Shapiro-Wilk-Test verwendet. Dieser Test vergleicht die vorliegende Stichprobe mit einer Normalverteilung mit demselben Mittelwert und Standardabweichung wie die Stichprobe selbst (Field, 2013).

Der Korrelationskoeffizient ist ein Zusammenhangsmaß zur Untersuchung linearer Zusammenhänge zwischen metrisch skalierten Merkmalen. Er kann Werte zwischen -1 und 1 annehmen. Im Falle von -1 wird von einer negativen, im Falle von 1 von einer positiven Korrelation gesprochen (Hartung et al., 2012). Als Richtwerte zur Interpretation der Stärke eines Zusammenhangs gilt bei Effektgrößen von:  $< 0,1$  sehr schwacher bzw. unbedeutender Zusammenhang;  $\geq 0,1$  schwacher Zusammenhang;  $\geq 0,3$  mittelstarker Zusammenhang;  $\geq 0,5$  starker Zusammenhang;  $\geq 0,7$  sehr starker Zusammenhang;  $\geq 0,9$  annähernd perfekter Zusammenhang (Fröhlich, Mayerl, Pieter & Kemmler, 2020).

Bei der linearen Regression wird eine abhängige Variable durch eine unabhängige Variable erklärt (Backhaus, Erichson & Weiber, 2003). Dabei unterliegt die lineare Regression diversen Modellprämissen. Hierbei handelt es sich um die Linearität der Variablen, keine Autokorrelation, Homoskedastizität und Normalverteiltetheit der Fehlerterme. Die Linearität wird in dieser Arbeit mittels der Korrelation nach Bravais-Pearson untersucht. Die Überprüfung, ob die Fehlerterme autokorreliert sind erfolgt mittels des Durbin-Watson-Test (Krämer & Sonnberger, 1986). Hierbei sollte die Teststatistik zwischen eins und drei liegen, damit von unkorrelierten Fehlertermen ausgegangen werden kann (Field, 2013). Die Annahme homoskedastischer Fehler wird mittels eines Residualplots überprüft. Hierbei sollte die Streuung über die Punktwolke gleichmäßig sein, damit von gleichen Varianzen ausgegangen werden kann (Backhaus et al., 2003). Die Normalverteilungsannahme der Residuen kann wegen des hohen Stichprobenumfangs und dem zentralen Grenzwertsatz als näherungsweise erfüllt betrachtet

werden (Field, 2013). Bei den Residuen handelt es sich um die Abweichungen zwischen den geschätzten Werten der abhängigen Variablen und deren tatsächlichen Beobachtungen.

Neben den zuvor dargestellten Annahmen in einem linearen Modell kann bei der multiplen linearen Regression im speziellen das Problem der Multikollinearität auftreten. Multikollinearität entsteht häufig, wenn mathematische Abhängigkeiten zwischen den unabhängigen Variablen vorliegen. Unter Multikollinearität sind die verwendeten Schätzmethoden nicht mehr in der Lage den Effekt einer unabhängigen Variablen auf die abhängige Variable richtig zuzuordnen. Zur Überprüfung auf Multikollinearität werden die Varianzinflationsfaktoren für jede unabhängige Variable bestimmt. Hierbei sollten diese Kennzahlen kleiner zehn sein, damit von keinem Multikollinearitätsproblem ausgegangen werden muss (Fahrmeir & Tutz, 2013). Zur Beurteilung eines linearen Modells kann das Bestimmtheitsmaß verwendet werden. Hierbei handelt es sich um den Anteil an Varianz der abhängigen Variablen, welcher durch die unabhängigen Variablen erklärt wird. Das gewöhnliche Bestimmtheitsmaß hat eine zentrale Schwäche. Mit Hinzunahme auch irrelevanter Variablen steigt es automatisch an. Deswegen wird in dieser Arbeit das korrigierte Bestimmtheitsmaß ( $\eta^2_p$ ) verwendet, welches diese Schwäche nicht besitzt.

Alle Analysen, bis auf die Bestimmung des mittleren absoluten Fehlers, sind in SPSS 26 erfolgt. Der mittlere absolute Fehler wurde in Excel bestimmt. Dabei wurde für die statistischen Tests ein Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  festgelegt. Somit ergibt sich ein signifikantes Ergebnis, falls der p-Wert kleiner 0,05 ist. In Zeichen  $p < 0,05$ .

## 5 Ergebnisse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Untersuchungen in Querschnitt und Längsschnitt vorgestellt. Die Darstellung dieses Kapitels gliedert sich dabei in vier Bereiche. Der erste Teil umfasst die deskriptive Darstellung der Ergebnisse zur Normwertbestimmung. Im zweiten Gliederungspunkt werden die Veränderungen der Messwerte im einjährigen Längsschnitt dargestellt. Im Anschluss befasst sich der dritte Teil mit dem Einfluss unterschiedlicher Faktoren auf die sportmotorischen Leistungsmerkmale. Abschließend werden unter Punkt 5.4 anthropometrische Werte und Haltungparameter mit der Leistungsfähigkeit in den Schnellkrafttests in Beziehung gesetzt. Die Ergebnisse werden in tabellarischer sowie grafischer Form dargestellt.

### 5.1 Normwerte anthropometrischer Parameter und der Schnellkraftleistungen von Jugendfußballern in verschiedenen Altersklassen

In Tabelle 1 bis 4 sind die Kennwerte für die verschiedenen Altersklassen bezüglich der gemessenen anthropometrischen Merkmale und Schnellkraftparameter dargestellt. Hierzu wurden Perzentile der Verteilungen der Parameter verwendet. Das 50 % Perzentil beschreibt dabei den Median, der die untere von der oberen Hälfte der Wertetabelle trennt. Des Weiteren sind das 25 % und das 75 % Perzentil (stellvertretend für das untere und obere Quartil) dargestellt. Das 10 % Perzentil beschreibt den Wert in der geordneten Verteilung, für den 10 % der Beobachtungen kleiner/gleich sind. Analog dazu stellt das 90 % Perzentil den Wert der geordneten Wertereihe dar, für den 90 % der Beobachtungen kleiner/gleich sind.

Tabelle 1: Deskriptive Statistiken zur Bestimmung der Normwerte der D-Junioren

Alter		Größe	Gewicht	BMI	CMJ	SJ	DJ	5 m	10 m	30 m	COD		
10-12 Jahre	n	Gültig	140	140	140	140	140	62	65	65	53		
		Fehlend	0	0	0	0	0	0	78	75	75	87	
		MW	1,52	40,19	17,23	24,90	24,73	106,56	1,17	2,00	4,97	8,44	
		SD	0,09	8,00	1,93	4,46	4,38	26,74	0,10	1,40	0,27	0,46	
		VK	0,06	0,20	0,11	0,18	0,18	0,25	0,09	0,70	0,05	0,05	
		10	1,41	31,00	15,31	20,01	19,53	78,10	1,03	1,81	4,66	7,76	
		25	1,46	35,00	15,82	21,70	21,65	89,67	1,13	1,94	4,81	8,09	
		P	50	1,52	39,00	16,75	24,55	24,50	100,94	1,19	2,00	4,97	8,47
		75	1,57	45,00	18,58	26,40	27,20	123,69	1,22	2,09	5,19	8,74	
		90	1,64	50,00	19,92	30,80	30,00	145,00	1,28	2,16	5,29	9,06	

Body-Mass-Index (BMI); Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); 5 Meter Sprint (5 m); 10 Meter Sprint (10 m); 30 Meter Sprint (30 m); Richtungswechselsprint (COD); Mittelwert (MW); Standardfehler (SD); Varianzkoeffizient (VK); Perzentil (P)

Tabelle 2: Deskriptive Statistiken zur Bestimmung der Normwerte der C-Junioren

Alter		Größe	Gewicht	BMI	CMJ	SJ	DJ	5 m	10 m	30 m	COD		
13-14 Jahre	n	Gültig	274	274	274	274	274	274	91	117	119	69	
		Fehlend	0	0	0	0	0	0	183	157	155	205	
		MW	1,68	55,13	19,44	28,17	27,98	123,14	1,07	1,80	4,51	8,03	
		SD	0,09	10,04	2,26	4,82	4,86	31,95	0,10	0,16	0,28	0,36	
		VK	0,05	0,18	0,12	0,17	0,17	0,26	0,09	0,09	0,06	0,04	
		10	1,56	42,20	16,90	22,00	21,90	0,93	0,93	1,57	4,19	7,58	
		25	1,62	47,88	17,84	24,88	24,60	101,76	1,03	1,69	4,31	7,80	
		P	50	1,68	55,00	19,11	28,20	27,80	119,03	1,08	1,8	4,48	8,04
		75	1,74	61,60	20,76	31,50	31,10	146,08	1,14	1,93	4,72	8,24	
		90	1,80	68,00	22,26	34,25	34,20	166,59	1,19	2,00	4,93	8,52	

Body-Mass-Index (BMI); Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); 5 Meter Sprint (5 m); 10 Meter Sprint (10 m); 30 Meter Sprint (30 m); Richtungswechselsprint (COD); Mittelwert (MW); Standardfehler (SD); Varianzkoeffizient (VK); Perzentil (P)

Tabelle 3: Deskriptive Statistiken zur Bestimmung der Normwerte der B-Junioren

Alter		Größe	Gewicht	BMI	CMJ	SJ	DJ	5 m	10 m	30 m	COD		
15-16 Jahre	n	Gültig	278	278	278	278	278	278	116	140	169	75	
		Fehlend	0	0	0	0	0	0	162	138	109	203	
		MW	1,77	67,43	21,50	34,42	33,43	157,97	1,02	1,73	4,22	8,08	
		SD	0,06	8,47	2,05	5,50	5,21	36,90	0,06	0,10	0,17	0,48	
		VK	0,03	0,13	0,10	0,16	0,16	0,23	0,06	0,06	0,04	0,06	
		10	1,69	56,00	18,85	27,79	27,39	112,89	0,94	1,61	4,04	7,49	
		25	1,73	62,00	20,08	30,15	29,70	130,81	0,97	1,66	4,10	7,67	
		P	50	1,77	67,00	21,31	34,65	33,40	154,81	1,01	1,73	4,20	8,00
		75	1,82	73,00	22,71	38,23	36,40	181,56	1,05	1,80	4,33	8,42	
		90	1,86	79,00	24,24	41,92	40,10	202,99	1,09	1,84	4,47	8,70	

Body-Mass-Index (BMI); Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); 5 Meter Sprint (5 m); 10 Meter Sprint (10 m); 30 Meter Sprint (30 m); Richtungswechselsprint (COD); Mittelwert (MW); Standardfehler (SD); Varianzkoeffizient (VK); Perzentil (P)

Tabelle 4: Deskriptive Statistiken zur Bestimmung der Normwerte der A-Junioren

Alter		Größe	Gewicht	BMI	CMJ	SJ	DJ	5m	10	30m	COD		
17-19 Jahre	n	Gültig	119	119	119	119	119	119	83	96	107	45	
		Fehlend	0	0	0	0	0	0	36	23	12	74	
		MW	1,80	74,26	22,80	38,55	36,88	177,22	1	1,7	4,11	7,92	
		SD	0,06	8,28	2,02	4,63	4,53	34,44	0,06	0,08	0,14	0,39	
		VK	0,03	0,11	0,09	0,12	0,12	0,19	0,06	0,05	0,03	0,05	
		10	1,73	64,00	20,50	32,60	31,00	128,77	0,92	1,59	3,94	7,88	
		25	1,76	68,40	21,47	35,30	33,40	153,81	0,95	1,63	4,00	7,61	
		P	50	1,81	74,00	22,45	37,60	36,30	178,30	1,00	1,70	4,13	7,88
		75	1,84	79,60	24,08	42,10	40,40	197,52	1,05	1,77	4,22	8,20	
		90	1,88	85,80	25,50	44,80	43,00	219,19	1,09	1,81	4,29	8,51	

Body-Mass-Index (BMI); Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); 5 Meter Sprint (5 m); 10 Meter Sprint (10 m); 30 Meter Sprint (30 m); Richtungswechselsprint (COD); Mittelwert (MW); Standardfehler (SD); Varianzkoeffizient (VK); Perzentil (P)

In den nachfolgenden Abbildungen 20 bis 29 sind die Verteilungen der gemessenen Parameter in den vier verschiedenen Altersklassen noch einmal graphisch in Form von Boxplots dargestellt. Die untere Linie der Box beschreibt dabei das erste Quartil (25 % Quantil bzw. Perzentil). Die obere Linie der Box beschreibt das dritte Quartil (75 % Quantil bzw. Perzentil). Der Ausprägungshöhe der Box, d.h. der Abstand zwischen dem ersten und dem dritten Quartil ist der Interquartilsabstand (IQR). Der Querstrich innerhalb der Box kennzeichnet das zweite Quartil, d.h. den Median, der im Gegensatz zum Mittelwert, den Ausreißern gegenüber nicht anfällig ist. Der untere und obere Whisker stellen den Minimal- bzw. Maximalwert der entsprechenden Merkmalsstreuungen dar. Einfache Ausreißer sind als Kreise ober- bzw. unterhalb der Whisker dargestellt und beschreiben die Merkmalsausprägungen die mindestens um das 1,5-fache des IQR außerhalb der Box liegen. Extreme Ausreißer sind als Sterne dargestellt und liegen um das mindestens dreifache des IQR außerhalb der Boxen (Field, 2013).



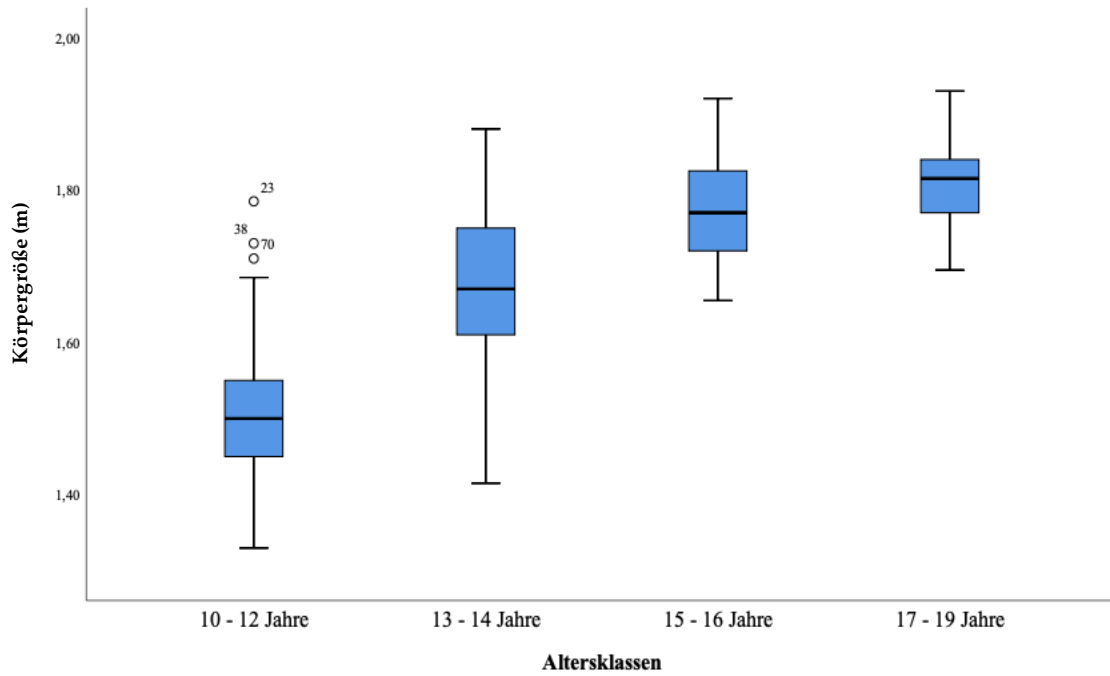


Abbildung 20: Verteilung der Körpergrößen (in m) in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots

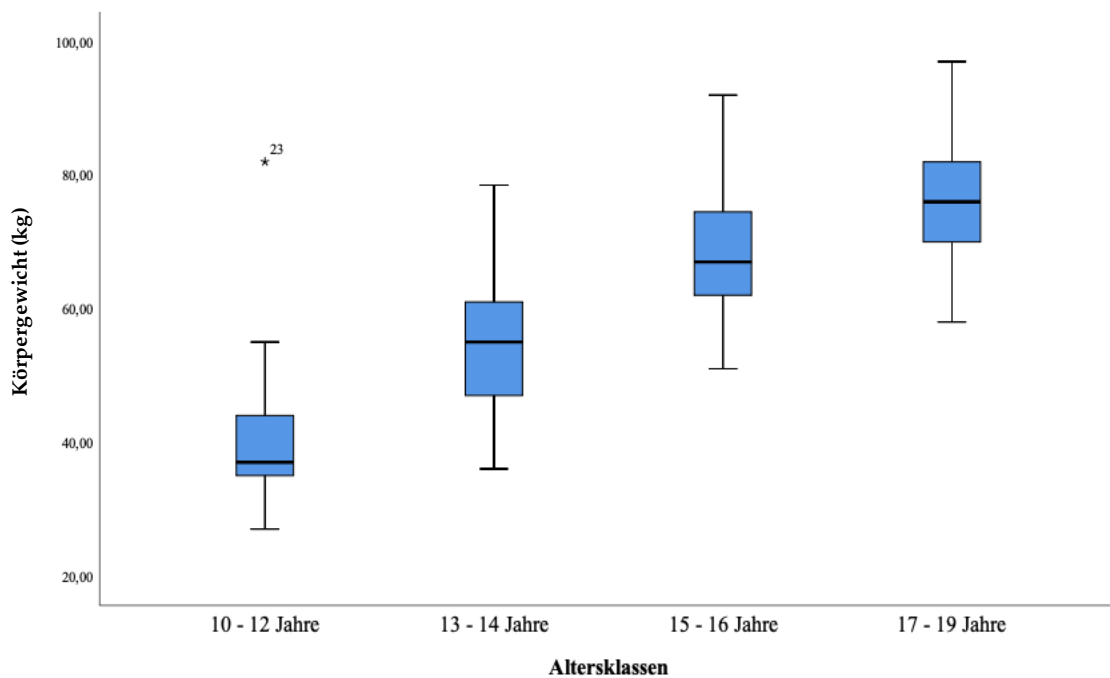


Abbildung 21: Verteilung des Gewichts (in kg) der Spieler in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots

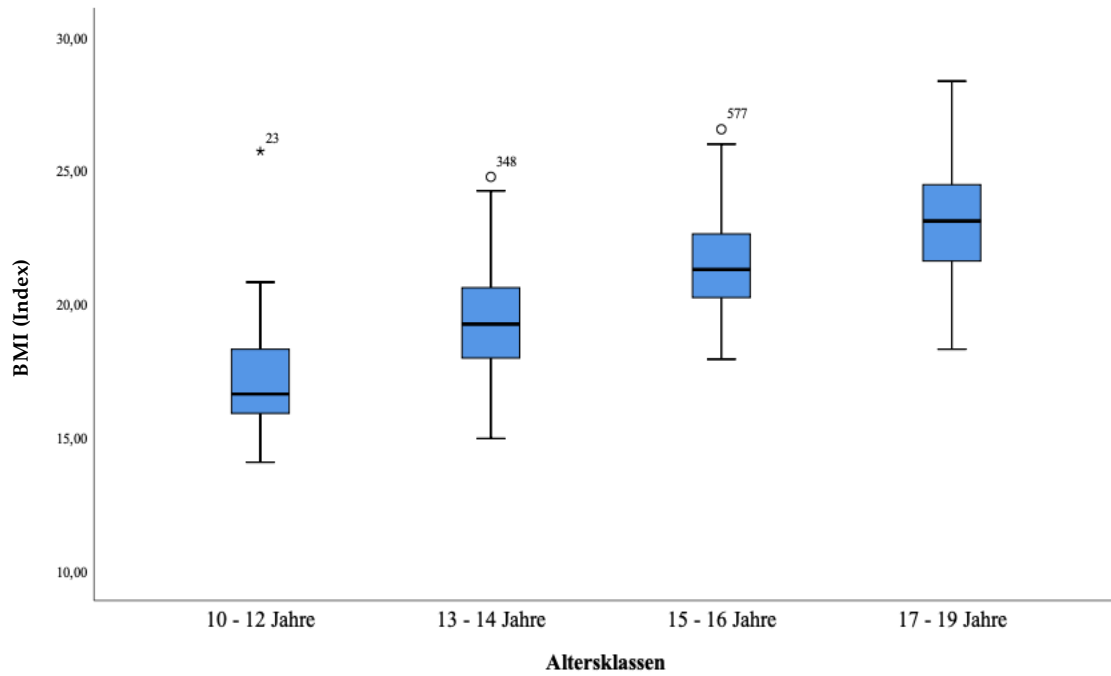


Abbildung 22: Verteilung des BMI (Index) der Spieler in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots

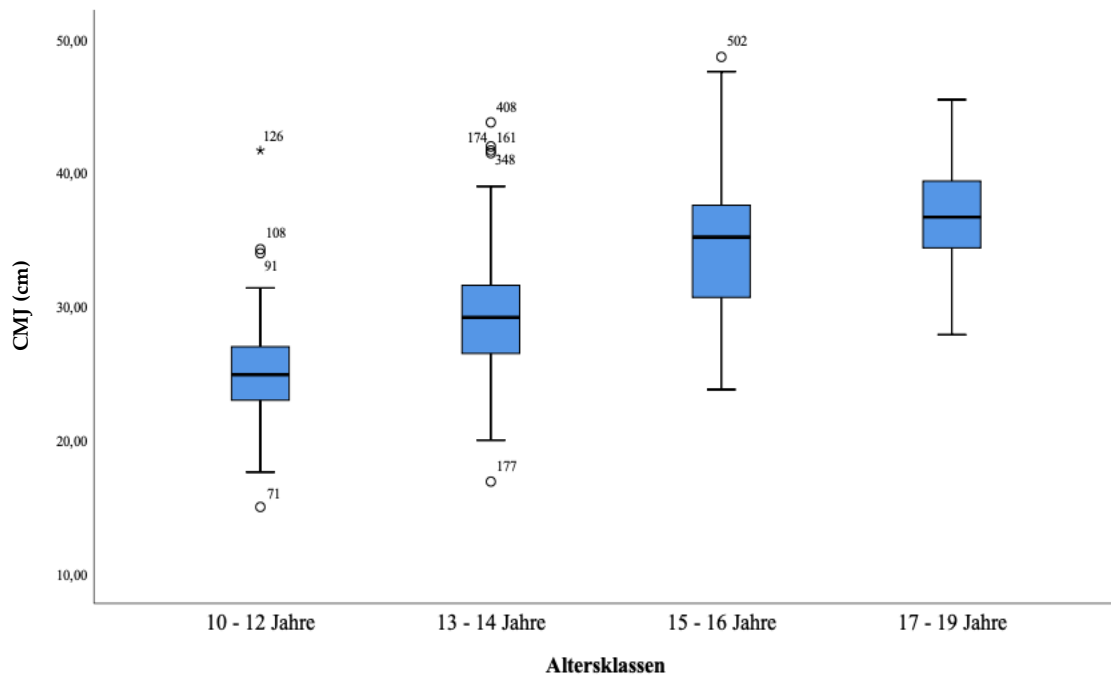


Abbildung 23: Verteilung der Sprunghöhen (in cm) beim CMJ in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots

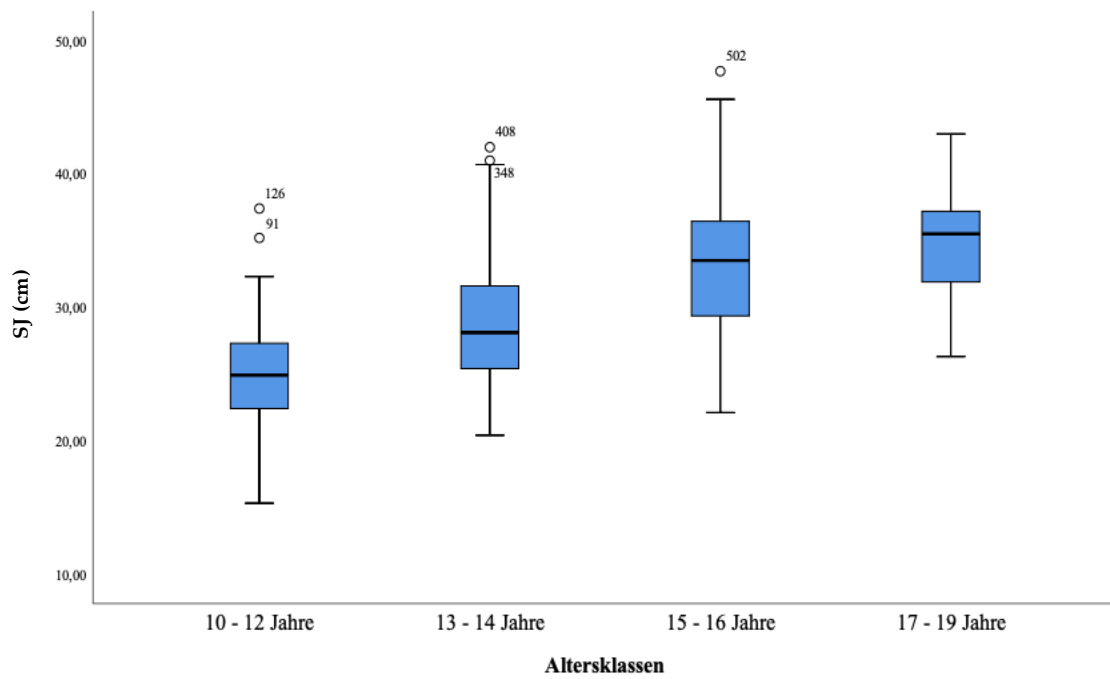


Abbildung 24: Verteilung der Sprunghöhen (in cm) beim SJ in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots

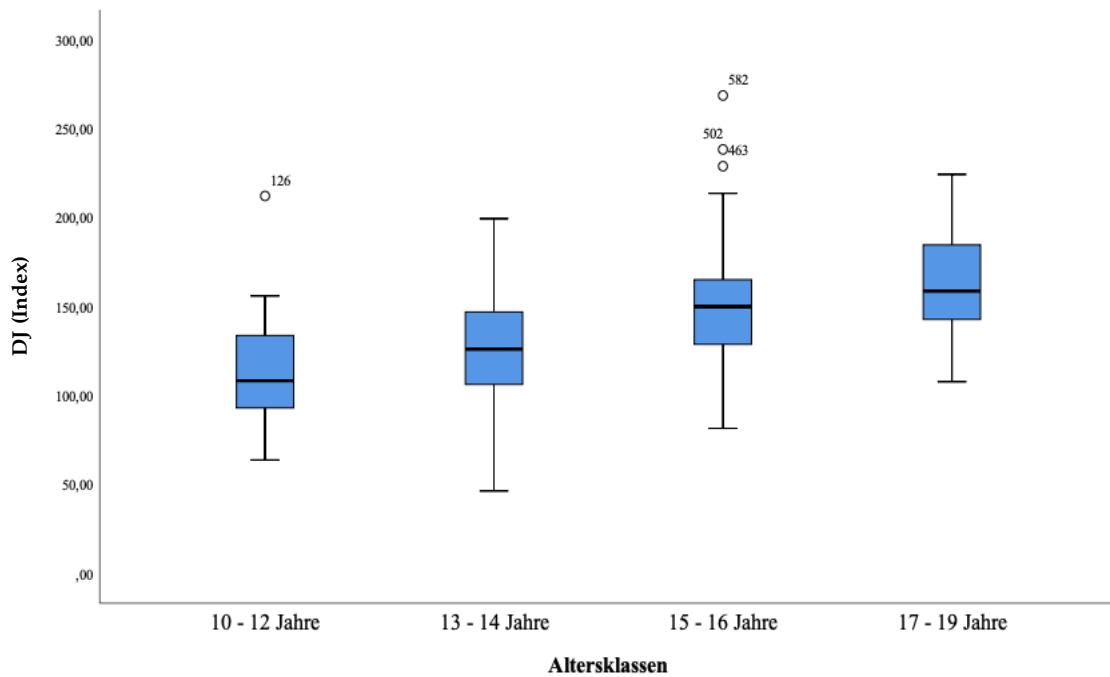


Abbildung 25: Verteilung der Leistungsfähigkeit beim DJ (Index) in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots

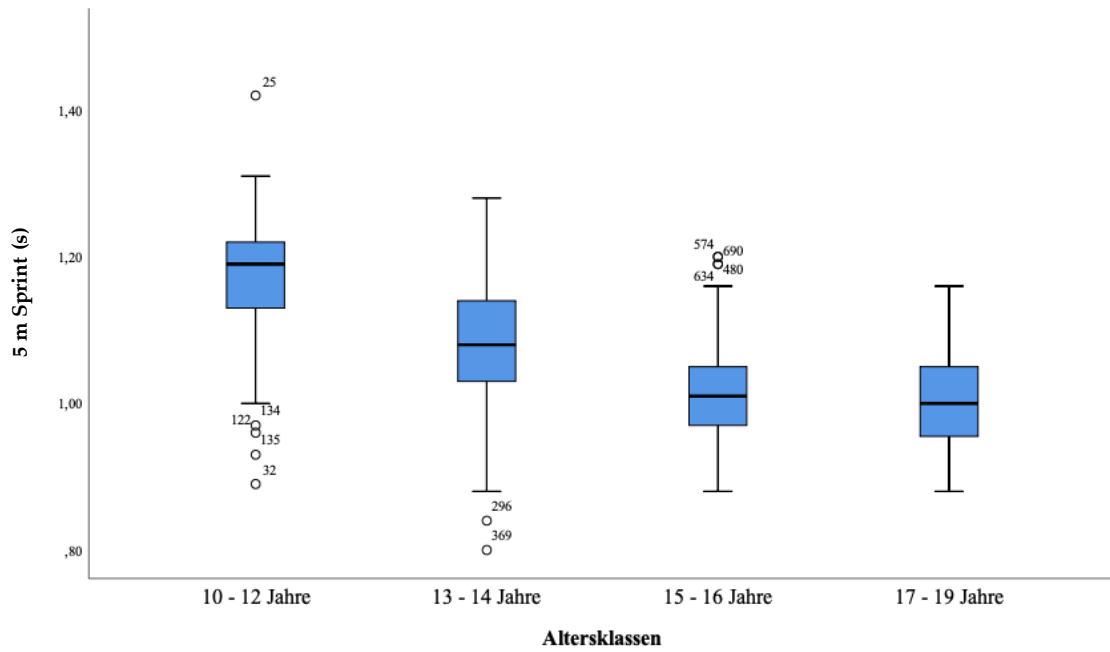


Abbildung 26: Verteilung der Leistungsfähigkeit beim 5 m Sprint (s) in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots

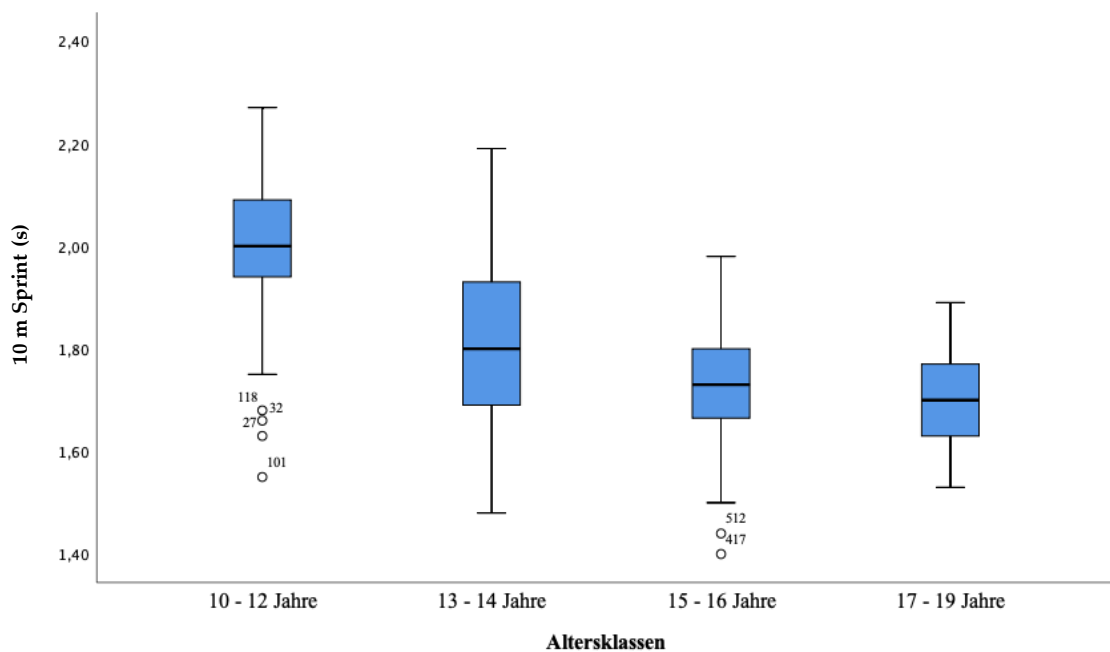


Abbildung 27: Verteilung der Leistungsfähigkeit beim 10 m Sprint (s) in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots

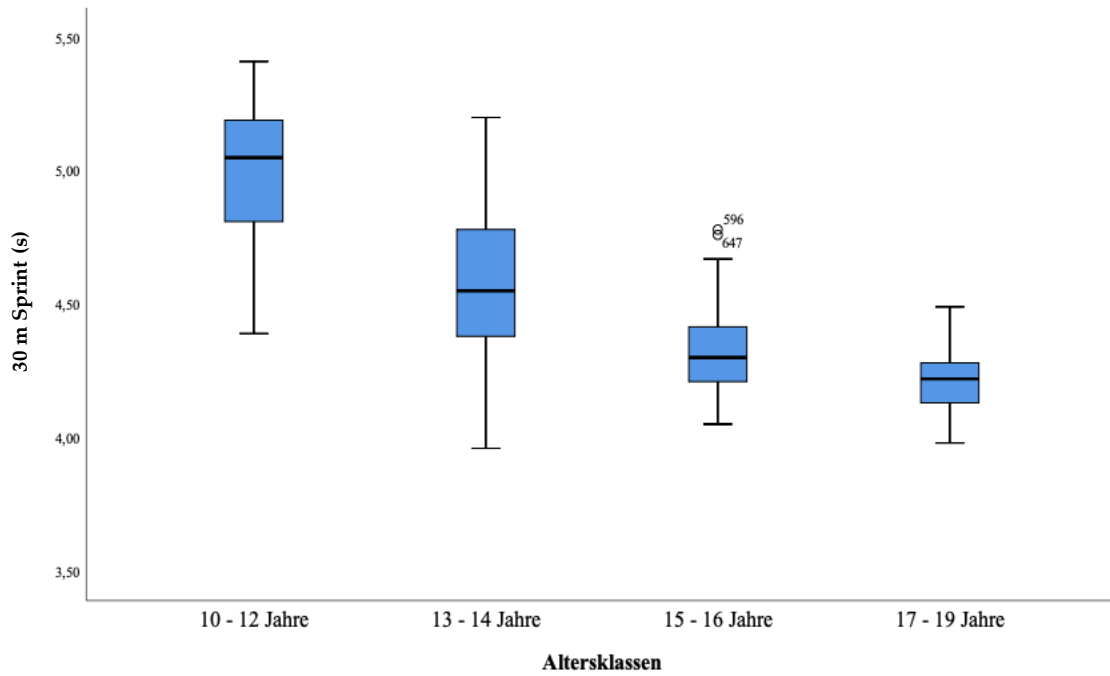


Abbildung 28: Verteilung der Leistungsfähigkeit beim 30 m Sprint (s) in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots

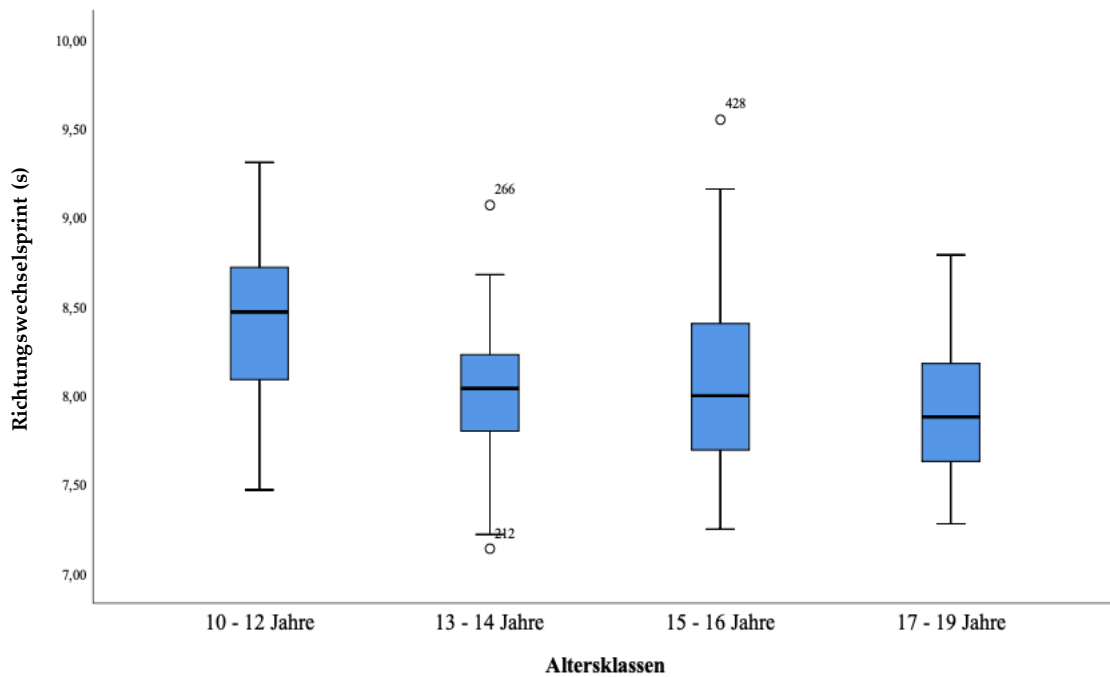


Abbildung 29: Verteilung der Leistungsfähigkeit beim Richtungswechselsprint (s) in den verschiedenen Altersklassen in Form von Boxplots

## 5.2 Entwicklung der Spieler im einjährigen Längsschnitt

Die Längsschnittuntersuchung wurde mit den Jugendmannschaften von drei Vereinen durchgeführt. Getestet wurden dabei 127 Jugendspieler bei den Sprungdiagnostiken und 42 Spieler bei der Sprintdiagnostik.

Alle diagnostischen Messwerte sowie der Unterschied zwischen Messzeitpunkt 1 und Messzeitpunkt 2 (Delta,  $\Delta$ ) inklusive der prozentualen Veränderungen sind in Tabelle 5 und 6 dargestellt. Beim CMJ zeigen sich, signifikante Veränderungen der Sprunghöhe im Gesamtmodell ( $F(3, 123) = 5,36, p = 0,002, \eta_p^2 = 0,116$ ). Anhand der Post-Hoc-Tests werden signifikante Unterschiede der CMJ-Entwicklung in einem Jahr zwischen den Altersgruppen 10-12 vs. 13-14 ( $p = 0,002$ ) und 10-12 vs. 15-16 ( $p = 0,024$ ) sichtbar. Auch beim SJ zeigen sich signifikante Veränderungen der Sprunghöhe ( $F(3, 123) = 5,36, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,148$ ). Die Post-Hoc-Tests verdeutlichen dabei signifikante Unterschiede der SJ-Entwicklung zwischen den beiden Messzeitpunkten zwischen den Altersgruppen 10-12 vs. 13-14 ( $p = 0,003$ ) und 10-12 vs. 17-19 ( $p = 0,013$ ). Die DJ-Messung ( $F(3, 123) = 2,57, p = 0,057, \eta_p^2 = 0,059$ ) sowie die Sprintdiagnostik bei 5 m ( $F(3, 29) = 0,79, p = 0,511, \eta_p^2 = 0,075$ ), 10 m ( $F(3, 37) = 0,076, p = 0,524, \eta_p^2 = 0,058$ ) und 30 m ( $F(3, 38) = 0,057, p = 0,634, \eta_p^2 = 0,044$ ) zeigen, dass bei den genannten Parametern keine signifikanten Unterschiede vorliegen.

Tabelle 5: Deskriptive Daten, ANOVA und Mehrfachvergleiche der Sprungdiagnostik

Sprung	Gruppe	1.MZP	2.MZP	Delta 1.MZP-2.MZP	% Delta 1.MZP- 2.MZP	Univariate ANOVA <sup>a</sup>		Mehrfachvergleiche (Scheffé) <sup>b</sup>	
						p	$\eta_p^2$	Gruppen	p
CMJ [cm]	10-12 (n=45)	25,33 ± 4,40	26,75 ± 5,24	1,42 ± 2,66	5,61 %	0,002**	0,116	10-12 vs. 13-14	0,002**
	13-14 (n=45)	27,02 ± 4,49	30,77 ± 4,37	3,75 ± 2,90	13,88 %			10-12 vs. 15-16	0,024*
	15-16 (n=31)	34,48 ± 4,65	37,24 ± 4,44	2,76 ± 2,89	8,00 %			10-12 vs. 17-19	0,510
	17-19 (n=6)	36,85 ± 1,75	40,12 ± 2,15	3,27 ± 2,50	8,87 %			13-14 vs. 15-16	0,510
								13-14 vs. 17-19	0,980
15-16 vs. 17-19	0,980								
SJ [cm]	10-12 (n=45)	24,97 ± 4,18	25,76 ± 4,89	0,80 ± 2,63	3,16 %	< 0,001**	0,148	10-12 vs. 13-14	0,003**
	13-14 (n=45)	26,85 ± 4,29	29,91 ± 4,39	3,06 ± 2,85	11,40 %			10-12 vs. 15-16	0,084
	15-16 (n=31)	33,41 ± 4,21	35,90 ± 3,93	2,49 ± 2,69	7,45 %			10-12 vs. 17-19	0,013*
	17-19 (n=6)	34,97 ± 2,51	39,82 ± 2,37	4,85 ± 3,93	13,87 %			13-14 vs. 15-16	0,862
								13-14 vs. 17-19	0,535
15-16 vs. 17-19	0,314								
DJ [Index]	10-12 (n=45)	107,05 ± 27,17	117,15 ± 34,17	10,15 ± 21,20	9,43 %	0,057	0,059	10-12 vs. 13-14	
	13-14 (n=45)	124,87 ± 30,92	144,38 ± 30,33	19,51 ± 33,48	15,62 %			10-12 vs. 15-16	
	15-16 (n=31)	153,96 ± 24,87	179,47 ± 25,33	25,47 ± 22,33	16,57 %			10-12 vs. 17-19	
	17-19 (n=6)	180,09 ± 16,66	211,90 ± 29,57	31,81 ± 38,89	17,66 %			13-14 vs. 15-16	
								13-14 vs. 17-19	
15-16 vs. 17-19									

Messzeitpunkt (MZP); Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt;

<sup>a</sup> Ergebnisse der univariaten ANOVA der Delta Werte; <sup>b</sup> Gruppenvergleiche: 10-12 Jahre, 13-14 Jahre, 15-16 Jahre, 17-19 Jahre; \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

Tabelle 6: Deskriptive Daten, ANOVA und Mehrfachvergleiche der Sprintdiagnostik

Sprint	Gruppe	1.MZP	2.MZP	Delta		Univariate ANOVA <sup>a</sup>		Mehrfachvergleiche (Scheffé) <sup>b</sup>	
				1.MZP 2.MZP	% Delta 1.MZP- 2.MZP	p	η <sup>2</sup>	Gruppen	p
5 m [s]	10-12 (n=13)	1,17±0,09	1,09 ± 0,11	-0,06 ± 0,07	6,84 % 8,41 % 18,85 % 4,00 %	0,511	0,075	10-12 vs. 13-14	
	13-14 (n=7)	1,07 ± 0,10	0,98 ± 0,05	-0,08 ± 0,04				10-12 vs. 15-16	
	15-16 (n=11)	1,02 ± 0,06	0,99 ± 0,05	-0,07 ± 0,07				10-12 vs. 17-19	
	17-19 (n=2)	1,00 ± 0,06	0,96 ± 0,00	0,00 ± 0,03				13-14 vs. 15-16	
								13-14 vs. 17-19	
10 m [s]	10-12 (n=14)	2,00 ± 0,14	1,82 ± 0,18	-0,08 ± 0,07	9,00 % 9,44 % 5,20 % 3,53 %	0,524	0,058	10-12 vs. 13-14	
	13-14 (n=14)	1,80 ± 0,16	1,63 ± 0,13	-0,06 ± 0,10				10-12 vs. 15-16	
	15-16 (n=11)	1,73 ± 0,10	1,64 ± 0,11	-0,10 ± 0,08				10-12 vs. 17-19	
	17-19 (n=2)	1,70 ± 0,08	1,64 ± 0,01	-0,10 ± 0,08				13-14 vs. 15-16	
								13-14 vs. 17-19	
30 m [s]	10-12 (n=14)	4,95 ± 0,26	4,83 ± 0,30	-0,12 ± 0,14	2,42 % 3,85 % 3,50 % 2,45 %	0,634	0,044	10-12 vs. 13-14	
	13-14 (n=15)	4,42 ± 0,18	4,25 ± 0,20	-0,17 ± 0,09				10-12 vs. 15-16	
	15-16 (n=11)	4,29 ± 0,09	4,14 ± 0,15	-0,14 ± -0,12				10-12 vs. 17-19	
	17-19 (n=2)	4,08 ± 0,13	3,98 ± 0,07	-0,10 ± 0,06				13-14 vs. 15-16	
								13-14 vs. 17-19	
								15-16 vs. 17-19	

Messzeitpunkt (MZP); 5 Meter Sprint (5 m); 10 Meter Sprint (10 m); 30 Meter Sprint (30 m); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt;

<sup>a</sup> Ergebnisse der univariaten ANOVA der Delta Werte; <sup>b</sup> Gruppenvergleiche: 10-12 Jahre, 13-14 Jahre, 15-16 Jahre, 17-19 Jahre; \*p < 0,05, \*\*p < 0,01



### 5.3 Einfluss von Spielklasse und Spielposition auf die Leistungen bei Sprüngen, linearen Sprints und Richtungswechselsprints

Mittels MANOVA wurden die Faktoren Spielniveau und Spielposition auf die Leistungsfähigkeit bei den schnellkraftdiagnostischen Testverfahren untersucht. Die Ergebnisse sind in diesem Kapitel dargestellt. Zur besseren Übersicht sind die Ergebnisse der verschiedenen Testverfahren in einzelne Unterkapitel separiert.

#### 5.3.1 Sprung

Tabelle 7 zeigt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen der drei unterschiedlichen Sprungtestverfahren nach Spielniveau und Spielposition in der Altersklasse der 10-12 Jährigen.

Es zeigt sich, dass das Gesamtmodell bei den drei Sprungarten CMJ: ( $F(7, 132) = 2,58, p = 0,016$ ), SJ: ( $F(7, 132) = 2,69, p = 0,012$ ) und DJ: ( $F(7, 132) = 4,65, p < 0,001$ ) signifikant ist. Dabei besteht ein Haupteffekt des Spielniveaus auf die Sprungleistung für den CMJ: ( $F(1, 132) = 13,11, p < 0,001, \eta^2_p = 0,090$ ), den SJ: ( $F(1, 132) = 12,08, p \leq 0,001, \eta^2_p = 0,084$ ) und den DJ: ( $F(1, 132) = 17,22, p < 0,001, \eta^2_p = 0,115$ ). Beim Faktor Spielposition zeigen die Werte des CMJ: ( $F(3, 132) = 0,53, p = 0,665, \eta^2_p = 0,012$ ), des SJ: ( $F(3, 132) = 0,80, p = 0,499, \eta^2_p = 0,018$ ) und des DJ: ( $F(3, 132) = 4,10, p = 0,008, \eta^2_p = 0,085$ ), dass nur beim DJ ein signifikanter Haupteffekt besteht. Dementsprechend besteht in dieser Altersklasse beim CMJ und beim SJ kein Einfluss der Spielposition auf die Sprungleistung, während beim DJ die Spielposition einen Einfluss auf die Sprungleistung haben kann. Beim Interaktionsterm von Spielniveau und Position zeigt sich anhand der Werte des CMJ: ( $F(3, 132) = 2,47, p = 0,065, \eta^2_p = 0,012$ ), des SJ: ( $F(3, 132) = 3,19, p = 0,026, \eta^2_p = 0,068$ ) und des DJ: ( $F(3, 132) = 0,27, p = 0,846, \eta^2_p = 0,006$ ), dass nur beim SJ eine Signifikanz besteht. Der Effekt des Spielniveaus hängt also in gewissem Maße von der Spielposition ab. Die Unterscheide der Sprungleistungen

zwischen unterschiedlichen Spielposition können den Ergebnissen der Post-Hoc-Tests in Tabelle 8 entnommen werden.

Tabelle 7: Sprungdiagnostiken der D-Jugend nach Spielniveau und Position

Altersklasse 10-12 Jahre							
	Position	n	Gesamt	n	NLZ	n	Nicht-NLZ
CMJ [cm]	TW	12	26,18 ± 7,19	7	29,66 ± 7,41	5	21,32 ± 3,00
	V	35	24,13 ± 3,70	18	24,38 ± 3,76	17	23,86 ± 3,73
	MF	64	24,96 ± 3,83	29	26,03 ± 4,34	35	24,08 ± 3,15
	ST	29	25,14 ± 5,20	14	26,07 ± 6,35	15	24,28 ± 3,87
	Gesamt	140	24,90 ± 4,46	68	25,98 ± 5,13	72	23,88 ± 3,45
SJ [cm]	TW	12	25,42 ± 7,07	7	28,94 ± 7,00	5	20,48 ± 3,41
	V	35	23,78 ± 3,57	18	23,62 ± 3,48	17	23,95 ± 3,76
	MF	64	24,98 ± 4,06	29	25,97 ± 4,47	35	24,16 ± 3,55
	ST	29	25,05 ± 4,62	14	26,04 ± 5,71	15	24,13 ± 3,26
	Gesamt	140	24,73 ± 4,38	68	25,67 ± 4,94	72	23,85 ± 3,58
DJ [Index]	TW	12	92,90 ± 36,19	7	105,14 ± 39,50	5	75,76 ± 25,13
	V	35	99,69 ± 22,33	18	108,09 ± 25,23	17	90,79 ± 14,81
	MF	64	109,70 ± 23,95	29	121,12 ± 23,05	35	100,24 ± 20,53
	ST	29	113,57 ± 30,46	14	121,43 ± 34,28	15	106,24 ± 25,40
	Gesamt	140	106,56 ± 26,74	68	116,09 ± 28,25	72	97,56 ± 21,86

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump(SJ); Drop Jump (DJ); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); Probandenanzahl (n); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt

Tabelle 8: Post-Hoc-Tests zu den Positionsunterschieden der Sprungdiagnostik

Altersgruppe 10-12			
Sprung	Position	Position	p
CMJ	TW	V	0,562
		MF	0,845
		ST	0,919
	V	MF	0,835
		ST	0,826
		ST	0,998
SJ	TW	V	0,716
		MF	0,991
		ST	0,996
	V	MF	0,604
		ST	0,694
		ST	> 0,999
DJ	TW	V	0,877
		MF	0,199
		ST	0,117
	V	MF	0,293
		ST	0,173
		ST	0,920

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

Tabelle 9 gibt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen nach Sprungart, Spielniveau und Spielposition in der Altersklasse der 13-14 Jährigen wieder.

Tabelle 9: Sprungdiagnostiken der C-Jugend nach Spielniveau und Position

		Altersklasse 13-14 Jahre					
	Position	n	Gesamt	n	NLZ	n	Nicht-NLZ
CMJ [cm]	TW	28	28,34 ± 5,86	14	29,72 ± 5,29	14	26,95 ± 6,26
	V	94	28,62 ± 4,44	43	28,75 ± 4,27	51	28,52 ± 4,62
	MF	104	27,72 ± 4,90	35	29,27 ± 5,26	69	26,93 ± 4,54
	ST	48	28,16 ± 4,77	26	28,30 ± 4,18	22	28,00 ± 5,49
	Gesamt	274	28,17 ± 4,82	118	28,92 ± 4,65	156	27,60 ± 4,88
SJ [cm]	TW	28	27,64 ± 5,70	14	29,02 ± 4,77	14	26,26 ± 6,38
	V	94	28,59 ± 4,57	43	28,57 ± 4,54	51	28,60 ± 4,64
	MF	104	27,68 ± 4,94	35	29,05 ± 4,87	69	26,99 ± 4,86
	ST	48	27,63 ± 4,73	26	27,97 ± 4,25	22	27,22 ± 5,31
	Gesamt	274	27,98 ± 4,86	118	28,64 ± 4,57	156	27,48 ± 5,02
DJ [Index]	TW	28	121,31 ± 37,96	14	120,57 ± 39,91	14	122,05 ± 37,41
	V	94	128,63 ± 29,80	43	129,49 ± 32,38	51	127,91 ± 27,76
	MF	104	120,71 ± 31,36	35	132,10 ± 31,90	69	114,93 ± 29,67
	ST	48	118,74 ± 33,06	26	122,61 ± 31,97	22	114,17 ± 34,49
	Gesamt	274	123,14 ± 31,95	118	127,69 ± 32,96	156	119,71 ± 30,83

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump(SJ); Drop Jump (DJ); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); Probandenanzahl (n); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt

Die Betrachtung des Gesamtmodells des CMJ: ( $F(7, 266) = 1,40, p = 0,206$ ), des SJ: ( $F(7, 266) = 1,30, p = 0,251$ ) und des DJ: ( $F(7, 266) = 1,75, p = 0,099$ ) zeigt, dass keine der drei Sprungarten einen signifikanten Wert aufweist. Das bedeutet, dass die Haupteffekte von Spielniveau und Spielposition hier nicht weiter betrachtet werden können.

In Tabelle 10 sind die Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen bei den drei unterschiedlichen Sprungtests nach Spielniveau und Spielposition in der Altersklasse der 15-16 Jährigen dargestellt.

Tabelle 10: Sprungdiagnostiken der B-Jugend nach Spielniveau und Position

		Altersklasse 15-16 Jahre					
	Position	n	Gesamt	n	NLZ	n	Nicht-NLZ
CMJ [cm]	TW	29	36,49 ± 5,08	15	37,21 ± 4,91	14	35,73 ± 5,33
	V	89	34,83 ± 5,43	51	35,94 ± 5,30	38	33,33 ± 5,31
	MF	103	32,86 ± 5,37	54	34,86 ± 5,32	49	30,67 ± 4,54
	ST	57	35,51 ± 5,44	36	37,03 ± 5,06	21	32,92 ± 5,19
	Gesamt	278	34,42 ± 5,50	156	35,94 ± 5,25	122	32,47 ± 5,20
SJ [cm]	TW	29	35,54 ± 4,22	15	35,60 ± 4,16	14	35,49 ± 4,44
	V	89	33,74 ± 5,20	51	34,50 ± 4,83	38	32,71 ± 5,55
	MF	103	32,12 ± 5,22	54	34,06 ± 4,84	49	29,98 ± 4,82
	ST	57	34,24 ± 5,18	36	35,54 ± 4,73	21	32,00 ± 5,28
	Gesamt	278	33,43 ± 5,21	156	34,70 ± 4,75	122	31,81 ± 5,34
DJ [Index]	TW	29	169,13 ± 37,56	15	173,68 ± 40,14	14	164,25 ± 35,40
	V	89	159,37 ± 37,25	51	171,35 ± 36,26	38	143,29 ± 32,55
	MF	103	152,78 ± 37,53	54	160,71 ± 34,61	49	144,05 ± 39,01
	ST	57	159,49 ± 34,14	36	167,63 ± 30,56	21	145,54 ± 36,14
	Gesamt	278	157,97 ± 36,90	156	167,03 ± 34,85	122	146,39 ± 36,34

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump(SJ); Drop Jump (DJ); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); Probandenanzahl (n); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt

Es zeigt sich, dass das Gesamtmodell von CMJ: ( $F(7, 270) = 7,06, p < 0,001$ ), SJ: ( $F(7, 270) = 6,03, p < 0,001$ ) und DJ: ( $F(7, 270) = 4,33, p < 0,001$ ) bei allen drei Sprungarten signifikant ist. Dabei besteht ein Haupteffekt des Spielniveaus auf die Sprungleistung des CMJ: ( $F(1, 270) = 19,60, p < 0,001, \eta^2_p = 0,068$ ), des SJ: ( $F(1, 270) = 12,64, p < 0,001, \eta^2_p = 0,068$ ) und des DJ: ( $F(1, 270) = 15,51, p < 0,001, \eta^2_p = 0,054$ ). Beim Faktor Spielposition wird beim CMJ: ( $F(3, 270) = 5,22, p = 0,002, \eta^2_p = 0,055$ ) und beim SJ: ( $F(3, 270) = 4,61, p = 0,004, \eta^2_p = 0,049$ ) ein signifikanter Haupteffekt ersichtlich. Für den DJ:

( $F(3, 270) = 1,67, p = 0,568, \eta^2_p = 0,007$ ) zeigt sich kein signifikanter Haupteffekt. Dementsprechend besteht in dieser Altersklasse beim CMJ und beim SJ ein Einfluss der Spielposition auf die Sprungleistung, während beim DJ die Spielposition keinen Einfluss auf die Sprungleistung ausweist. Beim Interaktionsterm von Spielniveau und Spielposition liegt weder beim CMJ: ( $F(3, 270) = 0,80, p = 0,496, \eta^2_p = 0,009$ ), noch beim SJ: ( $F(3, 270) = 1,72, p = 0,164, \eta^2_p = 0,019$ ) noch beim DJ: ( $F(3, 270) = 0,67, p = 0,568, \eta^2_p = 0,007$ ) eine Signifikanz vor. Der Effekt des Spielniveaus hängt also nicht von der Spielposition ab. Die positionsspezifischen Unterschiede der Sprungleistungen können Tabelle 11 entnommen werden.

Tabelle 11: Post-Hoc-Tests zu den Positionsunterschieden der Sprungleistung

Altersgruppe 15-16			
Sprung	Position	Position	p
CMJ	TW	V	0,511
		MF	0,011*
		ST	0,872
	V	MF	0,073
		ST	0,891
		MF	0,021*
SJ	TW	V	0,398
		MF	0,013*
		ST	0,714
	V	MF	0,162
		ST	0,948
		MF	0,080
DJ	TW	V	0,647
		MF	0,189
		ST	0,701
	V	MF	0,649
		ST	> 0,999
		MF	0,726

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$

Tabelle 12 stellt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen nach Sprungart, Spielniveau und Spielposition in der Altersklasse der 17-19 Jährigen dar.

Tabelle 12: Sprungdiagnostiken der A-Jugend nach Spielniveau und Position

		Altersklasse 17-19 Jahre					
	Position	n	Gesamt	n	NLZ	n	Nicht-NLZ
CMJ [cm]	TW	7	37,26 ± 4,63	6	38,32 ± 4,04	1	30,90 ±
	V	43	38,79 ± 4,30	35	39,51 ± 3,92	8	35,61 ± 4,71
	MF	45	37,91 ± 4,24	34	38,62 ± 4,40	11	35,69 ± 2,84
	ST	24	39,70 ± 5,75	17	42,06 ± 4,70	7	33,96 ± 3,71
	Gesamt	119	38,55 ± 4,63	92	39,58 ± 4,38	27	35,04 ± 3,68
SJ [cm]	TW	7	35,03 ± 3,95	6	35,78 ± 3,73	1	30,50 ±
	V	43	37,34 ± 3,98	35	38,17 ± 3,45	8	33,73 ± 4,32
	MF	45	36,30 ± 4,28	34	36,97 ± 4,46	11	34,23 ± 2,95
	ST	24	37,69 ± 5,87	17	40,14 ± 4,31	7	31,76 ± 4,97
	Gesamt	119	36,88 ± 4,53	92	37,93 ± 4,15	27	33,30 ± 3,93
DJ [Index]	TW	7	159,52 ± 39,84	6	167,54 ± 36,92	1	111,35 ±
	V	43	176,78 ± 25,68	35	179,70 ± 21,51	8	164,04 ± 38,49
	MF	45	178,26 ± 33,69	34	181,91 ± 34,06	11	166,98 ± 31,32
	ST	24	181,23 ± 46,69	17	197,10 ± 45,91	7	142,70 ± 17,08
	Gesamt	119	177,22 ± 34,44	92	182,94 ± 33,12	27	157,75 ± 32,18

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump(SJ); Drop Jump (DJ); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); Probandenanzahl (n); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt

Es zeigt sich, dass das Gesamtmodell sowohl beim CMJ: ( $F(7, 111) = 5,02$ ,  $p < 0,001$ ), als auch beim SJ: ( $F(7, 111) = 5,55$ ,  $p < 0,001$ ) und DJ: ( $F(7, 111) = 3,19$ ,  $p = 0,004$ ) signifikant ist. Dabei besteht ein Haupteffekt des Spielniveaus auf die Sprungleistung beim CMJ: ( $F(1, 111) = 17,61$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,137$ ), beim SJ: ( $F(1, 111) = 16,39$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,129$ ) und beim DJ: ( $F(1, 111) = 11,56$ ,  $p \leq 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,094$ ).

Für den Faktor Spielposition wird bei keiner der Sprungarten CMJ: ( $F(3, 111) = 0,71$ ,  $p = 0,549$ ,  $\eta^2_p = 0,019$ ), SJ: ( $F(3, 111) = 0,53$ ,  $p = 0,664$ ,  $\eta^2_p = 0,014$ ) und DJ: ( $F(3, 111) = 1,22$ ,  $p = 0,305$ ,  $\eta^2_p = 0,032$ ) ein signifikanter Haupteffekt

ersichtlich. Dementsprechend hat in dieser Altersklasse die Spielposition in keiner Sprungart Einfluss auf die Sprungleistung. Beim Interaktionsterm von Spielniveau und Spielposition liegt bei keiner der drei Sprungarten CMJ: ( $F(3, 111) = 1,81, p = 0,149, \eta^2_p = 0,047$ ), SJ: ( $F(3, 111) = 2,06, p = 0,110, \eta^2_p = 0,053$ ) und DJ: ( $F(3, 111) = 2,06, p = 0,109, \eta^2_p = 0,053$ ) eine Signifikanz vor. Der Effekt des Spielniveaus hängt also nicht von der Spielposition ab. Die Unterschiede der Sprungleistungen auf verschiedenen Spielposition sind den Ergebnissen der Post-Hoc-Tests in Tabelle 13 zu entnehmen.

Tabelle 13: Post-Hoc-Tests zu den Positionsunterschieden der Sprungleistung

Altersgruppe 17-19			
Sprung	Position	Position	p
CMJ	TW	V	0,846
		MF	0,985
		ST	0,602
	V	MF	0,805
		ST	0,864
		ST	0,411
SJ	TW	V	0,575
		MF	0,895
		ST	0,500
	V	MF	0,685
		ST	0,990
		ST	0,599
DJ	TW	V	0,636
		MF	0,568
		ST	0,490
	V	MF	0,997
		ST	0,962
		ST	0,988

Counter-Movement-Jump (CMJ); Squat-Jump (SJ); Drop-Jump (DJ); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$



### 5.3.2 Sprint

Tabelle 14 gibt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen bei den verschiedenen Sprintdistanzen nach Spielniveau und Spielposition in der Altersklasse der 10-12 Jährigen wieder.

Tabelle 14: Sprintdiagnostiken der D-Jugend nach Spielniveau und Position

Altersklasse 10-12 Jahre							
	Position	n	Gesamt	n	NLZ	n	Nicht-NLZ
5 m [s]	TW	6	1,20 ± 0,05	6	1,20 ± 0,05		
	V	18	1,19 ± 0,12	16	1,19 ± 0,12	2	1,13 ± 0,10
	MF	24	1,15 ± 0,11	23	1,15 ± 0,11	1	1,25 ± 0,00
	ST	14	1,17 ± 0,05	14	1,17 ± 0,05		
	Gesamt	62	1,17 ± 0,10	59	1,17 ± 0,10	3	1,17 ± 0,10
10 m [s]	TW	6	2,07 ± 0,06	6	2,07 ± 0,06		
	V	18	2,04 ± 0,13	16	2,04 ± 0,14	2	1,98 ± 0,11
	MF	24	2,00 ± 0,12	23	2,00 ± 0,12	1	2,11 ± 0,00
	ST	14	2,02 ± 0,07	14	2,02 ± 0,07		
	Gesamt	62	2,02 ± 0,11	59	2,02 ± 0,11	3	2,02 ± 0,11
30 m [s]	TW	6	5,19 ± 0,15	6	5,19 ± 0,15		
	V	18	5,03 ± 0,23	16	5,05 ± 0,23	2	4,89 ± 0,09
	MF	24	4,96 ± 0,26	23	4,95 ± 0,27	1	5,09 ± 0,00
	ST	14	4,95 ± 0,21	14	4,95 ± 0,21		
	Gesamt	62	5,00 ± 0,24	59	5,00 ± 0,24	3	4,95 ± 0,14

5 Meter Sprint (5 m); 10 Meter Sprint (10 m) 30 Meter Sprint (30 m); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); Probandenanzahl (n); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt

Bei der Betrachtung des Gesamtmodells zeigt sich, dass über die Sprintdistanzen bei 5 m: ( $F(5, 56) = 0,70, p = 0,624$ ), 10 m: ( $F(5, 56) = 0,78, p = 0,569$ ) und 30 m: ( $F(5, 56) = 1,30, p = 0,278$ ) keine Signifikanz festgestellt werden konnte. Das bedeutet, dass das Gesamtmodell nicht signifikant ist und die Analysen in dieser Altersklasse nicht weiter ausgeführt werden.

Tabelle 15 gibt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen bei den verschiedenen Sprintdistanzen nach Spielniveau und Spielposition in der Altersklasse der 13-14 Jährigen wieder.

Tabelle 15: Sprintdiagnostiken der C-Jugend nach Spielniveau und Position

		Altersklasse 13-14 Jahre					
	Position	n	Gesamt	n	NLZ	n	Nicht-NLZ
5 m [s]	TW	11	1,07 ± 0,14	7	1,05 ± 0,18	4	1,09 ± 0,07
	V	33	1,08 ± 0,08	24	1,07 ± 0,09	9	1,08 ± 0,05
	MF	27	1,06 ± 0,10	19	1,06 ± 0,11	8	1,08 ± 0,08
	ST	20	1,09 ± 0,11	15	1,10 ± 0,12	5	1,08 ± 0,07
	Gesamt	91	1,07 ± 0,10	65	1,07 ± 0,11	26	1,08 ± 0,06
10 m [s]	TW	11	1,87 ± 0,19	7	1,86 ± 0,22	4	1,90 ± 0,15
	V	33	1,85 ± 0,11	24	1,85 ± 0,12	9	1,85 ± 0,09
	MF	27	1,85 ± 0,12	19	1,84 ± 0,13	8	1,86 ± 0,11
	ST	20	1,87 ± 0,14	15	1,88 ± 0,15	5	1,85 ± 0,11
	Gesamt	91	1,86 ± 0,13	65	1,86 ± 0,14	26	1,86 ± 0,10
30 m [s]	TW	11	4,66 ± 0,39	7	4,62 ± 0,41	4	4,73 ± 0,40
	V	33	4,55 ± 0,26	24	4,54 ± 0,26	9	4,57 ± 0,27
	MF	27	4,55 ± 0,27	19	4,54 ± 0,27	8	4,58 ± 0,28
	ST	20	4,55 ± 0,24	15	4,58 ± 0,23	5	4,48 ± 0,27
	Gesamt	91	4,56 ± 0,27	65	4,56 ± 0,27	26	4,58 ± 0,29

5 Meter Sprint (5 m); 10 Meter Sprint (10 m) 30 Meter Sprint (30 m); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); Probandenanzahl (n); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt

Die Betrachtung des Gesamtmodells zeigt, dass über die Sprintdistanzen von 5 m: ( $F(7,83) = 0,23$ ,  $p = 0,977$ ), 10 m: ( $F(7, 83) = 0,14$ ,  $p = 0,994$ ) und 30 m: ( $F(7, 83) = 0,34$ ,  $p = 0,932$ ) keine signifikanten Werte vorliegen. Dementsprechend wurden auch keine weiteren Analysen durchgeführt.

Tabelle 16 gibt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen bei den verschiedenen Sprintdistanzen nach Spielniveau und Spielposition in der Altersklasse der 15-16 Jährigen wieder.

Tabelle 16: Sprintdiagnostiken der B-Jugend nach Spielniveau und Position

		Altersklasse 15-16 Jahre					
	Position	n	Gesamt	n	NLZ	n	Nicht-NLZ
5 m [s]	TW	9	1,02 ± 0,08	5	1,04 ± 0,10	4	1,00 ± 0,03
	V	42	1,01 ± 0,06	25	1,01 ± 0,08	17	1,01 ± 0,03
	MF	38	1,03 ± 0,06	21	1,01 ± 0,07	17	1,05 ± 0,04
	ST	27	1,01 ± 0,07	20	1,00 ± 0,07	7	1,03 ± 0,06
	Gesamt	116	1,02 ± 0,06	71	1,01 ± 0,07	45	1,03 ± 0,04
10 m [s]	TW	9	1,77 ± 0,09	5	1,80 ± 0,12	4	1,74 ± 0,05
	V	42	1,75 ± 0,07	25	1,74 ± 0,08	17	1,76 ± 0,04
	MF	38	1,78 ± 0,08	21	1,76 ± 0,09	17	1,82 ± 0,06
	ST	27	1,74 ± 0,08	20	1,72 ± 0,08	7	1,77 ± 0,06
	Gesamt	116	1,76 ± 0,08	71	1,74 ± 0,09	45	1,78 ± 0,06
30 m [s]	TW	9	4,36 ± 0,21	5	4,47 ± 0,18	4	4,23 ± 0,17
	V	42	4,24 ± 0,16	25	4,21 ± 0,17	17	4,29 ± 0,15
	MF	38	4,33 ± 0,17	21	4,26 ± 0,14	17	4,42 ± 0,17
	ST	27	4,20 ± 0,14	20	4,17 ± 0,13	7	4,28 ± 0,14
	Gesamt	116	4,27 ± 0,17	71	4,23 ± 0,16	45	4,33 ± 0,17

5 Meter Sprint (5 m); 10 Meter Sprint (10 m) 30 Meter Sprint (30 m); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); Probandenanzahl (n); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt

Die Betrachtung des Gesamtmodells in der Altersklasse der 15-16 Jährigen zeigt über die Sprintstrecke von 5 m: ( $F(7, 108) = 1,00, p = 0,438$ ) keine signifikanten Werte. Bei den Sprintdistanzen von 10 m: ( $F(7, 108) = 2,62, p = 0,016$ ) und 30 m: ( $F(7, 108) = 5,54, p < 0,001$ ) zeigen sich hingegen signifikante Werte. Für den Faktor Spielniveau konnten bei 10 m: ( $F(1, 108) = 1,04, p = 0,310, \eta^2_p = 0,010$ ) und 30 m: ( $F(1, 108) = 0,78, p = 0,380, \eta^2_p = 0,007$ ) keine signifikanten Effekte gefunden werden. Der Faktor Spielposition zeigt bei einer Strecke von 10 m: ( $F(3, 108) = 2,02, p = 0,116, \eta^2_p = 0,053$ ) keine signifikanten Werte, während bei 30 m: ( $F(3, 108) = 3,91, p = 0,011, \eta^2_p = 0,102$ )

signifikante Werte festzustellen sind. Der Interaktionsterm zwischen Spielniveau und Spielposition zeigt ebenso bei der Strecke von 10 m: ( $F(3, 108) = 1,63, p = 0,187, \eta^2_p = 0,043$ ) keine signifikanten Werte. Über die Strecke von 30 m: ( $F(3, 108) = 4,09, p = 0,009, \eta^2_p = 0,102$ ) kann hingegen eine Signifikanz ermittelt werden. Tabelle 17 zeigt die Ergebnisse der Post-Hoc-Tests zum Vergleich der Sprintleistungen auf verschiedenen Spielpositionen.

Tabelle 17: Post-Hoc-Tests zu Positionsunterschieden der Sprintleistung

Altersgruppe 15-16			
Sprint	Position	Position	p
5m	TW	V	0,964
		MF	0,996
		ST	0,956
	V	MF	0,664
		ST	0,999
		MF	0,689
10m	TW	V	0,857
		MF	0,977
		ST	0,673
	V	MF	0,195
		ST	0,940
		MF	0,093
30m	TW	V	0,209
		MF	0,949
		ST	0,048*
	V	MF	0,099
		ST	0,663
		MF	0,009**

Sprintdistanzen (5 m, 10 m, 30 m); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$

Tabelle 18 gibt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen bei den verschiedenen Sprintdistanzen nach Spielniveau und Spielposition in der Altersklasse der 17-19 Jährigen wieder.

Tabelle 18: Sprintdiagnostiken der A-Jugend nach Spielniveau und Position

		Altersklasse 17-19 Jahre					
	Position	n	Gesamt	n	NLZ	n	Nicht-NLZ
5 m [s]	TW	4	1,04 ± 0,09	4	1,04 ± 0,09		
	V	30	0,99 ± 0,07	22	0,98 ± 0,07	8	1,02 ± 0,05
	MF	30	1,01 ± 0,06	19	1,01 ± 0,06	11	1,00 ± 0,04
	ST	19	0,99 ± 0,07	13	0,98 ± 0,07	6	1,02 ± 0,04
	Gesamt	83	1,00 ± 0,06	58	1,00 ± 0,07	25	1,01 ± 0,04
10 m [s]	TW	4	1,74 ± 0,11	4	1,74 ± 0,11		
	V	30	1,71 ± 0,08	22	1,70 ± 0,08	8	1,75 ± 0,07
	MF	30	1,73 ± 0,07	19	1,73 ± 0,08	11	1,73 ± 0,05
	ST	19	1,69 ± 0,10	13	1,66 ± 0,10	6	1,77 ± 0,04
	Gesamt	83	1,72 ± 0,08	58	1,70 ± 0,09	25	1,75 ± 0,06
30 m [s]	TW	4	4,20 ± 0,13	4	4,20 ± 0,13		
	V	30	4,12 ± 0,15	22	4,07 ± 0,13	8	4,24 ± 0,15
	MF	30	4,16 ± 0,14	19	4,12 ± 0,13	11	4,23 ± 0,14
	ST	19	4,09 ± 0,17	13	4,03 ± 0,15	6	4,22 ± 0,10
	Gesamt	83	4,13 ± 0,15	58	4,09 ± 0,14	25	4,23 ± 0,13

5 Meter Sprint (5 m); 10 Meter Sprint (10 m) 30 Meter Sprint (30 m); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); Probandenanzahl (n); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt

Bei der Betrachtung des Gesamtmodells in der Altersklasse der 17-19 Jährigen zeigen sich über die Sprintstrecken von 5 m: ( $F(6, 76) = 1,18, p = 0,324$ ) und 10 m: ( $F(6, 76) = 2,20, p = 0,052$ ) keine Signifikanzen. Bei der Strecke über 30 m: ( $F(6, 76) = 4,57, p \leq 0,001$ ) wird ein signifikanter Effekt deutlich. Beim Faktor Spielniveau zeigt sich ein signifikanter Effekt 30 m: ( $F(1, 76) = 1,54, p = 0,006, \eta^2_p = 0,057$ ). Für den Faktor Spielposition ist über die Sprintstrecke von 30 m: ( $F(3, 76) = 1,54, p = 0,227, \eta^2_p = 0,102$ ) keine Signifikanz

festzustellen. Auch der Interaktionseffekt zwischen Spielniveau und Spielposition zeigt bei der Strecke von 30 m: ( $F(2, 76) = 0,57, p = 0,568, \eta^2_p = 0,015$ ) keine Signifikanz.

### 5.3.3 Richtungswechselsprint

Tabelle 19 gibt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen beim Richtungswechselsprint nach Spielniveau und Spielposition in der Altersklasse der 10-12 Jährigen wieder.

Tabelle 19: Richtungswechselsprints der D-Jugend nach Spielniveau und Position

Altersklasse 10-12 Jahre							
	Position	n	Gesamt	n	NLZ	n	Nicht-NLZ
COD [s]	TW	4	8,73 ± 0,42	4	8,73 ± 0,42		
	V	16	8,59 ± 0,44	14	8,60 ± 0,47	2	8,52 ± 0,16
	MF	21	8,27 ± 0,49	20	8,27 ± 0,50	1	8,28 ±
	ST	12	8,42 ± 0,39	12	8,42 ± 0,39		
	Gesamt	53	8,44 ± 0,46	50	8,44 ± 0,48	3	8,44 ± 0,18

Richtungswechselsprint (COD); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); Probandenanzahl (n); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt

Die Betrachtung der MANOVA zeigt, dass das Gesamtmodell nicht signifikant ist ( $F(5, 47) = 1,21, p = 0,319$ ).

Tabelle 20 gibt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen beim Richtungswechselsprint nach Spielniveau und Spielposition in der Altersklasse der 13-14 Jährigen wieder.

Tabelle 20: Richtungswechselsprints der C-Jugend nach Spielniveau und Position

Altersklasse 13-14 Jahre							
	Position	n	Gesamt	n	NLZ	n	Nicht-NLZ
COD [s]	TW	9	8,22 ± 0,36	5	8,14 ± 0,34	4	8,33 ± 0,39
	V	23	8,01 ± 0,30	14	7,95 ± 0,22	9	8,10 ± 0,39
	MF	22	7,96 ± 0,39	14	7,90 ± 0,34	8	8,30 ± 0,35
	ST	15	7,90 ± 0,37	10	7,88 ± 0,25	5	7,96 ± 0,58
	Gesamt	69	8,03 ± 0,36	43	7,94 ± 0,28	26	8,17 ± 0,42

Richtungswechselsprint (COD); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); Probandenanzahl (n); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt

Bei der Betrachtung des Gesamtmodells ( $F(7, 61) = 2,04, p = 0,064$ ) zeigt sich, dass keine Signifikanz vorliegt.

Tabelle 21 stellt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen beim Richtungswechselsprint nach Spielniveau und Spielposition in der Altersklasse der 15-16 Jährigen dar.

Tabelle 21: Richtungswechselsprints der B-Jugend nach Spielniveau und Position

Altersklasse 15-16 Jahre							
	Position	n	Gesamt	n	NLZ	n	Nicht-NLZ
COD [s]	TW	6	8,05 ± 0,50	2	8,53 ± 0,16	4	7,82 ± 0,42
	V	25	8,05 ± 0,53	8	8,37 ± 0,58	17	7,90 ± 0,45
	MF	27	8,08 ± 0,42	10	8,09 ± 0,33	17	8,08 ± 0,47
	ST	17	8,14 ± 0,51	10	8,18 ± 0,38	7	8,09 ± 0,68
	Gesamt	75	8,08 ± 0,48	30	8,22 ± 0,43	45	7,99 ± 0,49

Richtungswechselsprint (COD); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); Probandenanzahl (n); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt

Die Betrachtung der MANOVA zeigt, dass das Gesamtmodell ( $F(7, 67) = 1,27, p = 0,278$ ) nicht signifikant ist.

Tabelle 22 gibt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen beim Richtungswechselsprint nach Spielniveau und Spielposition in der Altersklasse der 17-19 Jährigen wieder.

Tabelle 22: Richtungswechselsprints der A-Jugend nach Spielniveau und Position

		Altersklasse 17-19 Jahre					
Position		n	Gesamt	n	NLZ	n	Nicht-NLZ
COD [s]	TW	2	7,77 ± 0,10	2	7,77 ± 0,10		
	V	16	7,90 ± 0,36	8	7,71 ± 0,21	8	8,09 ± 0,38
	MF	19	7,83 ± 0,37	8	7,58 ± 0,25	11	8,01 ± 0,35
	ST	8	8,19 ± 0,45	2	7,73 ± 0,30	6	8,34 ± 0,40
	Gesamt	45	7,92 ± 0,39	20	7,67 ± 0,22	25	8,12 ± 0,38

Richtungswechselsprint (COD); Torwart (TW); Verteidigung (V); Mittelfeld (MF); Sturm (ST); Probandenanzahl (n); Werte als Mittelwerte ± Standardabweichung dargestellt

Es zeigt sich, dass das Gesamtmodell signifikant ist ( $F(6,38) = 4,5$ ,  $p = 0,001$ ). Das Spielniveau hat dabei einen signifikanten Zusammenhang mit der Leistungsfähigkeit beim Richtungswechselsprint ( $F(3, 38) = 1,07$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,317$ ). Bei der Überprüfung des Einflusses der Spielposition zeigt sich hingegen kein signifikanter Zusammenhang ( $F(3, 38) = 1,07$ ,  $p = 0,372$ ,  $\eta^2_p = 0,078$ ). Die Interaktion von Spielniveau und Spielposition zeigt auch keinen signifikanten Zusammenhang mit der Leistungsfähigkeit beim Richtungswechselsprint ( $F(2, 38) = 0,29$ ,  $p = 0,754$ ,  $\eta^2_p = 0,015$ ).



## **5.4 Einfluss von Haltungs- und anthropometrischen Parametern auf Sprung, linearen Sprint und Richtungswechselsprint**

Zur Untersuchung der Einflüsse der anthropometrischen Parameter und Haltungparameter auf die abhängigen Variablen wurden zunächst Korrelationsanalysen durchgeführt. Aufgrund der geringen Unterschiede bei den Zwischenzeiten des linearen Sprints bei 5 m und 10 m wurden diese Werte hier nicht in die Analyse miteinbezogen.

Die Regressionsanalyse ist auf Basis der Ergebnisse der Korrelationsanalyse erstellt worden. Mittels Cook'schen Distanzen wurde der Einfluss von Einzelfällen auf die Regressionsgerade überprüft. Fälle bei denen die Cook'sche Distanz über eins lag, sind aus der Analyse entfernt worden (Fahrmeir, Heumann, Künstler, Pigeot & Tutz, 2016). Von Multikollinearitätproblemen ist in diesen Modellen nicht auszugehen, da alle Varianzinflationsfaktoren, wie in den Regressionstabellen dargestellt, kleiner als zehn sind. Ebenso ist in keinem der Modelle von einem Autokorrelationsproblem auszugehen. Die Durbin-Watson-Statistiken liegen bei allen Modellen zwischen eins und drei. Mittels Q-Q-Plots wurde die Normalverteilungsannahme bestätigt. Ebenso zeigt die Streuung der Residualplots zu den folgenden Regressionen, dass nicht von Heteroskedastizitätsproblemen auszugehen ist.

### **5.4.1 Korrelations- und Regressionsanalyse der D-Junioren**

Tabelle 23 zeigt die Ergebnisse der Korrelationsanalyse für die 10-12 Jährigen. Bezüglich der abhängigen Variablen CMJ zeigt sich, dass die anthropometrischen und die Haltungparameter nicht signifikante Effekte ausüben. Dabei korrelieren Größe und Gewicht schwach positiv und der Flèche lombaire schwach negativ mit der Sprunghöhe. Die übrigen Parameter üben unbedeutende Effekte aus. Im Falle der Einflüsse auf den SJ zeigen sich ähnliche Zusammenhänge, wie bei der abhängigen Variablen CMJ.

Auch beim DJ ergeben sich keine signifikanten Korrelationen. BMI, Flèche lombaire und Flèche cervicale zeigen dabei schwach negative Zusammenhänge. Die übrigen Korrelationen zeigen keine Effekte. Beim 30 m Sprint zeigt sich, dass Größe, Gewicht und BMI signifikant und schwach negativ mit der Sprintzeit korrelieren. Bei der Gewandtheitstestung ergeben sich schwach negative Korrelationen, wobei die Zusammenhänge nicht signifikant sind.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Korrelationsanalyse werden in den Regressionen beim CMJ die Variablen Größe und Gewicht modelliert. Im Falle der Einflüsse auf den SJ zeigen sich ähnliche Zusammenhänge, wie bei der abhängigen Variablen CMJ. Somit wird das Modell mit denselben unabhängigen Variablen aufgestellt. Aufgrund dessen, dass die Cook'schen Distanzen beim CMJ und SJ in einem Fall übereinslagen, wurde dieser Fall aus der Analyse entfernt. Für die abhängige Variable DJ werden die unabhängigen Variablen BMI, Flèche lombaire und Flèche cervicale modelliert. Für den 30 m Sprint und den Richtungswechselsprint wurden bei der Regression die unabhängigen Variablen Größe und Gewicht modelliert. Da sich der BMI aus der Körpergröße und dem Gewicht ergibt, zeigt sich in beiden Modellen, dass dadurch Multikollinearitätsprobleme entstehen. Aus diesem Grund wurde der BMI nicht mit modelliert.

Tabelle 23: Korrelation zwischen den abhängigen und den potenziell unabhängigen Variablen in der D-Jugend

		CMJ	SJ	DJ	30 m	COD
Gewicht	r	0,122	0,126	-0,061	-0,293	-0,159
	p	0,150	0,138	0,473	0,018*	0,255
	n	140	140	140	65	53
Größe	r	0,141	0,163	-0,004	-0,245	-0,137
	p	0,095	0,055	0,962	0,049*	0,328
	n	140	140	140	65	53
BMI	r	0,058	0,042	-0,109	-0,277	-0,173
	p	0,500	0,624	0,200	0,025*	0,216
	n	140	140	140	65	53
Fläche lombaire	r	-0,189	-0,145	-0,199		
	p	0,107	0,219	0,089		
	n	74	74	74		
Fläche cervicale	r	0,052	0,047	-0,136		
	p	0,658	0,691	0,249		
	n	74	74	74		
Körperachse	r	-0,033	0,000	0,044		
	p	0,777	0,997	0,704		
	n	78	78	78		

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ), Drop Jump (DJ); 30 m Sprint (30 m), Richtungswechselsprint (COD); Body-Mass-Index (BMI); Korrelationskoeffizient (r); Probandenanzahl (n); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

Tabelle 24 zeigt die Ergebnisse der linearen Regression für die Sprungparameter. Es zeigt sich, dass beim CMJ und SJ die Größe und das Gewicht einen positiven aber nicht signifikanten Effekt haben. Der Flèche lombaire weist in beiden Fällen einen negativen, nicht signifikanten Effekt auf. Im Falle des DJ zeigt sich, dass alle Effekte negativ und nicht signifikant sind.

Tabelle 24: Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Leistungsfähigkeit bei Sprüngen in der D-Jugend

Variable	CMJ			SJ			DJ		
	$\beta$	p	VIF	$\beta$	p	VIF	$\beta$	p	VIF
Konstante	3,44	0,788		1,25	0,925		128,84	< 0,001**	
Größe	12,34	0,247	3,57	14,25	0,197	3,57			
Gewicht	0,08	0,484	3,61	0,05	0,659	3,61			
BMI							-0,19	0,905	1,08
Flèche cervicale							-74,29	0,456	1,08
Flèche lombaire	-13,91	0,439	1,08	-8,11	0,662	1,08	-166,93	0,151	1,14
	F(3, 70) = 4,59, p = 0,005** R <sup>2</sup> = 0,13 DW = 1,94			F(3, 70) = 3,75, p = 0,015* R <sup>2</sup> = 0,10 DW = 1,97			F(3, 70) = 1,18, p = 0,325 R <sup>2</sup> = 0,01 DW = 2,29		

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); Body-Mass-Index (BMI); Varianzinflationsfaktor (VIF); Regressionskoeffizient ( $\beta$ ); korrigiertes R<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>); Durbin-Watson Statistik (DW); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

In Tabelle 25 sind die Ergebnisse der Regressionen mit den abhängigen Variablen Sprint und Richtungswechselsprint dargestellt. Es zeigt sich, dass die Größe und das Gewicht einen negativen, aber nicht signifikanten Effekt auf die Leistung im Sprint ausüben. Beim Richtungswechselsprint zeigen sich ebenso keine signifikanten Effekte, wobei das Gewicht negativ und die Größe positiv wirken.

Tabelle 25: Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Sprintzeit (30 m) und der Leistungsfähigkeit bei Richtungswechselsprints in der D-Jugend

Variable	30 m			COD		
	$\beta$	p	VIF	$\beta$	p	VIF
Konstante	5,43	< 0,001**		7,86	< 0,001**	
Größe	-0,14	0,870	4,00	1,22	0,433	4,00
Gewicht	-0,01	0,589	4,00	-0,03	0,102	4,00
	F(2, 49) = 0,96, p = 0,391 R <sup>2</sup> = -0,00 DW = 2,01			F(2, 49) = 2,25, p = 0,117 R <sup>2</sup> = 0,05 DW = 1,66		

30 m Sprint (30 m), Richtungswechselsprint (COD); Varianzinflationsfaktor (VIF); Regressionskoeffizient ( $\beta$ ); korrigiertes R<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>); Durbin-Watson Statistik (DW); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

#### 5.4.2 Korrelations- und Regressionsanalyse der C-Junioren

Tabelle 26 zeigt die Ergebnisse der Korrelationsanalyse für die 13-14 Jährigen. Es zeigt sich, dass beim CMJ und beim SJ das Gewicht schwach und die Größe mittelstark positiv und signifikant mit der Sprunghöhe korrelieren. Der Flèche cervicale korreliert ebenfalls schwach positiv aber nicht signifikant mit der Sprunghöhe. Die übrigen Parameter zeigen keine Effekte. Beim DJ zeigen sich ähnliche Effekte, dementsprechend korrelieren Größe und Gewicht schwach positiv und signifikant mit der Indexleistung. Bei den übrigen Parametern zeigen sich unbedeutende Zusammenhänge. Bei der abhängigen Variablen 30 m Sprint zeigt sich, bei den anthropometrischen Parametern Größe und Gewicht eine stark negative und beim BMI eine mittelstark negative Korrelation. Für den Richtungswechsel ergeben sich keine signifikanten Korrelationen. Größe und Gewicht zeigen hier schwach negative Zusammenhänge mit der Laufzeit, während sich beim BMI kein Effekt darstellt.

In den Regressionen mit den abhängigen Variablen CMJ und SJ werden somit die unabhängigen Variablen Größe, Gewicht und Flèche cervicale

modelliert. Im Falle des DJ werden die Variablen Größe und Gewicht für die Analyse herangezogen. Für den 30 m Sprint und den Richtungswechselsprint werden bei der Regression die unabhängigen Variablen Größe und Gewicht modelliert. Da beim 30 m Sprint durch den BMI ein Multikollinearitätsproblem entsteht, wird diese Variable nicht mit modelliert.

Tabelle 26: Korrelation zwischen den abhängigen und den potenziell unabhängigen Variablen in der C-Jugend

		CMJ	SJ	DJ	30 m	COD
Gewicht	r	0,280	0,257	0,131	-0,519	0,121
	p	< 0,001**	< 0,001**	0,031*	< 0,001**	0,322
	n	274	274	274	119	69
Größe	r	0,379	0,346	0,206	-0,510	0,143
	p	< 0,001**	< 0,001**	0,001**	< 0,001**	0,241
	n	274	274	274	119	69
BMI	r	0,098	0,088	0,008	-0,364	0,067
	p	0,105	0,145	0,895	< 0,001**	0,582
	n	274	274	274	119	69
Fläche lombaire	r	0,037	0,041	-0,028		
	p	0,628	0,593	0,712		
	n	171	171	171		
Fläche cervicale	r	0,132	0,145	0,026		
	p	0,086	0,059	0,732		
	n	171	171	171		
Körperachse	r	-0,068	-0,085	-0,019		
	p	0,365	0,256	0,799		
	n	181	181	181		

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ), Drop Jump (DJ); 30 m Sprint (30 m), Richtungswechselsprint (COD); Body-Mass-Index (BMI); Korrelationskoeffizient (r); Probandenanzahl (n); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

Tabelle 27 zeigt die Regressionsanalyse für die Sprungparameter. Es zeigt sich, dass die Größe einen signifikant positiven Effekt auf die Leistungen bei allen drei Sprungarten hat. Das Gewicht hat hingegen einen nicht signifikanten negativen Effekt auf die Sprunghöhe. Der Effekt des Flèche cervicale auf die Sprunghöhe beim CMJ und SJ ist nicht signifikant und negativ.

Tabelle 27: Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Leistungsfähigkeit bei Sprüngen in der C-Jugend

Variable	CMJ			SJ			DJ		
	$\beta$	p	VIF	$\beta$	p	VIF	$\beta$	p	VIF
Konstante	-6,39	0,432		-4,78	0,578		-24,94	0,585	
Größe	20,82	0,001**	2,20	19,94	0,002**	2,30	97,13	0,005**	2,66
Gewicht	-0,04	0,472	2,29	-0,04	0,402	2,29	-0,27	0,380	2,66
Flèche cervicale	6,87	0,356	1,05	9,52	0,227	1,05			
	F(3, 167) = 7,75, p = < 0,001** R <sup>2</sup> = 0,11 DW = 2,04			F(3, 167) = 6,30, p = < 0,001** R <sup>2</sup> = 0,09 DW = 2,04			F(3, 271) = 6,40, p = 0,002** R <sup>2</sup> = 0,04 DW = 1,90		

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); Varianzinflationsfaktor (VIF); Regressionskoeffizient ( $\beta$ ); korrigiertes R<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>); Durbin-Watson Statistik (DW); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

In Tabelle 28 sind die Regressionen des 30 m Sprints und des Richtungswechselsprints aufgeführt. Es zeigt sich, dass das Gewicht einen signifikant positiven Effekt auf die Sprintzeit hat. Auch die Größe weist einen positiven Effekt auf die Sprintzeit auf, der allerdings nicht signifikant ist. Beim Richtungswechselsprint zeigen sich keine signifikanten Effekte der Größe und des Gewichts auf die Leistung.

Tabelle 28: Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Sprintzeit (30 m) und der Leistungsfähigkeit bei Richtungswechselsprints in der C-Jugend

Variable	30 m			COD		
	$\beta$	p	VIF	$\beta$	p	VIF
Konstante	6,24	< 0,001**		7,13	< 0,001**	
Größe	-0,73	0,109	3,72	0,55	0,533	3,91
Gewicht	-0,01	0,043*	3,72	0,00	0,970	3,91
	F(2, 116) = 23,22, p = < 0,001** R <sup>2</sup> = -0,27 DW = 1,89			F(2, 66) = 0,69, p = 0,505 R <sup>2</sup> = -0,01 DW = 1,68		

30 m Sprint (30 m), Richtungswechselsprint (COD); Varianzinflationsfaktor (VIF); Regressionskoeffizient ( $\beta$ ); korrigiertes R<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>); Durbin-Watson Statistik (DW); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

### 5.4.3 Korrelations- und Regressionsanalyse der B-Junioren

Tabelle 29 zeigt die Ergebnisse der Korrelationsanalyse für die 15-16 Jährigen. Bei der abhängigen Variablen CMJ zeigen sich beim Gewicht und BMI signifikante und schwach positive Korrelationen, während die Effekte der übrigen Parameter unbedeutend sind. Beim SJ ergeben sich bei Größe, Gewicht und BMI schwach positive Korrelationen. Die Zusammenhänge von Gewicht und BMI sind dabei signifikant. Für die Haltungparameter ergeben sich keine Korrelationen. Beim DJ zeigen sich keine signifikanten Korrelationen und bei allen Variablen unbedeutende Effekte. Beim 30 m zeigt sich beim BMI eine signifikante und schwach negative Korrelation zur Sprintzeit. Für den Richtungswechselsprint ergeben sich bei Gewicht und Größe mittelstark positive und signifikante Korrelationen.

Für die abhängigen Variablen CMJ werden in der Regressionsanalyse die unabhängigen Variablen Größe und BMI modelliert. Im Falle des SJ werden Größe und Gewicht modelliert. Da für den BMI ein Multikollinearitätsproblem entsteht, wird diese Variable nicht mit modelliert. Beim 30 m Sprint



wird der BMI in der Regressionsanalyse modelliert. Für den Gewandtheitslauf werden die unabhängigen Variablen Größe und Gewicht modelliert.

Tabelle 29: Korrelation zwischen den abhängigen und den potenziell unabhängigen Variablen in der B-Jugend

		CMJ	SJ	DJ	30 m	COD
Gewicht	r	0,158	0,166	0,019	-0,057	0,377
	p	0,008**	0,005**	0,749	0,458	0,001**
	n	278	278	278	169	75
Größe	r	0,054	0,100	-0,074	0,073	0,423
	p	0,373	0,097	0,218	0,458	< 0,001**
	n	278	278	278	169	75
BMI	r	0,173	0,148	0,091	-0,155	0,159
	p	0,004**	0,014*	0,132	0,045*	0,172
	n	278	278	278	169	75
Fläche lombaire	r	0,037	0,042	0,056		
	p	0,691	0,652	0,549		
	n	117	117	117		
Fläche cervicale	r	0,041	0,035	-0,044		
	p	0,659	0,708	0,635		
	n	117	117	117		
Körperachse	r	-0,066	-0,098	-0,004		
	p	0,443	0,252	0,966		
	n	139	139	139		

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ), Drop Jump (DJ); 30 m Sprint (30 m), Richtungswechselsprint (COD); Body-Mass-Index (BMI); Korrelationskoeffizient (r); Probandenanzahl (n); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

Tabelle 30 zeigt die Ergebnisse der linearen Regression für die Sprungparameter. Es zeigt sich, dass das Gewicht und BMI positiv, aber nicht signifikant auf die Sprunghöhe beim CMJ wirken. Beim SJ zeigt sich ein signifikant positiver Effekt des Gewichts auf die Sprungleistung. Die Größe hat einen nicht signifikant negativen Effekt auf den SJ.

Tabelle 30: Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Leistungsfähigkeit bei Sprüngen in der B-Jugend

Variable	CMJ			SJ		
	$\beta$	p	VIF	$\beta$	p	VIF
Konstante	24,61	< 0,001**		28,70	0,003**	
Größe				-1,52	0,814	1,78
Gewicht	0,03	0,647	3,13	0,11	0,025*	1,78
BMI	0,36	0,205	3,13			
	F(2, 275) = 4,36, p = 0,014* R <sup>2</sup> = 0,02 DW = 1,88			F(2, 275) = 3,95, p = 0,020* R <sup>2</sup> = 0,02 DW = 1,97		

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Body-Mass-Index (BMI); Varianzinflationsfaktor (VIF); Regressionskoeffizient ( $\beta$ ); korrigiertes R<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>); Durbin-Watson Statistik (DW); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

Tabelle 31: Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Sprintzeit (30 m) und der Leistungsfähigkeit bei Richtungswechselsprints in der B-Jugend

Variable	30 m			COD		
	$\beta$	p	VIF	$\beta$	p	VIF
Konstante	4,54	< 0,001**		3,70	0,014*	
Größe				2,13	0,039*	1,97
Gewicht				0,01	0,228	1,97
BMI	-0,02	0,045*				
	F(1, 167) = 4,09, p = 0,045* R <sup>2</sup> = 0,024 DW = 1,76			F(2, 27) = 8,54, p = < 0,001** R <sup>2</sup> = 0,17 DW = 2,22		

30 m Sprint (30 m), Richtungswechselsprint (COD); Body-Mass-Index (BMI); Varianzinflationsfaktor (VIF); Regressionskoeffizient ( $\beta$ ); korrigiertes R<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>); Durbin-Watson Statistik (DW); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

In Tabelle 31 sind die Ergebnisse der Regressionen mit den abhängigen Variablen 30 m Sprint und Richtungswechselsprint dargestellt. Es zeigt sich, dass der BMI einen signifikant negativen Effekt auf die Sprintzeit ausübt. Im Falle des Richtungswechselsprints zeigt sich, dass Größe und Gewicht positiv wirken, aber einzig bei der Größe ein signifikanter Effekt vorliegt.

#### **5.4.4 Korrelations- und Regressionsanalyse der A-Junioren**

Tabelle 32 zeigt die Ergebnisse der Korrelationsanalyse für die 17-19 Jährigen. Hier zeigen sich beim CMJ und beim SJ keine signifikanten Korrelationen. Gewicht, BMI, Flèche lombaire, Flèche cervicale und Körperachse weisen dabei schwach negative Zusammenhänge zur Sprunghöhe auf. Beim DJ zeigen sich bei Gewicht und Flèche cervicale signifikante Korrelationen. Der Flèche cervicale korreliert dabei mittelstark negativ, während Gewicht, Größe, BMI und Flèche lombaire schwach negative Zusammenhänge aufweisen. Beim 30 m Sprint zeigen Gewicht, Größe und BMI schwach positive Korrelationen, wobei das Gewicht einen signifikanten Effekt aufweist. Beim Gewandtheitslauf ergeben sich bei Gewicht und BMI schwach positive, nicht signifikante Korrelationen. Für die Größe zeigt sich kein Effekt.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Korrelationsanalyse werden für die abhängigen Variablen CMJ, in der Regressionsanalyse, die unabhängigen Variablen Gewicht und BMI modelliert. Im Falle des SJ wird der BMI modelliert. Für den DJ werden die unabhängigen Variablen Größe und Gewicht in die Analyse mitaufgenommen. Aufgrund zu geringer Stichprobengrößen ( $n=22$ ) werden die Haltungparameter Flèche lombaire, Flèche cervicale und Körperachse in dieser Altersklasse für die Regressionsanalyse nicht berücksichtigt. Für die abhängige Variable 30 m Sprint werden die Größe und das Gewicht modelliert. Für den Gewandtheitslauf wird das Gewicht modelliert.

Tabelle 32: Korrelation zwischen den abhängigen und den potenziell unabhängigen Variablen in der A-Jugend

		CMJ	SJ	DJ	30 m	COD
Gewicht	r	-0,128	-0,057	-0,266	0,212	0,237
	p	0,166	0,535	0,003**	0,028*	0,118
	n	119	119	119	107	45
Größe	r	0,024	0,076	-0,127	0,183	0,034
	p	0,795	0,412	0,170	0,059	0,826
	n	119	119	119	107	45
BMI	r	-0,172	-0,123	-0,237	0,125	0,268
	p	0,061	0,184	0,010*	0,199	0,750
	n	119	119	119	107	45
Fläche lombaire	r	-0,262	-0,156	-0,115		
	p	0,240	0,489	0,611		
	n	22	22	22		
Fläche cervicale	r	-0,209	-0,176	-0,425		
	p	0,352	0,433	0,049*		
	n	22	22	22		
Körperachse	r	-0,290	-0,283	-0,055		
	p	0,102	0,110	0,761		
	n	33	33	33		

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ), Drop Jump (DJ); 30 m Sprint (30 m), Richtungswechselsprint (COD); Body-Mass-Index (BMI); Korrelationskoeffizient (r); Probandenanzahl (n); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

In Tabelle 33 sind die Ergebnisse der Regressionen mit den abhängigen Variablen CMJ, SJ und DJ dargestellt. Beim CMJ zeigen sich bei den beiden unabhängigen Variablen Gewicht und BMI keine signifikanten Effekte auf die Sprunghöhe, wobei das Gewicht eine positive und der BMI eine negative Wirkung haben. Für den SJ zeigt sich, dass der BMI eine nicht signifikante negative Wirkung hat. Beim DJ zeigt sich, dass das Gewicht einen

signifikant negativen Einfluss auf die Sprungleistung hat. Die Größe hat beim DJ keine signifikante Wirkung auf die Sprungleistung.

Tabelle 33: Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Leistungsfähigkeit bei Sprüngen in der A-Jugend

Variable	CMJ			SJ			DJ		
	$\beta$	p	VIF	$\beta$	p	VIF	$\beta$	p	VIF
Konstante	47,56	< 0,001**		43,15	< 0,001**		212,44	0,037*	
Größe							31,61	0,629	1,58
Gewicht	0,02	0,826	2,92				-1,24	0,009**	1,58
BMI	-0,46	0,203	2,92	-0,28	0,184				
	F(2, 116) = 1,80, p = 0,170* R <sup>2</sup> = 0,01 DW = 1,92			F(1, 117) = 1,79, p = 0,184* R <sup>2</sup> = 0,01 DW = 1,89			F(2, 116) = 4,53, p = 0,013* R <sup>2</sup> = 0,06 DW = 1,96		

Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); Body-Mass-Index (BMI); Varianzinflationsfaktor (VIF); Regressionskoeffizient ( $\beta$ ); korrigiertes R<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>); Durbin-Watson Statistik (DW); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

Tabelle 34 zeigt die Ergebnisse für den 30 m Sprint und den Richtungswechselsprint bei den 17-19 Jährigen. Beim 30 m Sprint zeigen sich keine signifikanten Effekte, wobei Größe und Gewicht eine negative Wirkung aufweisen. Auch beim Richtungswechselsprint ergibt sich kein signifikanter Effekt, wobei das Gewicht positiv auf die Laufzeit wirkt.

Tabelle 34: Ergebnisse der Regression zur Erklärung der Sprintzeit (30 m) und der Leistungsfähigkeit bei Richtungswechselsprints in der A-Jugend

Variable	30 m			COD		
	$\beta$	p	VIF	$\beta$	p	VIF
Konstante	3,52	< 0,001**		7,19	< 0,001**	
Größe	0,22	0,474	1,57			
Gewicht	0,00	0,183	1,57	0,01	0,118	
	F(1, 104) = 2,73, p = 0,070 R <sup>2</sup> = 0,03 DW = 1,77			F(1, 43) = 2,55, p = 0,118 R <sup>2</sup> = 0,06 DW = 1,86		

30 m Sprint (30 m), Richtungswechselsprint (COD); Varianzinflationsfaktor (VIF); Regressionskoeffizient ( $\beta$ ); korrigiertes R<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>); Durbin-Watson Statistik (DW); \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

## 6 Diskussion

Die leistungsdiagnostischen Untersuchungen die im Rahmen dieses Promotionsprojektes durchgeführt wurden, sollen einen detaillierten Einblick in die Schnellkraftfähigkeiten von Fußballspielern verschiedener Altersklassen im Jugendbereich liefern. Aus diesem Grund wurden in Kapitel 5 die erhobenen Daten unter verschiedenen Fragestellungen ausgewertet. In einem ersten Schritt wurden Normwerte für anthropometrische Parameter sowie für die Schnellkraftdiagnostiken in verschiedenen Altersklassen erstellt, um auf diese Weise zukünftig die Leistungen von Jugendlichen bewerten und anhand von Vergleichswerten einordnen zu können. In einem zweiten Schritt wurde die Leistungsentwicklung der Spieler in verschiedenen Altersstufen innerhalb eines Jahres untersucht, um auf diese Weise Rückschlüsse auf reifeprozessbedingte Entwicklungen der Schnellkraftleistungen gewinnen zu können. Des Weiteren wurde überprüft, ob sich die Schnellkraftleistungen von Spielern in verschiedenen Leistungsklassen und auf unterschiedlichen Spielpositionen unterscheiden. Die letzte Fragestellung beschäftigt sich mit dem Einfluss der Körpergröße und des Körpergewichts sowie der Körperhaltung auf die Leistungsfähigkeit bei Schnellkraftdiagnostiken. Die wesentlichsten Ergebnisse zu diesen Fragestellungen sollen in diesem Kapitel in einem ersten Schritt zusammengefasst dargestellt werden. Im zweiten Schritt werden die ermittelten Ergebnisse detailliert diskutiert und mit weiteren Ergebnissen aus der aktuellen Fachliteratur in Verbindung gesetzt. Anschließend werden mögliche Limitationen und kritische Gedanken thematisiert, bevor der Erkenntnisgewinn dieser Untersuchung zusammenfassend dargestellt wird. Bislang bestehen seitens des DFB keine klare Definition und Handlungsempfehlungen für das in allen NLZ verpflichtende Athletiktraining. Aus diesem Grund wird im abschließenden Fazit und Ausblick auf Grundlage der Erkenntnisse dieser Arbeit ein Konzept für die athletische Ausbildung an NLZ formuliert.

## 6.1 Ergebniszusammenfassung

Die zusammengefasste Wiedergabe der Ergebnisse erfolgt in Anlehnung an die in Kapitel 3.2 erläuterten Forschungsinhalte und dient der Übersicht der Ergebnisse zur weiteren Bearbeitung in den folgenden Punkten.

Die erste Forschungsfrage der Untersuchung richtet sich auf die Benennung von Normwerten für die einzelnen Testverfahren in den vier verschiedenen Altersgruppen. Tabelle 35 zeigt eine Übersicht der Mittelwerte der Normwertermittlung für die entsprechenden Altersklassen.

Tabelle 35: Mittelwerte der normierten Leistungswerte der vier Altersklassen

	D-Jugend (10-12)	C-Jugend (13-14)	B-Jugend (15-16)	A-Jugend (17-19)
Größe [m]	1,52 ± 0,90	1,68 ± 0,09	1,77 ± 0,06	1,80 ± 0,06
Gewicht [kg]	40,19 ± 8,00	55,13 ± 10,04	67,43 ± 8,47	74,26 ± 8,28
BMI [Index]	17,23 ± 1,93	19,44 ± 2,26	21,50 ± 2,05	22,80 ± 2,02
CMJ [cm]	24,90 ± 4,46	28,17 ± 4,82	34,42 ± 5,50	38,55 ± 4,63
SJ [cm]	24,73 ± 4,38	27,98 ± 4,86	33,43 ± 5,21	36,88 ± 4,53
DJ [Index]	106,56 ± 26,74	123,14 ± 31,95	157,97 ± 36,90	177,22 ± 34,44
5 m [s]	1,17 ± 0,10	1,07 ± 0,10	1,02 ± 0,06	1,00 ± 0,06
10 m [s]	2,00 ± 1,40	1,80 ± 0,16	1,73 ± 0,10	1,70 ± 0,08
30 m [s]	4,97 ± 0,27	4,51 ± 0,28	4,22 ± 0,17	4,11 ± 0,14
COD [s]	8,44 ± 0,46	8,03 ± 0,36	8,08 ± 0,48	7,92 ± 0,39

Body-Mass-Index (BMI); Counter Movement Jump (CMJ), Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); 5 Meter Sprint (5 m); 10 Meter Sprint (10 m); 30 Meter Sprint (30 m); Richtungswechselsprint (COD); Kennwerte als Mittelwerte ± Standardabweichung



Die zweite Forschungsfrage dient der Ermittlung der Entwicklung der Leistungswerte beim linearen Sprint und den verschiedenen Sprungdiagnostiken. In Tabelle 36 sind die prozentualen Veränderungen der Mittelwerte der Testleistungen zwischen erstem Messzeitpunkt und zweitem Messzeitpunkt, ein Jahr später, dargestellt. In allen Altersklassen und bei allen Messwerten zeigt sich, dass sich die Leistungen der Spieler im Laufe des Jahres verbessern.

Tabelle 36: Prozentuale Leistungssteigerung im Längsschnitt zwischen 1.MZP und 2.MZP

	D-Jugend (10-12)	C-Jugend (13-14)	B-Jugend (15-16)	A-Jugend (17-19)
CMJ	5,61 %	13,88 %	8,00 %	8,87 %
SJ	3,16 %	11,40 %	7,45 %	13,87 %
DJ	9,43 %	15,62 %	16,57 %	17,66 %
5 m	6,84 %	8,41 %	18,85 %	4,00 %
10 m	9,00 %	9,44 %	5,20 %	3,53 %
30 m	2,42 %	3,85 %	3,50 %	2,45 %

Counter Movement Jump (CMJ), Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); 5 Meter Sprint (5 m); 10 Meter Sprint (10 m); 30 Meter Sprint (30 m)

Die Unterschiede der Schnellkraftleistungen von Spielern der beiden Spielniveaus NLZ und Nicht-NLZ sowie von Spielern auf den Spielpositionen TW, V, MF, ST wurden in Forschungsfrage 3 untersucht. Bei den Sprungkraftanalysen zeigen sich in allen Altersklassen bis auf die C-Jugend signifikant bessere Leistungen bei den NLZ-Spielern. In der C-Jugend wurden keine signifikanten Leistungsunterschiede festgestellt. Zusätzlich zeigt sich in der A-Jugend, dass die NLZ-Spieler beim linearen Sprint über die Distanz von 30 m und beim Richtungswechselsprint signifikant schneller sind als Nicht-NLZ-Spieler. Beim Positionsvergleich zeigen sich in der B-Jugend beim CMJ, SJ und 30 m Sprint signifikante Unterschiede. In Tabelle

37 sind die p-Werte der MANOVA für alle Altersklassen und Testverfahren sowie signifikante Positionsunterschiede zur Übersicht dargestellt.

Tabelle 37: Unterschiede zwischen Spielern verschiedener Niveaus und Positionen

		D-Jugend (10-12)	C-Jugend (13-14)	B-Jugend (15-16)	A-Jugend (17-19)
CMJ	Niveau	p < 0,001**		p < 0,001**	p < 0,001**
	Position	p = 0,665	p = 0,206	p = 0,002** TW>MF; MF<ST	p = 0,549
SJ	Niveau	p < 0,001**		p < 0,001**	p < 0,001**
	Position	p = 0,499	p = 0,251	p = 0,049* TW>MF	p = 0,664
DJ	Niveau	p < 0,001**		p < 0,001**	p < 0,001**
	Position	p = 0,008**	p = 0,099	p = 0,568	p = 0,305
5 m	Niveau				
	Position	p = 0,624	p = 0,977	p = 0,438	p = 0,324
10 m	Niveau			p = 0,310	
	Position	p = 0,569	p = 0,994	p = 0,116	p = 0,052
30 m	Niveau			p = 0,380	p = 0,006**
	Position	p = 0,278	p = 0,932	p = 0,011* TW<ST; MF<ST	p = 0,227
COD	Niveau				p < 0,001**
	Position	p = 0,319	p = 0,064	p = 0,278	p = 0,372

Counter Movement Jump (CMJ), Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); 5 Meter Sprint (5 m); 10 Meter Sprint (10 m); 30 Meter Sprint (30 m); Richtungswechselsprint (COD); Torwart (TW); Mittelfeld (MF), Sturm (ST); \*p < 0.05, \*\*p < 0.01

Im Rahmen der vierten Forschungsfrage wird der Einfluss der anthropometrischen Parameter Größe, Gewicht und BMI sowie der Haltungparameter Flèche lombaire, Flèche cervicale und Körperachse auf die Leistungs-

fähigkeit der Spieler in den verschiedenen Schnellkraftdiagnostiken untersucht. Tabelle 38 zeigt eine Übersicht der ermittelten p-Werte der Korrelationsanalyse der vier Altersklassen.

Tabelle 38: Signifikanzen der Korrelationsanalyse zwischen den anthropometrischen Parametern und den Leistungstests

		CMJ	SJ	DJ	30 m	COD
D-Jugend	Größe	p = 0,095	p = 0,055	p = 0,962	p = 0,049*	p = 0,328
	Gewicht	p = 0,150	p = 0,138	p = 0,473	p = 0,018*	p = 0,255
	BMI	p = 0,500	p = 0,624	p = 0,200	p = 0,025*	p = 0,216
C-Jugend	Größe	p < 0,001**	p < 0,001**	p < 0,001**	p < 0,001**	p = 0,241
	Gewicht	p < 0,001**	p < 0,001**	p = 0,031*	p < 0,001**	p = 0,322
	BMI	p = 0,105	p = 0,145	p = 0,895	p < 0,001**	p = 0,582
B-Jugend	Größe	p = 0,373	p = 0,097	p = 0,218	p = 0,458	p < 0,001**
	Gewicht	p = 0,008**	p = 0,005**	p = 0,749	p = 0,458	p = 0,001**
	BMI	p = 0,004**	p = 0,014*	p = 0,132	p = 0,045*	p = 0,172
A-Jugend	Größe	p = 0,795	p = 0,412	p = 0,170	p = 0,059	p = 0,826
	Gewicht	p = 0,166	p = 0,535	p = 0,003**	p = 0,028*	p = 0,118
	BMI	p = 0,061	p = 0,184	p = 0,010*	p = 0,199	p = 0,750

Counter Movement Jump (CMJ), Squat Jump (SJ); Drop Jump (DJ); 30 Meter Sprint (30 m); Richtungswechselsprint (COD); \*p < 0.05, \*\*p < 0.01

Auf Basis der Korrelationsanalyse wurden die unabhängigen Variablen für eine Regressionsanalyse modelliert. Die Regressionsanalyse in Kapitel 5.4.2 zeigt, dass in der C-Jugend eine Steigerung der Körpergröße zu einer signifikanten Verbesserung der Sprungleistungen beim CMJ (p < 0,001), beim SJ (p = 0,002) und beim DJ (p = 0,005) führt. Des Weiteren bewirkt ein höheres Körpergewicht eine Verbesserung der Sprintleistung über 30 m (p

= 0,043). Auch in der B-Jugend zeigen sich bei der Regressionsanalyse in Kapitel 5.4.3 signifikante Effekte von der unabhängigen auf die abhängigen Variablen. Ein höheres Körpergewicht führt zu einer Verbesserung der Sprunghöhe beim SJ ( $p = 0,025$ ). Zusätzlich führt eine höhere Körpergröße zu besseren Leistungen beim Richtungswechselsprint ( $p = 0,039$ ) und eine Steigerung des BMI bewirkt schnellere Sprintzeiten über 30 m ( $p = 0,045$ ). Abschließend zeigt die Regressionsanalyse der A-Jugend in Kapitel 5.4.4, dass eine Erhöhung des Körpergewichts zu signifikant schlechteren Sprungleistungen beim DJ ( $p = 0,009$ ) führt.

## **6.2 Ergebnisdiskussion**

Die ermittelten Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung werden im weiteren Verlauf analysiert und in den vorliegenden wissenschaftlichen Kenntnisstand eingearbeitet. Die Aufarbeitung der Ergebnisse orientiert sich dabei an der Reihenfolge der aufgeführten Forschungsinhalte.

### **6.2.1 Normwerte der Jugendfußballer in verschiedenen Altersklassen**

Für die praktische Diagnostik ist die Erhebung von Normwerten von grundlegender Bedeutung um die Messergebnisse verschiedener Gruppen oder Individuen oder auch Veränderungen von Gruppen über einen gewissen Zeitraum bewerten und einordnen zu können (Oberger, 2015). Die Bestimmung von Normwerten basiert auf empirischen Daten. Die Beurteilung der Messergebnisse von getesteten Personen erfolgt im Anschluss anhand der Positionierung des Messergebnisses in der Verteilung der vorliegenden Standardwerte der Normstichprobe (Spielmann, 2018). Als Voraussetzung zur Normwertbildung wird eine Stichprobengröße von mindestens 100 Probanden pro Zelle vorausgesetzt (Lienert & Raatz, 1998). Die Probandenzahlen in dieser Untersuchung reichen von 278 getesteten Spielern bei der Sprunganalyse in der Altersklasse 15-16 bis hin zu 45 Probanden beim Richtungswechselsprint der 17-19 Jährigen. Aus diesem Grund kann noch nicht

in allen Testzellen von Normwerten gesprochen werden, sondern eher von Kennwerten die lediglich einen ersten Eindruck aufzeigen. Auf eine detailliertere Normwertformulierung nach Spielklasse und Spielposition musste aufgrund der Stichprobengrößen im Rahmen dieser Arbeit verzichtet werden. Die Kennwerte der einzelnen leistungsdiagnostischen Verfahren wurden nach Altersklassen entsprechend der Jugendklasseneinteilung des DFB unterschieden: 10-12 (D-Jugend), 13-14 (C-Jugend), 15-16 (B-Jugend), 17-19 (A-Jugend). Um Normen zu bilden, darzustellen und zu interpretieren existieren differenzierte Möglichkeiten. Die Normierung nach Prozenträngen bietet dabei für sportmotorische Testverfahren den Vorteil, dass sie einfach verständlich und interpretierbar ist (Spielmann, 2018). Aus diesem Grund wurde die Normierung der Daten in dieser Arbeit auf Basis von Prozenträngen vorgenommen. Um gemessene Werte detailliert analysieren zu können wurden dabei neben dem Median das 10, 25, 75 und 90 % Perzentil gebildet. Das 90 % Perzentil beispielsweise beschreibt dabei den Wert, der oberhalb von 90 % aller gemessenen Werte liegt. Auf diese Weise können ermittelte Messergebnisse direkt in der entsprechenden Altersgruppe verglichen werden und erweisen sich deshalb als äußerst praxistauglich.

Die Bestimmung der Normwerte der anthropometrischen Parameter Körpergröße, Körpergewicht und BMI der Jugendfußballer dient nicht einer Leistungsbeurteilung, wie bei den übrigen Messdaten. Die Messung anthropometrischer Merkmale bei Jugendlichen richtet sich vielmehr auf die Beurteilung des allgemeinen Gesundheits-, Entwicklungs- und Ernährungszustandes im Jugendfußball. Die Daten zeigen, dass die Körpergröße über alle Altersklassen hinweg ansteigt. Dabei ist der deutlichste Anstieg der Körperlänge zwischen den Altersklassen 10-12 Jahre (im Mittel 1,52 m) zu 13-14 Jahre (im Mittel 1,68 m) zu verzeichnen. Diese ausgeprägte Wachstumsphase lässt sich auf das Erreichen der Pubertät zurückzuführen. In der Gesundheitsberichterstattung des Robert Koch Instituts (Neuhauser, Schienkiewitz, Rosario, Dortschy & Kurth, 2013) weisen die Autoren darauf hin, dass ab dem 13. Lebensjahr, die Jungen die Mädchen in der Körpergröße erstmals überragen und führen dies auf das Eintreten in die Pubertät

und die damit verbundenen hormonellen Veränderungen zurück, die insbesondere bei männlichen Jugendlichen besonders stark ausgeprägt sind. In den höheren Altersklassen werden die Größenunterschiede zwischen älteren und jüngeren Spielern im Mittel geringer, sodass zwischen der Altersklasse 15-16 und 17-19 lediglich noch eine Differenz von 4 cm vorliegt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei den B-Junioren (15-16-Jährige) das Längenwachstum in der Regel weitestgehend abgeschlossen ist (Neuhauser et al., 2013). Des Weiteren verringern sich mit steigendem Alter auch reifeprozessbedingte Unterschiede zwischen den Jugendlichen. Dies verdeutlichen auch die in Abbildung 20 dargestellten Boxplots, die zeigen, dass die Streuung der Körpergröße bei den 13-14-Jährigen im Vergleich zu den anderen Jugendklassen am größten ist. Die teilweise sehr hohen Unterschiede von über 40 cm können u.a. auf heterogen verlaufende Entwicklungsprozesse zurückgeführt werden. Diese Entwicklungsdefizite haben sogenannte Spätentwickler, also retardierte Jugendliche häufig bis zur A-Jugend aufgeholt oder zumindest verringert (Votteler & Höner, 2014). Alle ermittelten Daten der Körpergröße in den verschiedenen Altersklassen der Fußballspieler zeigen, dass diese der durchschnittlichen Körpergröße sportartunabhängiger Erhebungen entsprechen (siehe Abbildung 30) (Kromeyer-Hauschild et al., 2001; Neuhauser et al., 2013). Auch beim Vergleich mit fußballspezifischen Testungen (Meyer et al., 2005; Sander, 2015) lassen sich keine nennenswerten Unterschiede der Körperlänge feststellen. In anderen Untersuchungen aus der internationalen Literatur hingegen werden deutlicher abweichende Durchschnittskörpergrößen bei vergleichbaren Alterskohorten berichtet. Temfemo (2009) und Mendez-Villanueva (2012) geben in ihren Untersuchungen Körpergrößen an, die vor allem in den beiden höchsten Altersgruppen 5-6 cm unter den Werten dieser Untersuchung liegen (Mendez-Villanueva, Buchheit, Simpson & Bourdon, 2013; Temfemo, Hugues, Chardon, Mandengue & Ahmaidi, 2009). Die Gründe für diese abweichenden Angaben können aus zahlreichen Faktoren wie etwa der Ernährungssituation oder auch dem kulturellen Hintergrund resultieren. Anhand der Vergleiche mit den Messungen aus der deutschen Grundgesamtheit von

Kromeyer-Hauschild (2001) und Neuhauser (2013) lässt sich folgern, dass von einer sportartspezifischen Vorselektion im Fußball nicht uneingeschränkt ausgegangen werden kann. Dennoch gibt es in der jugendfußballspezifischen Fachliteratur zahlreiche Befunde die darauf hinweisen, dass größere Spieler bei den Selektionsprozessen bevorzugt werden, was dazu führt, dass Spieler in NLZ und Nachwuchsakademien häufig größer sind (Mustafovic et al., 2020; Sarmiento et al., 2018). Auf die Bewertung dieser Fragestellung muss im Rahmen dieser Arbeit allerdings verzichtet werden, da die Normwerte auf den Daten aller getesteten Spieler basieren, das heißt sowohl NLZ-Spieler als auch Nicht-NLZ-Spieler.

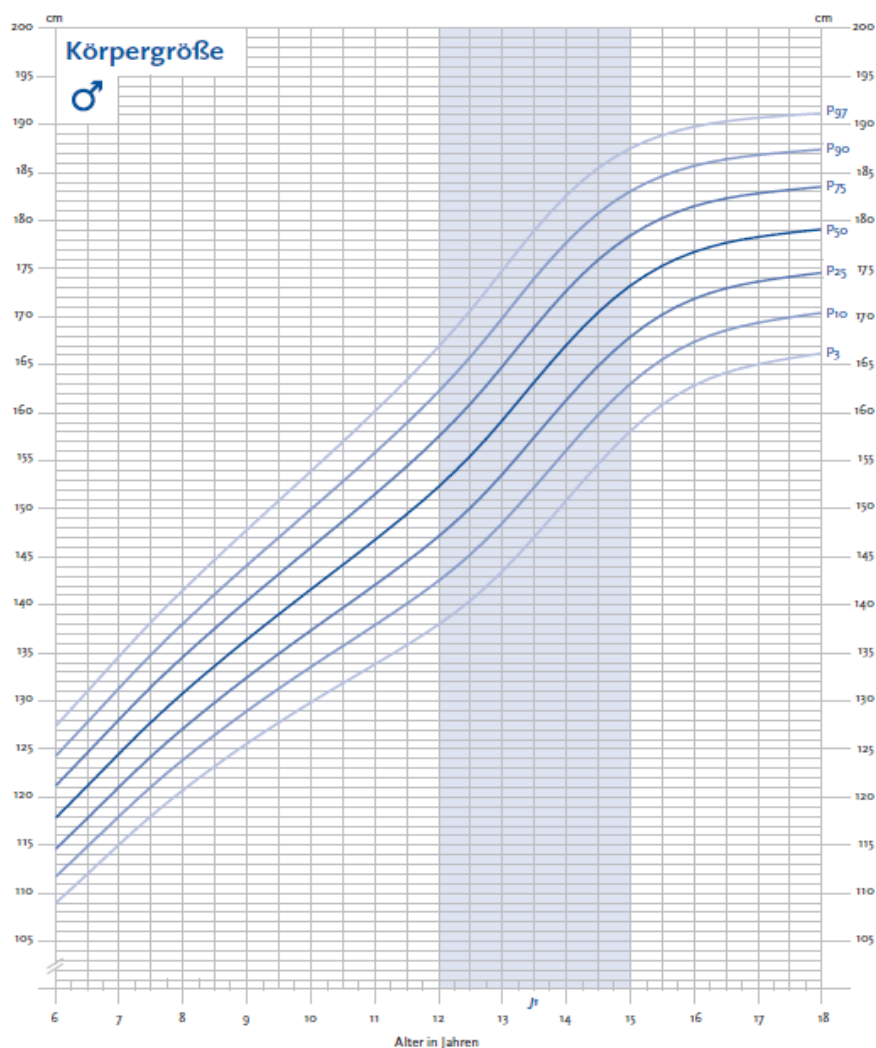


Abbildung 30: Perzentilkurven für die Körpergröße (cm) bei Jungen von 6-18 Jahren (Neuhauser et al., 2013, S. 18)

Die ermittelten Normwerte für das Körpergewicht in den verschiedenen Altersklassen zeigen, dass das Gewicht der Spieler von Altersklasse zu Altersklasse ansteigt. Dies ist auf die natürlichen Reifeprozesse der Heranwachsenden zurückzuführen. Wie bei der Körpergröße steigt auch das Körpergewicht in den jüngeren Altersklassen in größerem Umfang als in den höheren Altersklassen. Die Zunahme an Körpergewicht steht dabei in engem Zusammenhang mit dem Wachstum. Entsprechend der Körpergröße zeigt sich auch beim Gewicht der höchste Anstieg, wie auch die größte Streuung bei den 13-14 Jährigen. Dies lässt sich auf den Einfluss der Pubertät und die damit zusammenhängenden unterschiedlich schnell verlaufenden Reifeprozesse zurückführen (Stronski, 2018). Auch beim Körpergewicht liegen die jungen Fußballer in vergleichbaren Bereichen wie die deutschen Jugendlichen aus der Gesamtpopulation (siehe Abbildung 31) (Kromeyer-Hauschild et al., 2001; Neuhauser et al., 2013).

In den Altersklassen 10-12 (im Mittel 40,2 kg) und 13-14 (im Mittel 55,1 kg) gibt es keinerlei Abweichungen. In den Altersklassen 15-16 (im Mittel 67,4 kg) und 17-19 (im Mittel 74,3 kg) liegen die Werte der jugendlichen Fußballer jedoch leicht über den Werten der Untersuchungen von Kromeyer-Hauschild (2001) und Neuhauser (2013). Aufgrund dessen, dass die Datenerhebung in dieser Arbeit mit ausschließlich sportlich aktiven Jugendlichen stattfand, ist diese Abweichung etwas überraschend. Untersuchungen weisen darauf hin, dass sportliche Aktivität einen positiven Einfluss auf die Körperfettwerte hat, was dazu führt, dass das Körpergewicht von sportlich inaktiven Jugendlichen im Allgemeinen über dem Körpergewicht von sportlich aktiven Jugendlichen liegt (Schienkiewitz et al., 2018).





Abbildung 31: Perzentilkurven für Körpergewicht (kg) bei Jungen von 6-18 Jahren  
(Neuhauser et al., 2013, S. 28)

Der BMI beschreibt das Verhältnis von Körpergröße zu Körpergewicht. Auch der BMI steigt über alle Altersklassen hinweg an. Während bei den 10-12 Jährigen der BMI noch weit unter 20 bei im Mittel 16,8 liegt, steigt er bis zur Altersklasse der 17-19 Jährigen auf 22,45 an. Aus dieser Entwicklung lässt sich schließen, dass die Größe und das Gewicht der Spieler nicht parallel ansteigen, sondern die Entwicklung hin zu mehr Körpermasse führt. Eine besondere Rolle spielen dabei die hormonellen Veränderungen durch das Erreichen der Pubertät. Der Anstieg an Serumtestosteron führt zu einem verstärkten Muskelwachstum, wodurch sich das Verhältnis von Körpergewicht und Körpergröße verändern (Stronski, 2018). Veränderungen

des BMI durch eine Zunahme an Körperfett können in diesem Zusammenhang vernachlässigt werden, teilweise gibt es sogar Hinweise, dass der Anteil des Körperfetts in den höheren Altersklassen abnimmt (Perroni, Vetrano, Rainoldi, Guidetti & Baldari, 2014). Allerdings können in dieser Untersuchung keine Rückschlüsse auf den Körperfettgehalt der Versuchsteilnehmer verfasst werden, da auf eine Körperfettmessung verzichtet werden musste. Beim Vergleich der ermittelten BMI-Werte mit den Werten anderer Untersuchungen zeigt sich, dass die BMI-Werte der Fußballer in allen Altersklassen in vergleichbaren Bereichen, aber leicht unter den Werten aus der Gesamtpopulation liegen (siehe Abbildung 32) (Kromeyer-Hauschild et al., 2001; Neuhauser et al., 2013).

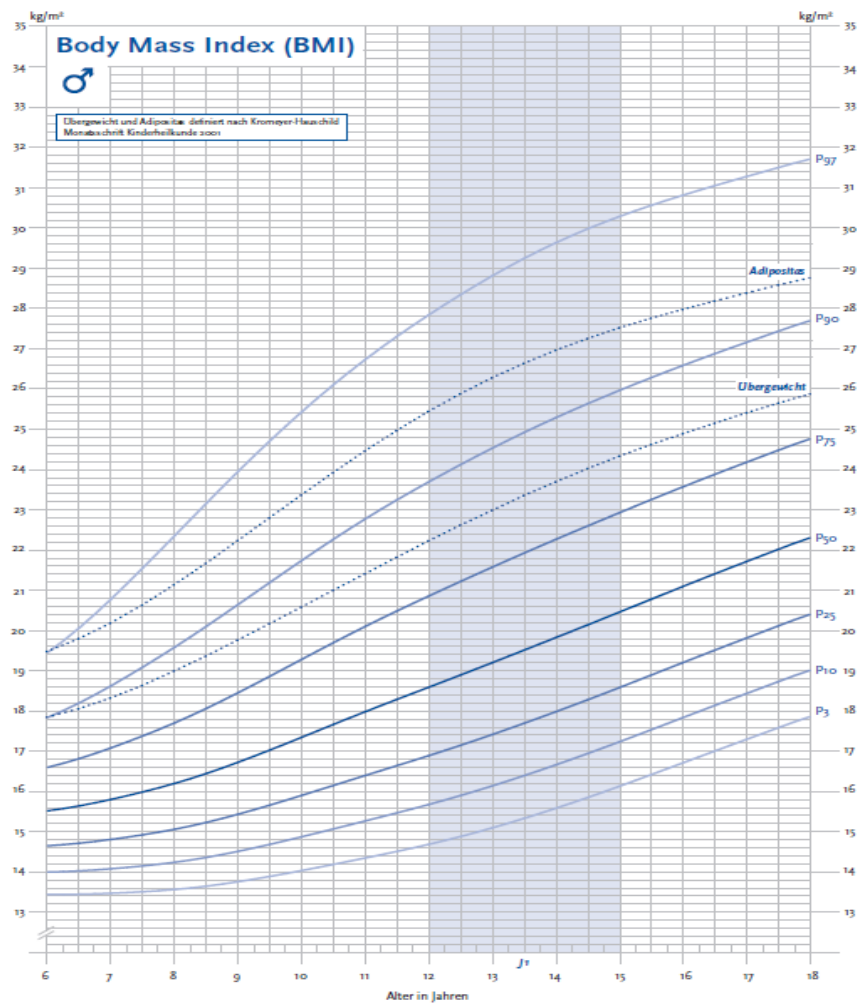


Abbildung 32: Perzentilkurven für den BMI ( kg/m<sup>2</sup>) bei Jungen von 6-18 Jahren (Neuhauser et al., 2013, S. 38)

Neben den anthropometrischen Parametern, zeigen die Ergebnisse der Normwertbestimmung, dass auch die Leistungsfähigkeit bei vertikalen Sprungtests von Altersklasse zu Altersklassen ansteigt. Diese Feststellung bestätigt damit die Ergebnisse anderer Untersuchungen mit Jugendfußballern, in denen darauf hingewiesen wird, dass die Leistungen bei vertikalen Sprungtests bis über das 18. Lebensjahr hinaus anwachsen (Haugen, Tønnessen & Seiler, 2013; Nikolaidis, 2014). Malina et al. (2004) ermittelten in diesem Zusammenhang einen linearen Anstieg der Sprunghöhe bei normal wachsenden Jugendlichen vom 5. bis zum 18. Lebensjahr. Diese lineare Leistungsentwicklung widerspricht dem Befund von Nikolaidis et al. (2014), die eine erhöhte Leistungsentwicklung zwischen den Altersklassen 11-12 zu 13-14 ermittelten. Auch die Daten der vorliegenden Arbeit weisen auf besondere Entwicklungsphasen hin. So wurde der stärkste Anstieg in dieser Untersuchung zwischen den Altersklassen 13-14 zu 15-16 ermittelt. Meylan et al. (2014) führen diese physischen Leistungsschübe bei heranwachsende Spielern auf die hormonellen Veränderungen zurück, die während der Pubertät auftreten (z. B. Anstieg des Serumtestosterons), die das Muskelwachstum und die Kraft stimulieren. Aufgrund unterschiedlicher Messmaterialien und teilweise abweichender Messmethodik (wie etwa Sprüngen mit Armeinsatz) sind Vergleiche der Sprungleistungen mit den Werten anderer Untersuchungen oft nur eingeschränkt möglich. Einen geeigneten Vergleich bietet die Untersuchung von Castagna und Castellini (2013) die CMJ- und SJ-Tests mit italienischen Jugend-Nationalspielern durchführten. Die Datenaufnahme erfolgte unter Verwendung der gleichen Messmaterialien und Durchführungsstandards (Optojump Next, Bolzano, Italien). Die dabei ermittelten Sprunghöhen (U17: CMJ: 40,9 cm und SJ: 37,3 cm; U20: CMJ: 40,2 cm und SJ: 38 cm) liegen etwas über den Sprunghöhen dieser Untersuchung (Castagna & Castellini, 2013). Die Ursache dafür lässt sich im höheren Leistungsniveau der italienischen Junioren-Nationalspieler vermuten, da Untersuchungen darauf hinweisen, dass die Leistungsfähigkeit bei vertikalen Sprüngen in Zusammenhang mit dem Spielniveau steht (Arnason et al., 2004; Haugen, 2014; Haugen et al., 2013). Des Weiteren

lag die CMJ-Höhe, in Übereinstimmung mit vergleichbaren Studien, jeweils etwas über der SJ-Höhe. Schon Bobbert (1996) stellte fest, dass Athleten beim CMJ höher springen als beim SJ. Auch wenn die Kniewinkel beim Umkehrpunkt der Bewegung gleich sind, liegt die Sprunghöhe beim CMJ im durchschnittlich 3,4 cm über den SJ-Werten (Bobbert, Gerritsen, Litjens & Van Soest, 1996). Die Gründe dafür werden auf die höhere Energieerzeugung in der Muskulatur durch die Voraktivierung bei der exzentrischen Bewegung beim CMJ zurückgeführt (Van Hooren & Zolotarjova, 2017). Allerdings lag die Differenz in dieser Untersuchung, mit maximal 1,3 cm in der Altersklasse 17-19, deutlich tiefer. Die Ursache für die geringen Höhendifferenzen zwischen CMJ und SJ lässt sich in einer inadäquaten Ausnutzung des DVZ beim CMJ aufgrund einer unausgereiften Sprungtechnik vermuten, da viele Spieler die Sprungtests zum ersten Mal durchführten. Auch die Leistungsfähigkeit beim DJ, gemessen anhand des Schnellkraftindex aus Sprunghöhe und Bodenkontaktzeit, stiegen von Altersklasse zu Altersklasse deutlich an. In Übereinstimmung mit den beiden anderen Sprungarten, konnte der deutlichste Anstieg auch hier zwischen den Altersklassen 13-14 und 15-16 verzeichnet werden. Die ermittelten Werte lagen in vergleichbaren Bereichen wie die Leistungen anderer Studien mit Sportlern aus verschiedenen Sportarten (Byrne, Moody, Cooper & Kinsella, 2017; Keiner, Sander, Wirth & Schmidtbleicher, 2013; Struzik et al., 2016). Allerdings können diese Vergleiche nur bedingt zur Bewertung herangezogen werden, da die Messungen mit unterschiedlichen Messmaterialien und aus abweichenden Fallhöhen ermittelt wurden.

Auch bei der linearen Schnelligkeitsdiagnostik zeigte sich eine entwicklungsbedingte Leistungssteigerung zwischen allen vier Altersklassen. Entsprechend dieser Beobachtung beschreibt Nikolaidis (2019), dass das Alter bzw. der Reifegrad einen hohen Einfluss auf die Sprintfähigkeiten von Fußballspielern hat (Nikolaidis, 2014). Vescovi et al. (2011) berichten, dass die Sprintleistungen bis zu einer Altersklasse von 15-16 anwachsen, bevor sie sich stabilisieren. Emmonds et al. (2016) fanden jährlich signifikante Ver-

besserungen Sprintschnelligkeit bei heranwachsenden Fußballern bis zu einem Alter von 18 Jahren. Auch Mendez-Villanueva et al. (2011) ermittelten deutliche Verbesserungen der 20 m Sprintzeiten mit steigendem Alter bei U13, U15 und U17 Mannschaften. Haugen et al. (2019) bestätigen diese Befunde und weisen darüber hinaus daraufhin, dass sich die Sprintleistungen von Fußballspielern bis zu einem Alter von circa 22 Jahren verbessern und ab diesem Alter stagnieren oder sinken (Haugen, 2017; Haugen et al., 2019). Diese Leistungsentwicklung beim Sprint steht dabei in engem Zusammenhang mit der Sportart. Bei sprintspezifisch ausgebildeten Sportlern wie Leichtathleten, wird dieses Leistungsmaximum hingegen für ein Alter von 26 Jahren beschrieben und auf die Spezifität des Trainings zurückgeführt (Haugen et al., 2019; Hollings, Hopkins & Hume, 2014). Allen et al. (2015) stellten in ihrer Untersuchung zu Spitzenleistungen in verschiedenen sportlichen Disziplinen fest, dass das Leistungsmaximum bei schnellkraftdeterminierten Disziplinen im Alter von 19 Jahren erreicht wird und innerhalb der Altersspanne von 20-27 abfällt. Im Vergleich fällt die die Spitzenleistung der Ausdauerleistungsfähigkeit erst zwischen dem 20. bis hin zum 39. Lebensjahr (Allen & Hopkins, 2015). Anders als bei der Sprungdiagnostik konnte die deutlichste Verbesserung der Sprintzeit zwischen den Altersgruppen 10-12 zu 13-14 verzeichnet werden. Im Vergleich zu anderen Untersuchungen lagen die ermittelten Sprintzeiten, der entsprechenden Altersklassen, unterhalb der Werte anderer Untersuchungen mit jugendlichen Fußballspielern (López-Segovia et al., 2011). Allerdings muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass diese Studien mit anderen Messmaterialien und methodischen Standards (Abstand zur 1. Lichtschranke, Untergrund usw.) erhoben wurden, was zu deutlichen Abweichungen der Ergebnisse führen kann (Haugen et al., 2015).

Auch die Ergebnisse des Richtungswechselsprints zeigen, dass sich die Leistungen über alle Altersklassen hinweg verbessern. Wie auch bei den linearen Sprints, ist der deutlichste Unterschied zwischen den Altersklassen 10-12 zu 13-14 zu verzeichnen. Allerdings sollte darauf hingewiesen werden, dass die Steigerungen der Leistungsfähigkeit bei linearen Sprints

und bei Richtungswechselsprints nicht unbedingt parallel verlaufen, auch wenn Verbesserungen der linearen Sprintzeit auch die Zeiten bei Richtungswechselsprints beeinflussen (Kadlubowski et al., 2020; Loturco et al., 2019; Loturco et al., 2018). Im Bereich der nichtlinearen Sprintdiagnostik sind untersuchungsübergreifende Vergleiche aufgrund der Vielzahl an Agility- und Richtungswechselsprinttests häufig problematisch. Aus diesem Grund stellen einzig die technisch-motorische Leistungsdiagnostik an DFB Nachwuchsleistungszentren (Höner, 2015) eine repräsentative Bezugsquelle dar. Der Vergleich der ermittelten Untersuchungsergebnisse zeigt, dass die Messwerte in allen Altersklassen weitestgehend übereinstimmen und nur unwesentlich voneinander abweichen.

Auch wenn eine detaillierte Normwerttabelle mit einer Unterscheidung nach Spielklasse und Spielposition zweifelsohne für die Sportpraxis noch aufschlussreicher wäre, musste aufgrund zu geringer Stichprobengrößen in den einzelnen Zellen im Rahmen dieser Arbeit auf eine solch detaillierte Aufschlüsselung verzichtet werden. Dennoch liefern die Messwerte und die Unterteilung nach Perzentilen eine bedeutsame Bezugsquelle und relevante Informationen für die Bewertung der Leistungsfähigkeit von einzelnen Spielern in den verschiedenen Testitems.

### **6.2.2 Entwicklung der Leistungsparameter im einjährigen Längsschnitt**

Die Längsschnittuntersuchung dient der Analyse entwicklungsbedingter Veränderungen der Schnellkraftleistungen innerhalb eines Jahres in unterschiedlichen Altersklassen. Auf diese Weise sollen Besonderheiten und Unterschiede in den verschiedenen Entwicklungsphasen der Jugendlichen untersucht und analysiert werden können. Aus diesem Grund wurden keine gesonderten Trainingsinterventionen in das Mannschaftstraining implementiert. An der Ein-Jahres-Längsschnittuntersuchung nahmen 127 Spieler

aus drei Vereinen teil. Gegenstand der Mehrfachtestung waren die Sprungtestbatterie, bestehend aus CMJ, SJ und DJ sowie die 30 m Sprintdiagnostik mit Zwischenzeiten bei 5 m und 10 m.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse des CMJ fällt auf, dass sich die Spieler in allen Altersklassen verbesserten. Die deutlichsten Leistungssprünge zwischen den beiden Testzeitpunkten t1 und t2 zeigen sich bei den 13-14 Jährigen mit rund 3,75 cm, was einer Steigerung von 13,9 % entspricht. Die geringsten Verbesserungen hingegen sind in der Altersklasse der 10-12 Jährigen mit 5,61 % (im Mittel 1,42 cm) zu finden. Der Vergleich der Leistungsentwicklung zwischen den verschiedenen Alterskohorten zeigt darüber hinaus, dass die Steigerungen der Sprunghöhe innerhalb der Altersklassen 13-14 und 15-16 signifikant größer ausfallen, als bei den 10-12 Jährigen. Die Ergebnisse bestätigen damit die Annahme, dass sich die Entwicklungsinintensität der Leistung beim CMJ in verschiedenen Altersklassen unterscheidet. Aufgrund zahlreicher Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Leistungsfortschritte dabei in engem Zusammenhang mit verschiedenen Reifephasen bei Heranwachsenden stehen (Stronski, 2018). Diese Reifephasen hängen in hohem Maße mit dem kalendarischen Alter der Jugendlichen zusammen. Allerdings weisen Perroni et al. (2014) darauf hin, dass der Eintritt in die Pubertät sowie die Geschwindigkeit der damit verbundenen Reifeprozesse nicht nur altersgebunden sind, sondern individuellen Unterschieden unterliegen (Perroni et al., 2014). In der Altersklasse der 10-12 Jährigen kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass die Jugendlichen noch nicht in der Pubertät sind bzw. sich in einer präpubertären Phase befinden (Vänttinen, Blomqvist, Nyman & Häkkinen, 2011). Aufgrund dessen waren geringere Leistungssteigerungen der CMJ-Höhe in dieser jüngsten, vorpubertären Altersklasse zu erwarten. Des Weiteren stützen die ermittelten Ergebnisse die Annahme eines positiven Einflusses der Pubertät auf die Leistungsfähigkeit, die auch schon in anderen Untersuchungen mit jugendlichen Sportlern festgestellt wurde (Lesinski et al., 2020; Perroni et al., 2014). Auch die Ergebnisse des SJ sprechen für den positiven Einfluss der Pubertät, auf die Leistungsfähigkeit der Jugendfußballer. Es zeigen sich in

allen Altersklassen positive Entwicklungen der Sprunghöhe zwischen t1 und t2, wobei in der Altersklasse der 10-12 Jährigen mit einer Höhe von 0,8 cm (im Mittel 3,2 %) die niedrigsten Steigerungen zu sehen sind. Hier zeigt sich bei den 17-19 Jährigen die größte Leistungsentwicklung mit einer Steigerung von 4,85 cm (im Mittel 13,9 %). Allerdings liegt die Stichprobengröße bei den A-Jugendlichen bei lediglich sechs Probanden, weshalb die Ergebnisse nur bedingt bewertet werden können. Bei den C-Junioren (13-14 Jahre) liegt die Steigerung der Sprunghöhe bei 3 cm (im Mittel 11,4 %). Die Leistungsentwicklungen der 13-14 und 17-19 Jährigen sind somit signifikant größer als die der 10-12 Jährigen. Wie beim CMJ und SJ zeigen sich auch beim DJ in allen Altersklassen positive Entwicklungen der Sprungleistung zwischen t1 und t2. Auch hier tritt die geringste Leistungssteigerung mit zehn Indexpunkten (im Mittel 9,4 %) in der jüngsten Jugendklasse der 10-12 Jährigen auf. Die höchste Leistungssteigerung ergibt sich bei den A-Junioren, wobei aufgrund der geringen Probandenzahl (von sechs Probanden) in dieser Altersgruppe, die Aussagekraft kritisch zu bewerten ist. Im Gegensatz zu den beiden anderen Sprungformen CMJ und SJ zeigen sich beim DJ keine signifikanten Unterschiede in der Leistungsentwicklung zwischen den einzelnen Altersklassen. Ein Grund dafür könnte in der Komplexität der Bewegungsaufgabe des DJ liegen. Besonders die 10-12 Jährigen hatten häufig noch keine Vorerfahrungen mit leistungsdiagnostischen Untersuchungen. Die Umsetzung des DJ bereitete in diesem Zusammenhang einigen Versuchsteilnehmern koordinative Schwierigkeiten. Aus diesem Grund kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Erfahrungseffekte bei der Nachmessung t2 auf Grundlage der Ausgangsmessung t1 einen zusätzlichen Effekt auf die Leistungsentwicklung des DJ-Index bewirkt haben.

Auch bei der Sprintdiagnostik werden anhand der deskriptiven Daten Leistungsunterschiede zwischen den beiden Messzeitpunkten t1 und t2 deutlich. Während in der internationalen Literatur einige Untersuchungen auf signifikante Verbesserungen der Sprintzeit durch die Implikation von Trainingsinterventionen hinweisen (Rumpf, Lockie, Cronin & Jalilvand, 2016; Wong, Chamari & Wisløff, 2010), sind insbesondere auch Kenntnisse



über reifebedingte Entwicklungen der Schnelligkeitsleistungen im Alters- bzw. Reifeprozess von hoher Bedeutung, um die Wirksamkeit von Trainingsinterventionen bewerten zu können (Allen & Hopkins, 2015; Meylan, Cronin, Oliver, Hopkins & Contreras, 2014). Die vorliegenden Ergebnisse zeigen dabei, dass sich auch unabhängig von spezifischen Trainingsinterventionen teilweise sehr deutliche Verbesserungen der Sprintzeiten einstellen. In allen Altersklassen und über alle Sprintdistanzen hinweg lassen sich innerhalb von einem Jahr Verbesserungen feststellen. Diese stehen neben der natürlichen Entwicklung allerdings auch in engem Zusammenhang mit der Häufigkeit und Regelmäßigkeit des Fußballspielens, da aufgrund der Anforderungsstruktur der Sportart dabei auch die Schnellkraftfähigkeiten gefördert werden (Sander, Keiner, Wirth & Schmidtbleicher, 2012). Bis auf die Distanz von 5 m, wo die 15-16 Jährigen eine mittlere Leistungssteigerung von 18,9 % aufweisen, zeigen sich bei den Sprintdistanzen von 10 m (im Mittel 9,4 %) und 30 m (im Mittel 3,9 %) die deutlichsten Entwicklungen in der Altersklasse der 13-14 Jährigen. Vanttinen et al. (2011) beobachteten ebenfalls bei Jugendlichen im Alter von 13-14 Jahren die höchsten Schnelligkeitszuwächse im Sprint und führen diese auf den Einfluss entwicklungsbedingter Faktoren zurück. Die Ergebnisse weisen dementsprechend darauf hin, dass die natürliche Entwicklung von Heranwachsenden einen hohen Effekt auf die Leistungsentwicklung der Sprintfähigkeit hat. Auch Sander (2015) fand bei der Untersuchung des Einflusses eines zweijährigen Krafttrainings auf die Sprintleistung von Nachwuchsleistungssportlern, deutliche Leistungssteigerungen in der Kontrollgruppe. Allerdings zeigte die Untersuchung ebenso, dass ein zusätzliches Krafttraining weitere Vorteile bietet und zu deutlich höheren Verbesserungen der Sprintleistungen von bis zu 5,7 % auf 20 m führen kann (Sander, 2015). In Übereinstimmung mit Sander (2015) und Haugen et al. (2017) traten die geringsten Leistungssteigerungen bei der Altersklasse der 17-19 Jährigen ein. Die geringeren Leistungszuwächse bei den A-Junioren führen beide Autoren auf einen Rückgang entwicklungsbedingter Einflussfaktoren zurück. Eine weitere

Ursache liegt darüber hinaus in der bereits weit ausgeprägten Sprintleistung der Spieler in diesem Alter begründet. Denn je älter und besser trainiert die Spieler sind und je voller der Trainings- und Wettkampfkalendar ist, desto geringer sind die Chancen für die Entwicklung der Sprintschnelligkeit (Haugen, 2017). Aus vorliegender Sicht stellen der Wettkampf und das spezifische Fußballtraining in höheren Altersklassen und auf fortgeschrittenem Leistungslevel einen inadäquaten Reiz für die weitere Ausbildung der Schnelligkeitsfähigkeiten dar (Düring, 2011). Vanttinen et al. (2011) gehen darüber hinaus davon aus, dass bereits im Alter von 17 Jahren in Bezug auf die Sprintfähigkeit ein Leistungsplateau eintritt und sich bei inadäquaten Trainingsreizen sogar Leistungsrückgänge einstellen können. Auch Sander (2015) beschreibt bereits für dieses Alter die Möglichkeit von Leistungsplateaus bei unzureichenden Trainingsreizen, auch wenn er von Leistungsrückgängen absieht. Auch wenn diese Befunde auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse nicht in vollem Maße bestätigt werden können, sind jedoch auch bei dieser Untersuchung deutlich geringere Leistungszuwächse in den höheren Altersklassen zu verzeichnen. Zusätzlich sind die Entwicklungsunterschiede über alle Altersstufen hinweg nicht von statistischer Relevanz. Aufgrund dessen lässt sich annehmen, dass das reine Fußballtraining in Verbindung mit der natürlichen Entwicklung der heranwachsenden Sportler bei der Sprintschnelligkeit zu geringeren Effekten führt, als bei der Sprungkraft. Allerdings sollte darauf hingewiesen werden, dass die Aussagekraft der vorliegenden Ergebnisse der Längsschnittuntersuchung bei der Sprintdiagnostik, aufgrund der sehr geringen Probandenzahlen, nur bedingt bewertet werden können.

### **6.2.3 Schnellkraftleistungen von Spielern verschiedener Leistungsklassen und Spielpositionen**

Im Rahmen der vorliegenden Forschungsfrage wird anhand einer multifaktoriellen Varianzanalyse überprüft, ob sich die Schnellkraftleistungen

von Jugendspielern unterschiedlicher Spielklassen und verschiedener Positionen unterscheiden. Dabei wurden das Spielniveau nach NLZ und Nicht-NLZ unterschieden. Spielpositionen wurden nach TW, V, MF und ST untergliedert.

### **6.2.3.1 Sprung**

Wie die Ergebnisse verdeutlichen unterscheiden sich die Sprungkraftleistungen von Spielern verschiedener Leistungsklassen. Bereits in der Altersklasse 10-12 zeigen sich bei allen drei Sprungarten hochsignifikante Unterschiede der Sprungleistungen zwischen NLZ und Nicht-NLZ. Allerdings sind Unterschiede bereits in dieser Altersstufe nicht zwangsläufig zu erwarten. Die Fachliteratur weist zwar mehrfach darauf hin, dass die Sprungleistungen von Spielern mit höherem Spielniveau über dem von Spielern niedrigerer Spielniveaus liegen (Haugen et al., 2013; Le Gall, Carling, Williams & Reilly, 2010). Allerdings ermittelten die Autoren diese Unterschiede erst in höheren Altersstufen und führen die Unterschiede in erster Linie auf die Effekte wiederholter Selektionsprozesse, ein schnelleres Spieltempo in höheren Leistungsklassen, den Einsatz von Athletiktraining und eine bessere Trainingsqualität sowie höhere Trainingsumfänge zurück. Der Einfluss der Selektion kann in dieser Altersklasse vernachlässigt werden, da es sich hierbei um die, in vielen NLZ, jüngste Altersklasse handelt. Selektionsprozesse haben in diesem Bereich höchstens in einer ersten Runde stattgefunden (Grossmann & Lames, 2015). Zusätzlich wird in diesem Altersbereich davon ausgegangen, dass die NLZ-Zugehörigkeit mehr auf die Initiative engagierter Eltern zurückzuführen ist, als auf die gezielte Rekrutierung der Spieler durch Trainer und Scouts (Güllich, 2014). Auch die Effekte eines Athletiktrainings auf die Schnellkraftfähigkeiten können in diesem Altersbereich vernachlässigt werden, da sich die Inhalte von NLZ zu NLZ stark unterscheiden und in diesem Alter normalerweise sehr allgemein angelegt sind. Der Grund dafür besteht darin, dass der DFB keine

Leitlinien für ein gezieltes und strukturiertes Kraft- und Explosivitätstraining vorgibt, die der Orientierung bei der athletischen Ausbildung der Spieler dienen (DFB, 2019, 2020b). Aus diesem Grund lassen sich die Leistungsunterschiede vermutlich eher auf die höheren Trainingsumfänge von mindestens drei Trainingseinheiten in NLZ zu in der Regel zwei Trainingseinheiten bei Nicht-NLZ-Mannschaften zurückführen. Ebenso kann auch das höhere Spieltempo ein begünstigender Faktor für die besseren Leistungen der NLZ Spieler sein (Deprez, 2015). Bei den 13-14 Jährigen hingegen zeigen sich in keiner der Sprungarten signifikante Leistungsunterschiede. Im Hinblick auf die Ergebnisse bei den 10-12 Jährigen erscheint dieses Ergebnis zunächst sehr überraschend. Auch aufgrund der höheren Anzahl an Auswahlprozessen, der höheren Trainingsumfänge sowie der erwarteten höheren Trainingsqualität und dem Einfluss des höheren Spieltempos in NLZ-Mannschaften kann von besseren Schnellkraftwerten bei NLZ-Spielern ausgegangen werden. Die Begründung für die fehlenden Leistungsunterschiede liegt vermutlich in dem noch ausstehenden Entwicklungsschub durch das Eintreten in die Pubertät, das einen erheblichen Einfluss auf die Sprungleistungen zu haben scheint und es ermöglicht Leistungsdifferenzen auszugleichen. In der Altersklasse 15-16 sowie bei den 17-19 Jährigen zeigt sich, dass die Sprungleistungen der NLZ-Spieler in allen drei Sprungarten wieder signifikant besser sind, als die Leistungen der Amateure. Anhand der deskriptiven Werte wird deutlich, dass die NLZ Spieler sowohl beim CMJ als auch beim SJ in der Altersklasse 15-16 rund drei cm höher springen und beim DJ rund 20 Punkte höhere Indexwerte erreichen als Nicht-NLZ-Spieler. In der Altersklasse 17-19 liegt die Sprunghöhe der NLZ-Spieler beim CMJ und SJ ca. 4,5 cm und beim DJ rund 25 Indexpunkte über den Werten der Nicht-NLZ-Spieler. Die Ergebnisse bestätigen damit die Erkenntnisse aus den Untersuchungen von Haugen et al. (2013) und Le Gall et al. (2010), dass die Leistungsunterschiede zwischen höherklassigen und niedrigklassigen Spielern mit höherem Alter ansteigen. Somit lässt sich die Sprungkraft, als einen leistungsdeterminierenden Faktor für die Spielklasse

von Fußballspielern beschreiben. Ein Vergleich der ermittelten Durchschnittswerte von NLZ-Spielern mit anderen Untersuchungen bei hochklassigen Jugendfußballern zeigt, dass die Sprungleistungen auch im internationalen Vergleich sehr nah beieinander liegen (Castagna & Castellini, 2013; Petridis et al., 2019). Allerdings erlauben die vorliegenden Ergebnisse keine Rückschlüsse darauf, ob die besseren Sprungleistungen von Spielern auf höherem Spielniveau aus den besseren Trainingsbedingungen und -inhalten resultieren oder auf die ständige Neuselektion und die dabei eingesetzten Auswahlkriterien zurückzuführen sind.

Die Unterschiede der Sprungdiagnostik zwischen Spielern verschiedener Spielpositionen fallen weniger deutlich aus. In der Altersklasse 10-12 zeigen sich keine signifikanten Unterschiede der Sprungleistungen zwischen den einzelnen Spielpositionen. Dieses Ergebnis erscheint wenig überraschend, da in einem Alter von 10-12 Jahren die Spieler in der Regel noch nicht auf spezielle Positionen festgelegt sind und die fußballerische Ausbildung noch auf eine positionsübergreifende Schulung gerichtet ist (DFB, 2019). Allerdings verweisen die deskriptiven Werte auch hier auf tendenzielle Unterschiede. Es zeigt sich, dass die TW beim CMJ (26,18 cm) und SJ (25,42 cm) am höchsten springen während beim DJ die ST die besten Indexwerte erreichen. Die TW und ST zeigen bei allen drei Sprungformen bessere Leistungen als die Spieler der übrigen Spielpositionen. Allerdings fällt auf, dass bei den Nicht-NLZ-Spielern die Sprungleistungen der TW bei allen Sprungtests deutlich schlechter sind, als die Werte der anderen Positionen. Diese Unterschiede sind jedoch nicht von statistischer Signifikanz. Bei den 13-14 Jährigen liegen die Werte aller Spieler, wie auch beim Vergleich des Spielniveaus sehr eng beieinander. Dementsprechend zeigen sich keine statistisch relevanten Unterschiede der Sprungleistungen auf den unterschiedlichen Spielpositionen. Es ist anzunehmen, dass das Einsetzen der Pubertät hierbei von entscheidender Bedeutung ist. Das Einsetzen der puberalen Phase und die damit einhergehenden hormonellen Veränderungen führen dazu, dass Leistungsdifferenzen ausgeglichen werden können (Fröhlich & Kemmler, 2019). In der Altersklasse 15-16 zeigen sich sowohl

beim CMJ als auch beim SJ signifikante Unterschiede der Sprunghöhe zwischen Spielern verschiedener Spielpositionen. Demnach springen TW und ST beim CMJ signifikant höher als MF. Auch beim SJ springen TW signifikant höher als MF, wobei das Signifikanzniveau zwischen ST und MF nur knapp verfehlt wird. Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen von Lagos-Pena et al. (2011) die feststellten, dass TW beim CMJ und SJ am besten abschneiden. Haugen et al. (2013) ermittelten bei Positionsvergleichen niedrigere Sprungwerte bei MF als bei TW, V und ST. Im Alter von 15-16 lässt sich davon ausgehen, dass, auch wenn Positionsänderungen von Spielern im Fußball auch bis in den Profibereich oder sogar ins hohe Fußballeralter durch unterschiedliche Gründe wie Trainerwechsel, Systemumstellung uvm. vorgenommen werden, die Spieler schon relativ weit auf eine Position festgelegt und spezialisiert sind (DFB, 2019). Insbesondere das Beanspruchungsprofil und die Trainingsgestaltung von TW stellt dabei ein Alleinstellungsmerkmal dar und unterscheidet sich in weiten Teilen von den Inhalten der Feldspieler. TW müssen zum Zwecke der Ballabwehr immer wieder kurze explosive Reaktionen, Antritte und Absprünge durchführen. Deshalb wird auch im Training auf die Sprungkraft ein besonderer Fokus gelegt (Baptista et al., 2018). MF weisen hingegen die schlechtesten Sprungwerte auf. Die Begründung dafür könnte auch hier im Beanspruchungsprofil für MF im Spiel liegen. Spielanalysen zeigen, dass MF die größten Distanzen im Spiel zurücklegen und dafür aber weniger Antritte und Sprints durchführen (Baptista et al., 2018; Vieira et al., 2019). Es ist möglich, dass der hohe extensive Belastungsanteil, über die lange Dauer und die vielen Trainingseinheiten, die Ausprägung der Schnellkraftfähigkeiten hemmt (Haugen et al., 2014). Aus diesem Grund liegt die Vermutung nahe, dass MF weniger Schnell- und Explosivkraft spezialisiert sind, als Spieler auf anderen Spielpositionen. Allerdings wäre hier eine Unterscheidung zwischen äußeren und zentralen MF interessant, da sich das Anforderungsprofil zwischen diesen beiden Bereichen stark unterscheidet. Flügelspieler führen im Gegensatz zu den zentralen MF deutlich mehr kurze

Antritte und Sprints durch, wobei zentrale MF dafür höhere Gesamtdistanzen zurücklegen (Oliva-Lozano, Gómez-Carmona, Pino-Ortega, Moreno-Pérez & Rodríguez-Pérez, 2020). In der Altersklasse der 17-19 Jährigen zeigen sich in keiner Sprungart signifikante Unterschiede zwischen den Spielpositionen. Da die Spieler in diesem Altersbereich schon kurz vor dem Übergang in den Erwachsenenfußball stehen und aus diesem Grund schon stark auf individuelle Spielpositionen spezialisiert sind, erscheint dieses Ergebnis überraschend. Auch andere Forschungsergebnisse weisen besonders im Altersbereich 17-19 auf deutliche Unterschiede zwischen den Spielpositionen hin (Haugen et al., 2013; Le Gall et al., 2010). Aus diesem Grund ist anzunehmen, dass die Ergebnisse hier vorwiegend aus der sehr geringen Stichprobengröße in dieser Altersklasse resultieren.

#### **6.2.3.2 Sprint**

Bei der Sprintdiagnostik zeigen sich in den Altersklassen 10-12, 13-14 und 15-16 keine statistisch relevanten Leistungsunterschiede zwischen NLZ-Spielern und Nicht-NLZ-Spielern. Allerdings muss dabei angemerkt werden, dass bei den 10-12 Jährigen aufgrund der unzureichenden Stichprobengröße der Nicht-NLZ-Spieler (drei Probanden) keine umfangreiche statistische Analyse durchgeführt werden konnte. Wie die deskriptiven Daten bei den 13-14 Jährigen darstellen, weisen die NLZ-Spieler und Nicht-NLZ-Spieler auf allen drei Strecken nur geringfügige Unterschiede auf. Wie auch bei der Sprungdiagnostik lässt sich vermuten, dass die Pubertät auch hier einen entscheidenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit ausübt (Fröhlich & Kemmler, 2019). Bei den 15-16 Jährigen zeigt sich anhand der deskriptiven Daten eine Tendenz, dass die Sprintleistungen der NLZ-Spieler und Nicht-NLZ-Spieler sich, insbesondere bei 30 m, mit steigendem Alter auseinander dividieren. Diese Tendenz bestätigt sich bei den 17-19 Jährigen. In dieser Altersklasse zeigt sich, dass die NLZ-Spieler bei einer Strecke von 30 m signifikant schneller sind als die Nicht-NLZ-Spieler. Die Un-

terschiede der Sprintleistungen bei 5 m und 10 m sind nicht von statistischer Relevanz, allerdings wurde bei 10 m das Signifikanzniveau nur knapp verpasst ( $p=0,052$ ). Auch wenn es überraschend erscheint, dass sich die Sprintleistungen von Nicht-NLZ-Spielern und NLZ Spielern, trotz eines höheren Spieltempos in höheren Leistungsklassen und des höheren Trainingspensums sowie des zusätzlichen Athletiktrainings in den NLZ bis einschließlich der Altersklasse 15-16 nicht unterscheiden, passen die Ergebnisse zu den Befunden anderer Untersuchungen (Emmonds, Till, Jones, Mellis & Pears, 2016; Ioannis, 2013; Michalczyk et al., 2010). Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Sprintschnelligkeit nur schwer zu entwickeln und robuster gegenüber Trainingsinterventionen ist (Haugen et al., 2019). Djaoui et al. (2016) ermittelten die maximalen Sprintgeschwindigkeiten von französischen Erst- und Viert-Liga Spielern und verweisen darauf, dass zwischen den Spielern dieser beiden Ligen auch im Erwachsenenbereich keine Schnelligkeitsunterschiede bestehen. Dabei beziehen sich die Autoren jedoch auf Daten, die im Spiel erhoben wurden. Im Wettkampf wirken zahlreiche Zusatzfaktoren die Einfluss auf die maximalen Sprintwerte haben. Haugen et al. (2013) untersuchten von 1995-2010 die physische Leistungsfähigkeit von Fußballspielern und bestätigen die vorliegenden Ergebnisse mit der Feststellung, dass Spieler der ersten Liga schneller als Spieler der zweiten Liga und diese noch einmal schneller als Spieler der dritten bis fünften Liga sind. Darüber hinaus haben Nughes et al. (2020) die physischen Leistungsparameter von 13-17 jährigen Jugendfußballspielern verschiedener Leistungsklassen untersucht und dabei festgestellt, dass während die Spieler der unterschiedlichen Leistungsklassen in jüngeren Altersklassen noch recht nah beieinander liegen, in höheren Altersklassen die Unterschiede deutlicher werden.

Auch beim Vergleich der Sprintwerte zwischen den unterschiedlichen Spielpositionen zeigen sich bei den beiden jüngeren Altersklassen der 10-12 und 13-14 Jährigen keine statistisch relevanten Leistungsunterschiede. Die Betrachtung der deskriptiven Daten legt allerdings die Vermutung nahe, dass TW bei Sprinttests weniger gute Werte erreichen wie Feldspieler.



Diese Vermutung ist zusätzlich auch in dem grundlegend abweichenden Anforderungsprofil von TW zu Feldspielern begründet. TW führen im Spiel zahlreiche kurze und explosive Bewegungen durch, die Anzahl an Sprints und die Gesamtsprintstrecke liegen jedoch deutlich unter den Werten aller anderen Spielpositionen (Baptista et al., 2018). Aufgrund dessen erscheint es wenig überraschend, dass bei den 15-16 Jährigen signifikante Unterschiede ermittelt werden konnten. Es zeigt sich, dass die ST auf 30 m signifikant schneller sind als TW und MF. Auf die Strecken von 5 m und 10 m zeigen sich keine statistisch relevanten Unterschiede zwischen den Spielpositionen. Im Gegensatz zu den TW sind die schlechteren Sprintwerte der MF nicht grundlegend zu erwarten. Untersuchungen zeigen zwar, dass zentrale MF langsamer sind als ST, V und Flügelspieler (Al Haddad, Simpson, Buchheit, Di Salvo & Mendez-Villanueva, 2015), allerdings wurde in der vorliegenden Untersuchung keine Unterscheidung zwischen zentralen und äußeren Positionen vorgenommen. Die guten Sprintwerte der ST bestätigen die Befunde von Haugen et al. (2013), die bei 20 m Sprinttests ermittelten, dass ST schneller sind als V, MF und TW. Allerdings widersprechen diese Ergebnisse der Untersuchung von Lagos-Pena et al. (2011), die die besten Sprintzeiten bei Innenverteidigern ermittelten. Während in den jüngeren Jahrgängen noch nicht davon ausgegangen werden kann, dass Spieler bereits feste Spielpositionen haben, findet in der Regel mit steigendem Alter eine Spezialisierung auf feste Positionen statt. Aufgrund der fehlenden Spezialisierung für feste Spielpositionen ist es wenig überraschend, dass in den Altersklassen 10-12 und 13-14 keine signifikanten Leistungsunterschiede zu finden sind. Bei 15-16 Jährigen ist diese Positionsspezialisierung schon in höherem Maße zu erwarten. In der Altersklasse 17-19 kann schließlich davon ausgegangen werden, dass die Spieler auf weitgehend festen Spielpositionen spielen. Vergleichbare Untersuchungen berichten im Zuge dessen, dass die Unterschiede von Spielern unterschiedlicher Spielpositionen bei leistungsdiagnostischen Untersuchungen mit steigendem Alter anwachsen (Emmonds et al., 2016; Oliva-Lozano, Fortes, et al., 2020). Die Ergebnisse der 17-19 Jährigen in dieser Untersuchung stehen jedoch im

Widerspruch zu diesen Befunden, denn in der Altersklasse 17-19 zeigen sich keine statistisch relevanten Unterschiede der Sprintleistungen zwischen den Spielpositionen. Allerdings muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass aufgrund der zu geringen Stichprobengröße (z.B. bei TW nur vier Probanden) von statistisch umfangreichen Analysen und Aussagen abgesehen werden muss.

### **6.2.3.3 Richtungswechselsprint**

Beim Richtungswechselsprint zeigen sich bei den 10-12 Jährigen keine statistisch relevanten Leistungsunterschiede zwischen NLZ-Spielern und Nicht-NLZ-Spielern. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass bei den Nicht-NLZ-Spielern in der Altersklasse 10-12 lediglich drei Probanden in die Auswertung mit aufgenommen werden konnten. Aufgrund dieser unzureichenden Stichprobengröße musste auf eine umfangreiche statistische Auswertung verzichtet werden. Ebenso lassen sich bei den 13-14 Jährigen keine statistisch relevanten Unterschiede zwischen den beiden Leistungsklassen nachweisen, dennoch lässt sich anhand der deskriptiven Daten eine Tendenz dahingehend erkennen, dass die NLZ-Spieler beim Richtungswechselsprints schneller sind als Nicht-NLZ-Spieler. Auch in der Altersklasse 15-16 zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Leistungsklassen. Allerdings weisen die deskriptiven Daten hier auf eine tendenzielle Überlegenheit der Nicht-NLZ-Spieler im Vergleich zu den NLZ-Spielern hin. Auch wenn dabei keine signifikanten Unterschiede vorliegen, ist eine solche Tendenz überraschend, da insbesondere in höheren Altersklassen von einer besseren physischen Leistungsfähigkeit bei Spielern höherer Spielklassen ausgegangen wird (Nughes et al., 2020). Diese Tendenz lässt sich jedoch eventuell durch die geringe Probandenzahl und eine besonders starke Kohorte bei den Nicht-NLZ-Spieler erklären. Wie auch bei den übrigen leistungsdiagnostischen Verfahren, kann auch beim Richtungswechselsprint aufgrund verschiedener Einflussfaktoren wie Trainingsumfang, Trainingsqualität, Athletiktraining und Spieltempo davon

ausgegangen werden, dass die NLZ-Spieler bessere Leistungen erzielen als die Nicht-NLZ-Spieler. Belege dafür sind zudem in der Literatur zu finden, da Untersuchungen darauf hinweisen, dass Spieler höherer Ligen bei nicht-linearen Sprinttests besser abschneiden, als Spieler aus tieferen Ligen (Michailidis et al., 2020; Nughes et al., 2020). Diese Befunde in der Literatur können mit den Ergebnissen in der Altersklasse 17-19 gestützt werden. Es zeigt sich, dass die NLZ-Spieler beim Richtungswechselsprint signifikant schneller sind, als die Nicht-NLZ-Spieler. Ähnlich wie bei den linearen Sprints zeigen sich statistisch relevante Unterschiede allerdings erst in der Altersklasse der 17-19 Jährigen. Bei einer Untersuchung der physischen Fähigkeiten von Jugendfußballern verschiedener Leistungsniveaus kamen Nughes et al. (2020) zu vergleichbaren Ergebnissen, da sie statistisch relevante Unterschiede der Leistungsfähigkeit erst ab einem Alter von 17 Jahren feststellten. Auch bei anderen Testverfahren, wie dem linearen Sprint und der Repeated Sprint Ability (wiederholte Sprints) machten sie diese Feststellung. Die Autoren folgerten daraus, dass während die Spieler der unterschiedlichen Leistungsklassen in jüngeren Altersklassen noch recht nah beieinander liegen, in höheren Altersklassen die Unterschiede deutlicher werden. Kadlubowski (2020) führt in diesem Zusammenhang an, dass die Entwicklung bei Richtungswechselsprints in hohem Maße mit den Entwicklungen beim linearen Sprint und SJ korreliert (Kadlubowski et al., 2020). Allerdings widerlegen die Mehrzahl der Fachbeiträge solche direkten Zusammenhänge und bezeichnen die Agility- und Richtungswechselsprintleistungen als eine unabhängige Fähigkeit (Loturco et al., 2019; Loturco et al., 2018; Shalfawi, Haugen, Jakobsen, Enoksen & Tønnessen, 2013; Sheppard & Young, 2006). Die vorliegenden Ergebnisse zu den Unterschieden von NLZ-Spielern und Nicht-NLZ-Spieler beim Richtungswechselsprint können jedoch, aufgrund der geringen Stichprobengröße in beiden Leistungsklassen, nur als eine erste Tendenz bewertet werden. Da sich im Fußball die Fähigkeit schnelle Richtungswechsel durchzuführen, als eine der bedeutendsten Schlüsselaktionen darstellt (Michailidis et al., 2020),

erscheint ein weiterer Ausbau der Datenbank in diesem Bereich als besonders lohnenswert und aufschlussreich.

Beim Vergleich der Leistungen bei der Richtungswechselsprints zwischen den verschiedenen Spielpositionen konnten keine statistisch relevanten Unterschiede ermittelt werden. Aufgrund der, auf allen Spielpositionen, zu geringen Stichprobengröße musste auf eine umfangreiche statistische Analyse verzichtet werden. Anhand der deskriptiven Daten lässt sich eine Tendenz dahingehend feststellen, dass die TW langsamere Zeiten aufweisen, als Feldspieler. Allerdings ist der Stichprobenumfang insbesondere bei den TW so gering, dass keine inhaltvollen Annahmen formuliert werden können. Auch für den Positionsvergleich erscheint ein Ausbau der Datenbank erstrebenswert, da aufgrund der verschiedenen Beanspruchungsprofile im Spiel in Verbindung mit den unterschiedlichen anthropometrischen Voraussetzungen deutliche Abweichungen der Leistungen zu erwarten sind (Loturco et al., 2019).

#### **6.2.4 Einfluss von Haltungs- und anthropometrischen Parametern auf die Leistungsfähigkeit bei Sprung-, Sprint und Richtungswechselsprintdiagnostiken**

Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass Selektionsprozesse im Jugendfußball häufig auf Grundlage von anthropometrischen Faktoren erfolgen (Helsen et al., 2005; Skorski, Skorski, Faude, Hammes & Meyer, 2016). Aus diesem Grund wurde in verschiedenen Studien bereits der Frage nachgegangen, ob anthropometrische Parameter mit der physischen Leistungsfähigkeit von jungen Fußballern zusammenhängen (Mathisen & Pettersen, 2015; Swinton, Lloyd, Keogh, Agouris & Stewart, 2014; Wong, Chamari, Dellal & Wisløff, 2009). Im Rahmen dieser Untersuchung soll neben anthropometrischen Parametern auch der Einfluss von Haltungsparametern auf die Leistungsfähigkeit bei Sprungtests ermittelt werden. Aus diesem Grund wurde in einem ersten Schritt eine Korrelationsanalyse zwischen den anatomischen Parametern und den Schnellkraftwerten erstellt. Auf Grundlage

der Ergebnisse der Korrelationsberechnung wurde anschließend eine Regressionsanalyse durchgeführt. Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um eine explorative Studie, aus diesem Grund erfolgte im Vorfeld keine Fallzahlplanung bzw. Poweranalyse. Da der Stichprobenumfang die Effektgröße bei der Korrelationsanalyse jedoch beeinflussen kann, wurden unabhängige Variablen auch bei nicht signifikante Korrelationen modelliert, wenn sich ein schwacher, mittlerer oder starker Zusammenhang zeigte. Bei zu geringen Stichprobengrößen wurde auf die entsprechenden unabhängigen Variablen in den Regressionsmodellen verzichtet.

Bezüglich der anthropometrischen Parameter Größe, Gewicht und BMI zeigen sich bei der Korrelationsanalyse in allen Altersklassen signifikante Zusammenhänge zu den verschiedenen Schnellkraftdiagnostiken mit teilweise starken Korrelationskoeffizienten. In der Altersklasse 10-12 korrelieren Gewicht, Größe und BMI signifikant mit dem 30 m Sprint, während sich bei den anderen Parametern keine Signifikanzen zeigen. Aus der anschließenden Regressionsanalyse ergibt sich jedoch kein signifikanter Einfluss der unabhängigen Variablen auf die Sprintzeit und Sprungleistungen. In der Altersklasse 13-14 hingegen, bestätigt die Regressionsanalyse die signifikanten Zusammenhänge der Korrelationsberechnung und zeigt, dass eine höhere Körpergröße zu signifikant besseren Leistungen beim CMJ, SJ, DJ und 30 m Sprint führt. Des Weiteren zeigt sich auch, dass ein höheres Körpergewicht zu signifikant besseren Sprintleistungen führt. In der Altersklasse der 15-16 Jährigen bestätigen sich die Ergebnisse zum Sprint bei den 13-14 Jährigen und es wird deutlich, dass ein höheres Gewicht sowie ein höherer BMI zu signifikanten Verbesserungen der Sprintleistungen führen. In der Altersklasse der 17-19 Jährigen hingegen, zeigen die Ergebnisse, dass ein höheres Körpergewicht zu einer Verschlechterung der Leistungen beim DJ führt. Allerdings muss auf Grundlage der Bestimmtheitsmaße  $R^2$  der entsprechenden Modelle in allen Altersklassen darauf hingewiesen werden, dass die Aussagekraft der Regressionsmodelle nur äußerst gering ist. In einer vergleichbaren Untersuchung analysierten Mathisen et al. (2015) den Zusammenhang von anthropometrischen Parametern zur Sprintzeit

von 10-16 jährigen Fußballern und kamen zu ähnlichen Ergebnissen. In der Altersklasse der 10-12 Jährigen fanden die Autoren keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den anthropometrischen Faktoren und der Sprintzeit. In den Altersklassen 13-14 und 15-16 berichten die Autoren hingegen signifikante Korrelationseffekte zwischen Größe und Gewicht zur linearen Sprint- und Richtungswechselsprintleistung. Auch Nikolaidis et al. (2016) fanden signifikante Korrelationseffekte von Größe und Gewicht zur Sprintleistung von Fußballspielern. Wong et al. (2009) liefern ähnliche Befunde und berichten, dass größere Spieler Vorteile gegenüber kleineren Spielern bei Sprints und Sprüngen haben und dass schwerere Spieler beim 30 m Sprint besser abschneiden. Auch wenn die korrigierten  $R^2$ -Werte in allen Regressionsmodellen der vorliegenden Untersuchung nur sehr gering sind, lassen sich anhand der Ergebnisse in Verbindung mit den Angaben aus der Fachliteratur Tendenzen erkennen, dass anthropometrische Parameter, insbesondere die Größe und das Gewicht zu einer Verbesserung von Schnelligkeits- und Sprungkraftwerten führen. Die Ursache für diese Zusammenhänge ist dabei in erster Linie darauf zurückzuführen, dass größere und schwerere Spieler im Jugendfußball in der Regel in ihrer Reifeentwicklung schon weiter fortgeschritten sind (Skorski et al., 2016; Votteler & Höner, 2014). Das höhere Körpergewicht resultiert in diesem Zusammenhang weniger aus höheren Körperfettanteilen, als vielmehr aus einer höheren Skelettmuskelmasse, die begünstigend für die Kraft- und Leistungswerte der Spieler wirkt (Wong et al., 2009). Allerdings lassen die vorliegenden Ergebnisse auch darauf schließen, dass die Schnellkraftleistungen bei Sprint- und Sprungtests in erster Linie mit anderen Faktoren zusammenhängen. Auch Nikolaidis et al. (2016) stützen die Aussage, dass der Einfluss anthropometrischer Parameter auf die Schnellkraftleistungen eher zweitrangig ist. Die Autoren fanden deutlich höhere Korrelationseffekte zwischen der Schnelligkeit und den Kraftwerten der unteren Extremitäten, als der Ausprägung anthropometrischer Parameter. Daraus folgerten die Autoren, dass das Training von höherer Bedeutung für eine hohe Schnellkraftleistung ist, als die Anthropometrie.

Die Untersuchung des Einflusses von Haltungsparemtern auf die Leistungsfähigkeit bei Schnellkrafttests wurde im Rahmen dieser Arbeit als Pilotprojekt durchgeführt. Die Grundlage für den angenommenen Zusammenhang resultiert daraus, dass Haltungsdefizite häufig durch muskuläre Dysbalancen verursacht werden (Johnson, 2013; Ludwig et al., 2003). Als Beispiel für eine solche Haltungsschwäche kann die Hyperlordose der LWS genannt werden, die u.a. durch eine zu schwache Bauch- und Gesäßmuskulatur verursacht wird (Buchtelová et al., 2013). Diese haltungsgebenden Muskeln sind zusätzlich auch für die Extensionsbewegungen der Beine und Hüfte, wie etwa bei Sprüngen, von hoher Bedeutung und beeinflussen über die biomechanische Kopplung das Zusammenspiel zwischen Rumpf und Gliedmaßen. Da es bei der Datenaufnahme aus zeitlichen Gründen nicht möglich war die Haltungsanalyse und Sprintdiagnostiken (30 m Sprint und Richtungswechselsprint) innerhalb von einer diagnostischen Untersuchung durchzuführen, wurden die Haltungsparemter Flèche lombaire, Flèche cervicale und Körperachse nur mit den drei Sprungtests CMJ, SJ und DJ in Verbindung gesetzt. Anhand der Korrelationsanalyse wird deutlich, dass sich ausschließlich unbedeutende bis schwache Zusammenhänge zwischen den Haltungsparemtern und den Sprungwerten zeigen, allerdings werden die Korrelationseffekte dabei in hohem Maße von den teilweise sehr geringen Stichprobengrößen beeinflusst. Aus der Regressionsanalyse wird mittels der Regressionskoeffizienten in Verbindung mit den korrigierten R<sup>2</sup>-Werten in den entsprechenden Modellen deutlich, dass die Haltungsparemter keinen direkten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit bei den Sprungtests ausüben. Wie zuvor bereits beschrieben hängen Schnellkraftleistungen mit einer Vielzahl von Faktoren zusammen. Haltungsdifferenzen oder auch mögliche Haltungsdefizite der jungen Fußballer können dadurch scheinbar kompensiert werden. Für die Fußballpraxis bedeutet diese Erkenntnis auf der einen Seite, dass Spieler die Haltungsdefizite aufweisen, keinen direkten Nachteil für die körperliche Leistungsfähigkeit aufweisen. Andererseits können auf diese Weise auch bestehende Haltungsprobleme

vernachlässigt werden, was dazu führen kann, dass diese langfristig übersehen werden. Untersuchungen weisen jedoch darauf hin, dass auch wenn diese Haltungsdefizite für den Moment kompensiert werden können, bei ausbleibender Behandlung, langfristig erhebliche Beschwerden und lange Ausfallzeiten für die Spieler resultieren können (Ludwig et al., 2017). Zusätzlich wird anhand der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Haltungsdiagnostiken noch einmal verdeutlicht, dass Haltungsdefizite auch bei sportlich aktiven Jugendfußballern ein nicht zu vernachlässigendes Problem darstellen. Bei den Haltungsanalysen zeigten sich teilweise erhebliche Haltungsschwächen in LWS, BWS und auch HWS. Diese Auffälligkeiten traten unabhängig von der Leistungsklasse sowohl bei NLZ- als auch bei Nicht-NLZ-Spielern auf. Abbildung 33 zeigt drei Beispiele solcher Haltungsschwächen bei beschwerdefreien NLZ-Spielern (Links: Hohlkreuz, Schulter Hochstand links und Rundrücken; Mitte: Becken-Tiefstand rechts, Rumpf-Rotation rechts hinten und Flachrücken; Rechts: Schulter-Vorstand, Schulter-Hochstand links, Hypertonus Halsmuskulatur links).

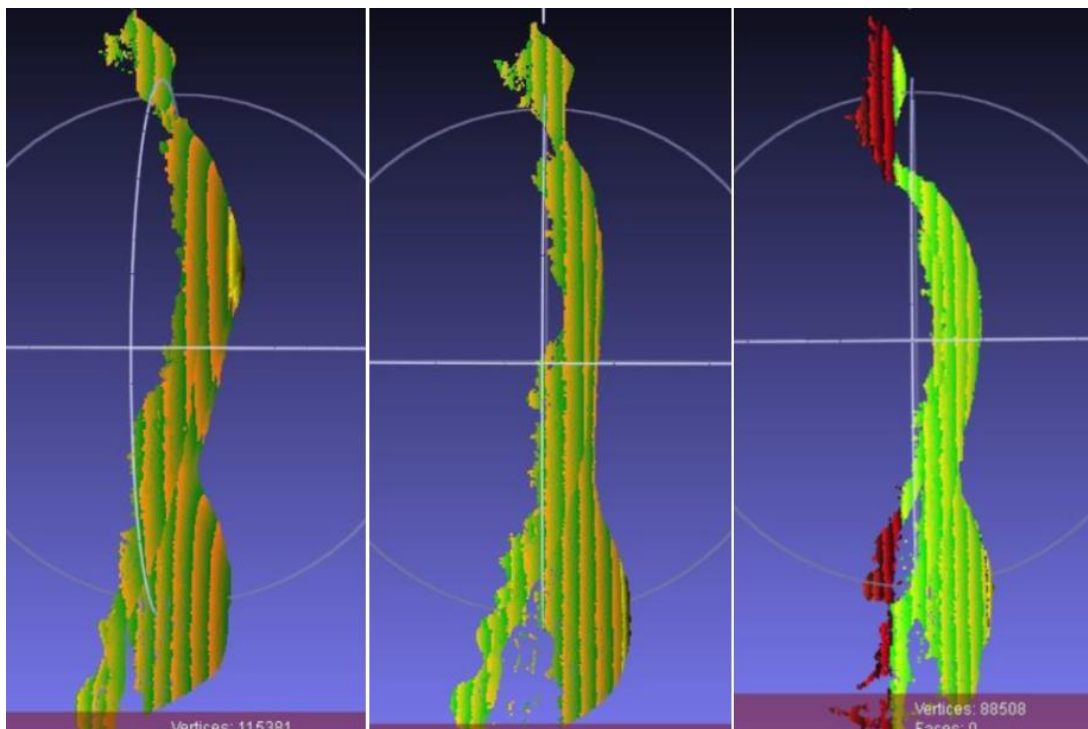


Abbildung 33: Haltungsschwächen bei Jugendfußballspielern: (siehe Fließtext links, mitte, rechts)



### 6.3 Limitationen der Untersuchung

Empirische Untersuchungen unterliegen immer verschiedenen Limitationen und Einschränkungen die von Bedeutung für die Einordnung der Forschungsergebnisse sind. Aus diesem Grund soll im Folgenden auf einige potenzielle Kritikpunkte und mögliche Fehlerquellen eingegangen werden.

Die Erstellung des Testdesign erfolgte mit dem Ziel, ein möglichst breites Bild über die Schnellkraftfähigkeiten von Jugendfußballern zu gewinnen. Allerdings mussten, aus Gründen der praktischen Durchführbarkeit der Testbatterie, einige Einflussfaktoren berücksichtigt werden. Die Datenaufnahme erfolgte nach persönlicher Absprache mit Trainern und Vereinen und fand in der Regel im Rahmen des regulären Mannschaftstrainings statt. Da im Jugendfußball, nur ein sehr begrenztes Zeitbudget zur Verfügung steht, waren die meisten Trainer nicht bereit mehr als eine Trainingseinheit zu Zwecken der Datenaufnahme abzugeben. Die Dauer einer Trainingseinheit im Fußball beträgt normalerweise 90 Minuten. Die Platzbelegung durch die einzelnen Mannschaften wird von den Vereinen auf Grundlage dieser Zeitfenster geplant und ist oft sehr eng getaktet. Überschreitungen des 90-minütigen Zeitbudgets sind häufig nicht möglich, da im Anschluss schon die nächste Mannschaft auf den Platz möchte. Aufgrund dieser zeitlichen Einschränkungen wurde auf eine, im Vorfeld angedachte, Erhebung von Körperfettwerten verzichtet. Im Gegensatz zum BMI liefert die Ermittlung der Körperfettwerte tiefergehende Einblicke in die Körperzusammensetzung und den Fitnesszustand von Spielern und Mannschaften (Esco et al., 2018). Des Weiteren sind auch, besonders bei jüngeren Jugendmannschaften, Doppelbelegungen der Fußballplätze keine Seltenheit. Das heißt teilweise steht Mannschaften lediglich eine Platzhälfte zur Verfügung. In Folge dessen war die Durchführung der Richtungswechsel- und/oder Linearsprintdiagnostik in einigen Fällen schlicht aus Platzgründen nicht möglich. Dies führt zu teilweise kleinen Stichprobenumfängen in einigen Testgruppen sowie zu inkonsistenten Daten bei den genannten Analyseverfahren.

ren. Neben den teilweise sehr geringen Stichprobengrößen in einigen Subgruppen der Querschnittsanalysen, kam es insbesondere auch bei der Längsschnittuntersuchung partiell zu kritikwürdigen Stichprobenumfängen. Die Ursache dafür ist im Wesentlichen in zwei Faktoren zu finden. Zum einen findet im Jugendfußball eine hohe Fluktuation an Spielern zwischen den jeweiligen Saisons statt. Sander (2015) weist in diesem Zusammenhang auf Wechselquoten von rund 30 % pro Saison hin. Zum zweiten kommt es im Fußball auch immer wieder zu verletzungsbedingten Ausfällen, die eine Mehrfachtestung einzelner Spieler verhindern.

Um dem Anspruch möglichst aussagekräftiger Daten für die Fußballpraxis gerecht zu werden, erfolgte die Datenerhebung der vorliegenden Untersuchung mittels etablierter leistungsdiagnostischer Feldtests. Allerdings können bei Feldtestungen Einflussfaktoren auftreten, die von den Standardisierungsansprüchen von Laborversuchen abweichen. In der Literatur wird aus diesem Grund darauf hingewiesen, dass die milieuspezifischen und materialspezifischen Bedingungen, die psychophysiologische Testvorbereitung und Versuchsleitereffekte so konstant wie möglich gehalten werden müssen (Meyer, 2007). Neben der Witterung kann insbesondere der Untergrund die Testergebnisse beeinflussen. Um die Einflüsse von Störfaktoren bestmöglich zu minimieren wurden die Testungen unter annähernd gleichen Wetterbedingungen durchgeführt. Linearsprint- und Richtungswechselsprint erfolgten auf einem Kunstrasenplatz und gelaufen wurde in Fußballschuhen (Nockenschuhe). Allerdings waren die Kunstrasenplätze der Vereine nicht immer von der gleichen Firma und/oder Qualität. Rehagel (2011) empfiehlt hierbei als optimalen Untergrund einen „Recommended 1-Star“ Kunstrasenplatz nach FIFA-Norm. Des Weiteren wurde darauf geachtet Einflussfaktoren wie Ermüdungszustand, Schlaf, Kleidung und Ernährungszustand im Rahmen der Möglichkeiten zu standardisieren. Aus diesem Grund wurden die Diagnostiken nicht in einem Zeitraum von weniger als 48 Stunden nach einem Spiel oder einer hochintensiven Trainingseinheit durchgeführt. Jedoch können Schlaf, Ermüdungszustand, Ernährungszustand und Vorbelastungen als potenzielle Störfaktoren nicht voll und ganz

ausgeschlossen werden. Die Einweisung in den Testablauf erfolgte bei allen Datenaufnahmen durch den gleichen Testleiter und wurde in Form des Testablaufs und der Instruktionen bestmöglich standardisiert. Zusätzlich stand der Testleiter auch immer für Rückfragen oder sonstige Hilfestellungen zur Verfügung. Insbesondere im Rahmen der Sprungdiagnostik kam es beim DJ immer wieder zu Korrekturen aufgrund zu langer Bodenkontaktzeiten oder zu Rückfragen aufgrund koordinativer Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Bewegungsaufgabe des DJ. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, dass in Folge der Hinweise einige Testpersonen den Fokus bei dieser Sprungart auf eine Minimierung der Bodenkontaktzeiten oder Maximierung der Sprunghöhe gelegt haben. Die Fokussierung auf einen der beiden Parameter Bodenkontaktzeit oder Flughöhe, kann jedoch zur erheblichen Beeinflussung des DJ-Index führen (Young, Pryor & Wilson, 1995). Neben den genannten Faktoren kann auch der Saisonzeitpunkt zu den Testungen durchgeführt werden Auswirkungen auf die Ergebnisse von leistungsdiagnostischen Untersuchungen nehmen (Faude et al., 2010). Einheitliche Testzeitpunkte konnten jedoch aufgrund der Vielzahl an Teilnehmergruppen nicht immer gewährleistet werden, sodass die Datenerhebungen verschiedener Mannschaften zu teilweise divergierenden Saisonzeitpunkten erfolgten.

Einige Forschungsfragen machten die Einteilung der Gesamtstichprobe in Subgruppen erforderlich. Diese Gruppenbildung führt zwangsläufig zu Störgrößen die zur Bearbeitung der einzelnen Fragestellungen in Kauf genommen werden müssen. In erster Linie ist in diesem Zusammenhang die Einteilung in Altersklassen zu nennen. Diese erfolgte in Anlehnung an die Jugendklasseneinteilung des DFB in D-, C-, B- und A-Jugend. Diese Einteilung impliziert, dass der chronologische Altersunterschied innerhalb einer Altersklasse bis zu fast zwei Jahren betragen kann. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes ist davon auszugehen, dass es auch bei Spielern innerhalb einer Altersgruppe zu erheblichen Entwicklungsunterschieden kommen konnte. Dieser sogenannte Relative Age Effect zeigt sich schon bei

Spielern innerhalb eines Jahrganges an der Überrepräsentation von im ersten Jahresquartal geborenen Spielern in verschiedenen Ebenen des Nachwuchsleistungsfußballs (Lovell et al., 2015; Votteler & Höner, 2014) und wird durch die Zweijahresabstufung der Altersklassen noch weiter verstärkt. Ein weiterer erwähnenswerter Einflussfaktor ist das individuelle biologische Alter, welches vom kalendarischen Alter erheblich abweichen kann und einen bedeutenden Einfluss auf die körperliche Leistungsfähigkeit hat (Johnson, Farooq & Whiteley, 2017; Lloyd, Oliver, Faigenbaum, Myer & De Ste Croix, 2014). Neben der Altersklasseneinteilung erfolgte auch die Gruppenzuweisung bezüglich des Spielniveaus unter Akzeptanz methodischer Einflussfaktoren. Dabei wurde zwischen NLZ-Mannschaften und Nicht-NLZ-Mannschaften unterschieden. Da in NLZ die Trainingsumfänge und -gestaltung durch den DFB vorgeschrieben werden, kann bezüglich der Trainingsinhalte von einer übereinstimmenden Strukturierung ausgegangen werden. Allerdings kommt es insbesondere im Rahmen des Athletiktrainings, mangels einer klaren Definition des Begriffs, zu erheblichen Unterschieden der Trainingsgestaltung und -inhalte. Überdies spielten auch einige Nicht-NLZ-Mannschaften in ähnlichen oder den gleichen Spielklassen, wie die NLZ-Mannschaften, sodass auch im Kontext der Nicht-NLZ-Mannschaften von teilweise sehr professionellen Strukturen und Trainingsbedingungen ausgegangen werden kann. Die Positionsgruppenzuweisung erfolgte auf Grundlage der Angaben der Spieler und Trainer nach TW, V, MF und ST. Jedoch kann insbesondere in jüngeren Altersklassen im Jugendfußball nicht davon ausgegangen werden, dass sich den Spielern bereits feste Spielpositionen zuweisen lassen. Zudem musste auf Grundlage der teilweise ungenauen Positionsangaben auf eine Unterteilung zwischen äußeren und zentralen Spielpositionen verzichtet werden. Auf Grundlage der Tatsache, dass sich das Anforderungsprofil für zentrale Spieler und Flügelspieler, insbesondere bei V und bei MF auch schon im Jugendfußball stark unterscheidet, wäre eine Differenzierung zwischen zentralen bzw. inneren V und äußeren V sowie zwischen zentralen MF und äußeren MF empfehlenswert gewesen.

## 6.4 Zusammenfassung des Erkenntnisgewinns

Zur besseren Übersicht der für Theorie und Praxis werden die relevantesten Erkenntnisse dieser Untersuchung in diesem Kapitel stichpunktartig zusammengefasst und dargestellt:

- Die Leistungen der Jugendfußballer bei Sprüngen, linearen Sprints und Richtungswechselsprints steigen über die komplette Altersspanne von 10-19 Jahren stetig an.
- Die Leistungsentwicklung der Spieler bei den verschiedenen Schnellkrafttestverfahren steht in engem Zusammenhang mit der Reifeentwicklung der Jugendlichen.
- Vor dem Eintritt in die Pubertät im Alter von 10-12 Jahren stellen sich nur geringe Verbesserungen der Testleistungen der Jugendfußballspieler ein.
- In der puberalen Phase im Alter von 13-16 Jahren zeigen sich die stärksten Leistungsfortschritte der Jugendlichen bei den Testverfahren.
- Nach der Pubertät im Alter von 17-19 treten weiterhin Verbesserungen der Schnellkraftleistungen auf, allerdings sind diese geringer, als während der Pubertät.
- In jüngeren Altersklassen erreichen größere und schwerere Jugendliche bessere Testwerte. Die Anthropometrie der Spieler steht dabei in engem Zusammenhang mit der Reifeentwicklung. Akzelerierte Jugendliche sind in der Regel größer und schwerer als retardierte Jugendliche (Skorski et al., 2016).
- NLZ-Spieler zeigen in den Altersklassen 10-12, 15-16 und 17-19 bessere Leistungen bei den Schnellkrafttestverfahren, als ihre Altersgenossen die nicht in einem NLZ Fußball spielen.
- In der Altersklasse 13-14 bestehen keine Unterschiede der Testwerte von NLZ-Spielern und Nicht-NLZ-Spielern. Der mit dem Einsetzen der Pubertät verbundene Leistungsschub, scheint zur

Folge zu haben, dass bis dato bestehende Unterschiede ausgeglichen werden können.

- In den Altersklassen 15-16 und 17-19 wachsen die Leistungsunterschiede der Spieler der beiden unterschiedlichen Leistungsniveaus NLZ und Nicht-NLZ an.
- Die Testleistungen von Spielern verschiedener Spielpositionen unterscheiden sich teilweise erheblich. Insbesondere in der Altersklasse 15-16 zeigen MF dabei weniger gute Schnellkraftleistungen als Spieler anderer Positionen. Bei Sprints sind ST signifikant schneller als MF und TW. Bei Sprüngen sind die Leistungen von TW und ST signifikant besser als die Leistungen von MF.
- Die erhobenen Haltungparameter zeigen keinen Einfluss auf die Testwerte. Allerdings zeigt sich in allen Altersbereichen eine hohe Prävalenz an Haltungsschwächen bei den Jugendfußballspielern.

## 7 Fazit und Ausblick

Schnelligkeit und Explosivität sind prägende Bestandteile des Fußballspiels und die Bedeutung dieser Fähigkeiten ist in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen (Oliva-Lozano, Gómez-Carmona, et al., 2020). Infolgedessen erscheint die Berücksichtigung der Schnellkraft von prognostischer Relevanz für das komplexe Feld der Talentidentifikation und die damit verbundenen Selektionsprozesse im leistungsorientierten Jugendfußball (Höner & Votteler, 2016; Meylan, Cronin, Oliver, Hughes, et al., 2014). Die Schnellkraft kann mittels leistungsdiagnostischer Feldtests erhoben werden, allerdings liefern diese Verfahren lediglich Informationen zu konditionellen Einzelaspekten der Fußballeistung (Ali, 2011). Aus diesem Grund darf die Bewertung der Gesamtleistung von Spielern durch Praxisexperten wie Trainer und Funktionäre im Rahmen der Talentidentifikation nicht ersetzt werden. Es sollen lediglich Zusatzinformationen gewonnen werden, mit denen die Talentselektion weiterführend unterstützt werden kann. Allerdings ist die Datenlage zur Bewertung und Einordnung der Schnellkraftleistungen von Jugendfußballern in verschiedenen Altersklassen bislang unzureichend erforscht und insbesondere veröffentlicht. Aus diesem Grund wurde die vorliegende Dissertation zur Analyse von vier übergeordneten Forschungsschwerpunkten angefertigt:

- Wie gestalten sich die Normbereiche der Schnellkraftleistungen in verschiedenen Altersklassen?
- Wie entwickeln sich die Schnellkraftleistungen in verschiedenen Altersklassen im Längsschnitt über ein Jahr?
- Unterscheiden sich die Schnellkraftleistungen von Spielern unterschiedlicher Spielniveaus und verschiedener Spielpositionen?
- Haben anthropometrische Parameter und Haltungparameter einen Einfluss auf die Schnellkraftleistungen?

Als wichtige Ergebnisse dieser Arbeit lässt sich festhalten, dass die Schnellkraftleistungen in der Altersspanne von 10-19 Jahren stetig ansteigen. Die Leistungsentwicklung hängt dabei stark mit der Reifeentwicklung

der Jugendlichen zusammen (Fröhlich & Kemmler, 2019). Die Längsschnittuntersuchung hat gezeigt, dass vor dem Eintritt in die Pubertät im Alter von 10-12 Jahren sich dabei nur geringfügige Verbesserungen im Bereich der Schnelligkeit und Explosivität ergeben. Das Erreichen der Pubertät führt im Anschluss zu einem deutlichen Leistungsschub, der auf die hormonellen Veränderungen (wie den Anstieg des Serumtestosterons) während der Pubertät zurückgeführt werden kann (Fröhlich & Kemmler, 2019). Somit sind die höchsten Leistungsfortschritte bei Heranwachsenden während der puberalen Phase im Alter von 13-16 Jahren festzustellen. Nach der Pubertät im Alter von 17-19 können weiterhin Verbesserungen der Schnelleistungsfähigkeiten beobachtet werden, allerdings sind diese nicht mehr so ausgeprägt wie zuvor. Beim Vergleich der Leistungen von Spielern verschiedener Spielniveaus hat sich gezeigt, dass NLZ-Spieler schneller und explosiver sind, als ihre Altersgenossen die nicht in einem NLZ Fußball spielen. Die vorliegenden Daten lassen dabei jedoch keine Beurteilung zu, ob die Leistungsvorteile der NLZ-Spieler auf Selektionsprozesse, das höhere Spiel- und Trainingstempo in höheren Spielklassen oder auf das zusätzliche Athletiktraining an NLZ zurückzuführen sind. Lediglich in der Altersklasse 13-14 bestehen keine Unterschiede der Testwerte von NLZ-Spielern und Nicht-NLZ-Spielern. Der durch den Eintritt in die Pubertät bewirkte Leistungsschub scheint dabei dazu zu führen, dass vorherige Leistungsunterschiede ausgeglichen und somit bestehende Defizite egalisiert werden können. Ob diese Neustrukturierung der physischen Leistungsfähigkeit in der Folge zu einer verstärkten Spielerselektion in den NLZ führt, sollte in Folgeuntersuchungen evaluiert werden. In den anschließenden Altersklassen 15-16 und 17-19 hat sich gezeigt, dass die Leistungsunterschiede von Spielern unterschiedlicher Leistungsniveaus mit steigendem Alter anwachsen. Bezüglich der potenziellen Einflussfaktoren Anthropometrie und Körperhaltung zeigen sich lediglich bei den anthropometrischen Parametern Effekte auf die Leistungen der Spieler. Besonders während der Pubertät weisen größere und schwerere Spieler bessere Leistungen bei den ein-



zelen Testverfahren auf. Diese Leistungsvorteile sind vorwiegend auf Reifeunterschiede der Jugendlichen zurückzuführen. Größere und schwerere Spieler sind dabei ihrem kalendarischen Alter voraus und weisen folglich akzelerierte anthropometrische Eigenschaften auf (Skorski et al., 2016; Votteler & Höner, 2014). Im Rahmen der Haltungsanalyse wurde eine hohe Prävalenz an Haltungsschwächen, wie einer erhöhten Anteversion des Beckens, protrahierten Schultern oder Wirbelsäulenverwringungen (Skoliose) bei den Jugendfußballern ermittelt. Allerdings zeigen die erhobenen Haltungssparameter keinen Einfluss auf die Testwerte der Spieler. Genau dieser fehlende Einfluss kann jedoch dazu führen, dass bestehende Haltungsschwächen ignoriert werden, anstatt mittels spezieller Trainingsinterventionen die entsprechenden Defizite zu behandeln. Auch wenn die Haltungssparameter nach diesen Untersuchungen keinen direkten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit erkennen lassen, kann dies langfristig zu erheblichen Beschwerdebildern und langen Ausfallzeiten führen (Ludwig et al., 2017). In der Praxis zeigt sich, dass der Haltungsanalyse oder gar haltungskorrigierenden Maßnahmen im Rahmen präventiver oder athletischer Trainingsprozesse im Fußball nahezu keine Beachtung geschenkt wird. Weiterführend bleibt zu klären, ob Haltungsauffälligkeiten durch individuelle Kompensationsmechanismen grundsätzlich keinen oder nur einen geringfügigen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit haben oder, ob unter dem Einsatz anderer Testverfahren doch ein systematischer Einfluss erkennbar werden würde.

Athletiktraining ist für jedes NLZ verpflichtend durchzuführen, allerdings besteht seitens des DFB bislang keine klare Definition des Begriffes. In der Folge wird der Begriff häufig sehr unterschiedlich definiert was dazu führt, dass Inhalte und Umsetzung teilweise stark differieren. Aus diesem Grund wurde auf Basis des Erkenntnisgewinns der vorliegenden Untersuchung in Verbindung mit den Forschungsergebnissen der trainingswissenschaftlichen Fachliteratur ein Konzept für die athletische Ausbildung im Nachwuchsleistungsfußball erstellt (Abbildung 34). Als wesentlichstes Ziel

des Athletiktrainings, kann im Rahmen dieses Konzepts festgehalten werden, dass die Trainingsmaßnahmen auf die Förderung und maximale Entwicklung der physischen, sportartspezifischen Leistungsfaktoren ausgerichtet sein sollten (McKeon, McKeon & Geisler, 2017). Die maximale Ausschöpfung des sportlichen Potenzials, ist dabei als eines der wichtigsten Ziele langfristiger Athletiktrainingsprogramme im Jugendfußball zu sehen (Lloyd et al., 2015). Folglich sollen im Rahmen des Athletiktrainings die Trainingsinhalte gezielt auf die Ausschöpfung des physischen Schnellkraftpotenzials fokussiert werden (Deprez, 2015; Lloyd et al., 2015). Ein langfristig angelegtes und strukturiertes Konzept sollte dabei eine altersspezifische Förderung vorsehen, die sich an den entwicklungsbedingten Reifeprozessen der Jugendlichen orientiert. Auch wenn die Entwicklung der Schnelligkeit und Explosivkraft neben der reifebedingten Entwicklung in hohem Maße mit der genetischen Prädisposition der einzelnen Spieler zusammenhängt (Pickering et al., 2019), zeigen Untersuchungen, dass durch den additiven Einsatz schnellkraftspezifischer Trainingsprogramme erhebliche Leistungssteigerungen generiert werden können (Meylan, Cronin, Oliver, Hopkins, et al., 2014; Sander, 2015). Eine frühzeitige und strukturierte Ausbildung der Explosivität und Schnelligkeit erscheint in diesem Zusammenhang als sinnvoll, denn die Trainingsinhalte sind von hoher Bedeutung für die bestmögliche Ausschöpfung und den Erhalt der Schnellkraft. Untersuchungen zeigen, dass die Spitzenleistungen für die Sprintschnelligkeit bei Fußballern in der Regel im Alter von 19-22 Jahren erreicht werden und innerhalb der Altersspanne von 20-27 zu fallen beginnen (Allen & Hopkins, 2015). Durch spezifisches Training können die Leistungen der Athleten allerdings bis zu einem Alter von 26 Jahren ansteigen, vergleichbar mit Beobachtungen aus anderen Sportarten wie dem Sprint in der Leichtathletik (Haugen, 2017). Zusätzlich zu der reinen athletischen Förderung sind auch präventive Inhalte zur Vorbeugung von Non-Kontakt-Verletzungen wie Muskel- oder Bandverletzungen, wie auch Maßnahmen zur Vorbeugung chronischer Verletzungsursachen bzw. Beschwerdebilder, verursacht durch Haltungsdefizite, berücksichtigt.

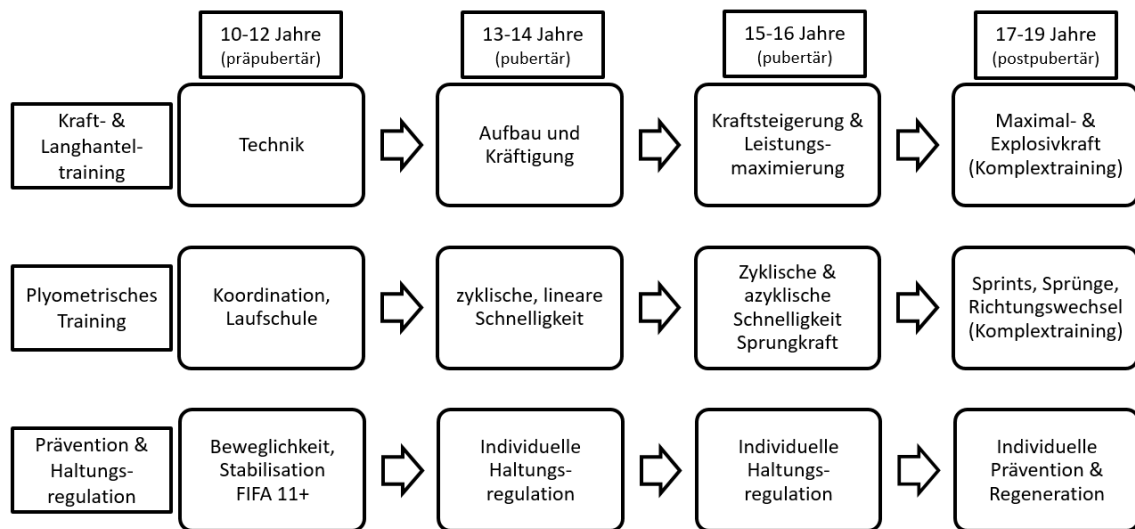


Abbildung 34: Athletische Ausbildung für den Nachwuchsleistungssport

Abbildung 34 zeigt eine schematische Darstellung der konzeptionellen Überlegungen für die athletische Ausbildung im Jugendfußball. Wie dargestellt sieht das Konzept drei Trainingsschwerpunkte vor, deren Inhalte an den Reifeprozessen in den entsprechenden Altersklassen orientiert sind. Der erste inhaltliche Schwerpunkt der athletischen Förderung liegt in einem Krafttraining. Ein strukturiertes und langfristiges Krafttraining sollte immer fester Bestandteil der Ausbildung im Nachwuchsleistungssport sein und ist von elementarer Bedeutung für die Maximierung der sportartspezifischen Kraftfähigkeiten (Wirth et al., 2012). Langhanteltraining und Übungen des olympischen Gewichthebens stellen dabei effektive Methoden zur Leistungssteigerung der Explosivität, Beschleunigungsfähigkeit und Maximalgeschwindigkeit dar (Tønnessen, Svendsen, Olsen, Guttormsen & Haugen, 2015; Yildiz et al., 2018). Allerdings ist die korrekte Durchführung dieser Übungen außerordentlich anspruchsvoll (Huebner & Perperoglou, 2019; Storey & Smith, 2012). Die Techniken sollten deshalb systematisch erlernt und geübt werden. Aus diesem Grund wird ein Einstieg ins Krafttraining bereits für die Altersklasse der 10-12 Jährigen empfohlen. Hier sollen die grundlegenden Techniken des Langhanteltrainings (wie Reißen, Umsetzen und Stoßen) unter Anleitung vermittelt werden. Der Fokus liegt dabei klar auf der Aneignung der Technik im Sinne der Bewegungskoordination;

von dem Einsatz hoher Zusatzlasten ist dabei abzusehen. Das Erlernen dieser Grundtechniken bildet die Basis für alle weiteren Krafttrainingsprozesse im späteren Karriereverlauf der Spieler, da in höheren Altersklassen und insbesondere im Erwachsenenfußball, aufgrund der hohen Wettkampfdichte, in der Regel wenig Zeit für das Neulernen dieser komplexen Übungen bleibt. Im Alter von 13-14 sollen bereits moderate Lasten eingesetzt werden. Auf diese Weise können, neben dem Leistungsschub durch den Beginn der Pubertät, weitere trainingsbedingte Kraftsteigerungen generiert werden, welche vorrangig auf koordinative Anpassungsprozesse zurückzuführen sind. Im Alter von 15-16 sollte das Training bereits stark leistungsorientiert ausgerichtet sein. Die Spieler sind im Rahmen des Krafttrainings dazu in der Lage submaximale bis maximale Lasten zu bewältigen. Auf diese Weise können die jungen Fußballer auf die entscheidende Übergangsphase zum Erwachsenenfußball vorbereitet werden. In der Altersklasse 17-19 muss das Training auf die Maximierung der physischen Leistungsfähigkeit ausgerichtet sein, denn immer häufiger zeigt sich, dass bereits 17 oder 18 jährige Jugendspieler in den Erwachsenenbereich, teilweise auch in die Profimannschaften, hochgezogen werden. Durch eine bereits langjährige Krafttrainingserfahrung sind die Spieler dazu in der Lage, mit maximalen Lasten zu arbeiten. Zur Maximierung der Schnellkraftleistungen hat sich in den vergangenen Jahren die Kombination aus Freihantelübungen (z.B. Kniebeugen oder Kreuzheben) mit maximalen Intensitäten und plyometrischen Übungen etabliert. Die Maximalkraftübungen führen dazu, dass die beanspruchten Muskelgruppen mit maximaler Geschwindigkeit kontrahieren können, eine zu erlernende Eigenschaft der Muskulatur, während die eigentliche Bewegungsgeschwindigkeit jedoch sehr gering ist. Durch eine anschließende plyometrische Übung für die gleichen Muskelgruppen wird diese maximale Kontraktionsgeschwindigkeit in eine maximale Bewegungsgeschwindigkeit umgesetzt (Lesinski, Muehlbauer, Büsch & Granacher, 2014). Der zweite Schwerpunkt für die athletische Förderung im Jugendfußball richtet sich auf die feste und systematische Implementierung plyometrischer Trainingsinhalte. Obwohl Fußballspiele und

-training ohnehin eine hohe Anzahl an Antritten, Sprints, Sprüngen usw. beinhalten, werden diese dabei stets durch verschiedene Faktoren wie Ball, Gegner uvm. beeinflusst. Isolierte Sprints, maximale Sprünge sowie weitere funktionelle Trainingselemente sind grundlegend sportartspezifisch. Sie dienen der Maximierung der Relativkraftfähigkeiten und führen zu Verbesserungen der Schnellkraft (Beato, Bianchi, Coratella, Merlini & Drust, 2018; Saran, Vaithianathan, Anand & Prasanna, 2019; Wang & Zhang, 2016). Für die Altersklasse 10-12 liegt der Fokus des Förderkonzepts auf koordinativen Aufgaben (wie Übungen mit der Koordinationsleiter) und Elementen der (leichtathletischen) Laufschiule. Auf Basis der lauftechnischen Grundlagen wird im Altersbereich von 13-14 schwerpunktmäßig die zyklische und lineare Schnelligkeit gefördert. Verbesserungen der linearen Schnelligkeit führen nicht zwangsläufig zu Leistungssteigerungen beim Richtungswechselsprint. Daher empfiehlt es sich spezifische nicht-lineare Übungen miteinzubeziehen, um die Übertragung von Geschwindigkeits- und Leistungskapazitäten auf bestimmte Richtungswechselbewegungen zu optimieren (Loturco et al., 2018). Allerdings sollten diese harten Abstoppbewegungen oder Richtungswechsel im Alter von 13-14 noch nicht fokussiert werden. Diese Elemente sind zwar grundlegender Teil des Sportspiels und werden oft schon in frühester Kindheit, wie etwa beim Spielen im Freien, durchgeführt, allerdings besteht im Alter von 13-14 aufgrund des Eintritts in die Pubertät und der damit verbundenen intensiven Wachstumsphase eine erhöhte Sensibilität für das Auftreten von Beschwerden des Muskel-, Gelenk- und Bandapparates, weshalb die Strukturen der Jugendlichen zunächst auf solche intensiven Belastungen vorbereitet werden sollten. Aus diesem Grund werden Sprünge, nicht lineare Sprints und schnelle Richtungswechsel erst im Alter von 15-16 in das Plyometrietraing intensiv und in hohem Umfang implementiert. Im Alter von 17-19 werden dann alle Elemente und Ebenen funktioneller Übungen miteinbezogen sowie die plyometrischen Übungen mit dem Krafttraining kombiniert. Diese Trainingsprozesse sollten durch die regelmäßige Durchführung einer standardisierten Testbatte-

rie begleitet werden, um die Wirksamkeit der Trainingsprogramme kontrollieren und die Leistungsfähigkeit wie auch die Entwicklung der Spieler in verschiedenen Reifephasen kontrollieren zu können, hierbei können die Daten der vorliegenden Untersuchung als Referenzen herangezogen werden. Die Leistungsdiagnostiken sollten systematisch zu verschiedenen Zeitpunkten des Trainingsprozesses wiederholt werden. Um den Einfluss des Relative Age Effects zu minimieren empfiehlt es sich, die Diagnostiken in einem Drei-Monatsrhythmus durchzuführen. Auf diese Weise können die Leistungen der Spieler quartalsweise verglichen werden. Krafttraining und hochintensive funktionelle Belastungsprogramme haben bereits eine präventive Wirkung gegen Verletzungen im Fußball (Fanchini et al., 2020; McCall et al., 2020). Dennoch richtet sich der dritte Trainingsschwerpunkt des vorliegenden Konzeptes auf gesonderte Präventionsprogramme. Das FIFA 11+ Programm hat sich in Theorie und Praxis als wirkungsvolle Methode zur Vorbeugung von Non-Kontakt Verletzungen bewährt und kann bei Kindern und Jugendlichen auch Verbesserungen der körperlichen Leistungsfähigkeit bewirken (Pomares-Noguera et al., 2018; Sadigursky et al., 2017). Neben diesem universellen Programm sollten die präventiven Verfahren jedoch hochgradig individualisiert auf die speziellen Problemfelder der einzelnen Spieler ausgerichtet werden. Regelmäßige Haltungsanalysen können dabei spezifische Schwächen und Dysbalancen aufdecken, auf Grundlage derer die individuellen Programme erstellt werden sollten. In der Altersklasse 10-12 können diese präventiven Verfahren noch verhältnismäßig unspezifisch ausgerichtet werden. Der Fokus liegt auf allgemeinen Beweglichkeits- und Stabilisationsübungen sowie der Kombination dieser Bereiche durch sogenannte Movement-Preparation Übungen. Im Alter von 13-14 führt das Einsetzen der Pubertät zu einer intensiven Wachstumsphase die zu erheblichen körperlichen Veränderungen (z.B. Längenwachstum) bei den Heranwachsenden führen und Auswirkungen auf die Körperhaltung und koordinativen Bewegungsabläufe haben können. Aus diesem Grund sollten bereits im Alter von 13-14 individuelle Trainingsprogramme auf Grundlage von Haltungsanalysen verfasst werden. Auch im

Alter von 15-16 treten erhebliche Wachstumsphasen auf, die sich auf den Bewegungsapparat der Jugendlichen auswirken können. In der Altersklasse 17-19 steigen die Belastungen und die Wettkampfdichte häufig an. Zu den individuellen Präventionsprogrammen sollten auch geeignete Regenerationsverfahren (wie die manuelle Therapie oder Kaltwasserbäder) verstärkt eingesetzt werden (Vieira et al., 2019). Maßnahmen zur Förderung der Ausdauer sind in dem vorliegenden Modell nicht mit aufgeführt. Die hohe Bedeutung der aeroben und anaeroben Ausdauer soll dabei nicht geschmälert werden, allerdings erweist sich die Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit als weniger robust gegenüber Trainingsmaßnahmen (Moran et al., 2019). Kleine Spielformen und HIIT Training weisen übereinstimmend eine hohe Effektivität für die Förderung der Ausdauerleistungsfähigkeit auf (Selmi et al., 2020).

Das vorliegende athletische Ausbildungskonzept für den Nachwuchsleistungsfußball wurde aufbauend auf den Ergebnissen dieser Dissertationsschrift und deren Einordnung in die Fachliteratur verfasst und dient als Ausblick für weitere Forschungsprojekte. Die hier formulierten Überlegungen sowie die Eignung und Effektivität des Konzepts für die Fußballpraxis müssen zunächst in Folgeprojekten untersucht werden, bevor präzise Handlungsempfehlungen für Vereine und Verbände formuliert werden können.

## Literaturverzeichnis

- Aandstad, A., Holtberget, K., Hageberg, R., Holme, I. & Anderssen, S.A. (2014). Validity and reliability of bioelectrical impedance analysis and skinfold thickness in predicting body fat in military personnel. *Military Medicine*, *179*(2), 208-217.
- Abdullah, M.R., Musa, R.M., Maliki, A.B., Kosni, N.A. & Suppiah, P.K. (2016). Role of psychological factors on the performance of elite soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*, *16*(1), 170-176.
- Abele, A.E. & Yzerbyt, V. (2020). Body posture and interpersonal perception in a dyadic interaction: a big two analysis. *European Journal of Social Psychology*, *10*, 1-17.
- Al Haddad, H., Simpson, B.M., Buchheit, M., Di Salvo, V. & Mendez-Villanueva, A. (2015). Peak match speed and maximal sprinting speed in young soccer players: effect of age and playing position. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *10*(7), 888-896.
- Albrecht, U. (2007). KiLo-Kinder im Lot: Physiotherapeutische Diagnostik auch in der Prävention wichtig. *Zeitschrift für Physiotherapeuten*, *59*(9), 852-858.
- Ali, A. (2011). Measuring soccer skill performance: a review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *21*(2), 170-183.
- Allen, S.V. & Hopkins, W.G. (2015). Age of peak competitive performance of elite athletes: a systematic review. *Sports Medicine*, *45*(10), 1431-1441.
- Altavilla, G., Mazzeo, F., D'Elia, F. & Raiola, G. (2018). Physical commitment and specific work for each role in an elite soccer team. *Journal of Physical Education and Sport*, *18*(2), 570-574.
- Altmann, S., Kuberczyk, M., Ringhof, S., Neumann, R. & Woll, A. (2018). Relationships between performance test and match-related physical performance parameters: a study in professional soccer players across three seasons *German Journal of Exercise and Sport Research*, *48*(2), 218-227.
- Altmann, S., Ringhof, S., Neumann, R., Woll, A. & Rumpf, M.C. (2019). Validity and reliability of speed tests used in soccer: A systematic review. *PloS one*, *14*(8), e0220982.
- Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B. & Konarski, J.M. (2015). Sprinting activities and distance covered by top level Europa league soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *10*(1), 39-50.
- Andrzejewski, M., Konefał, M., Chmura, P., Kowalczyk, E. & Chmura, J. (2016). Match outcome and distances covered at various speeds in match play by elite German soccer players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *16*(3), 817-828.
- Aquino, R., Puggina, E.F., Alves, I.S. & Garganta, J. (2017). Skill-related performance in soccer: a systematic review. *Human Movement*, *18*(5), 3-24.



- Arnason, A., Sigurdsson, S.B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L. & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Journal of Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), 278-285.
- Backhaus, K., Erichson, B. & Weiber, R. (2003). *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung* (10. Aufl.). München: Springer.
- Baker, J. & Wattie, N. (2018). Innate talent in sport: Separating myth from reality. *Current Issues in Sport Science*, 6, 1-9.
- Bangsbo, J., Iaia, F.M. & Krstrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 111-127.
- Bangsbo, J., Mohr, M. & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Science*, 24(7), 665-674.
- Baptista, I., Johansen, D., Seabra, A. & Pettersen, S.A. (2018). Position specific player load during match-play in a professional football club. *PloS one*, 13(5), e0198115.
- Barnes, C., Archer, D.T., Hogg, R., Bush, M. & Bradley, P.S. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095-1100.
- Barros, R.M.L., Misuta, M.S., Menezes, R.P., Figueroa, P.J., Moura, F.A., Cunha, S.A., et al. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(2), 233-242.
- Beato, M., Bianchi, M., Coratella, G., Merlini, M. & Drust, B. (2018). Effects of plyometric and directional training on speed and jump performance in elite youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(2), 289-296.
- Becker, R. (2019). Fußball(szenen), Sozialisation und politische Kultur. In W. Thole, N. Pfaff & H.-G. Flickinger (Hrsg.), *Fußball als Soziales Feld. Studien zu Sozialen Bewegungen, Jugend- und Fankulturen* (S. 31-38). Wiesbaden: Springer.
- Bergkamp, T.L.G., Niessen, S.M., Den Hartigh, R.J.R., Frencken, W.G.P. & Meijer, R.R. (2019). Methodological issues in soccer talent identification research. *Sports Medicine*, 49(9), 1317-1335.
- Bisanz, G. & Gerisch, G. (2010). *Fußball: Kondition, Technik, Taktik und Coaching*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Bloomfield, J., Polman, R. & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(1), 63-70.
- Bloomfield, J., Polman, R. & O'Donoghue, P. (2008). Deceleration and turning movements performed during FA Premier League soccer matches. . In T. Reilly & F. Korkusuz (Hrsg.), *Science and football VI: the proceedings of*

- the sixth world congress on science and football* (S. 174-181). London: Taylor & Francis.
- Bobbert, M.F., Gerritsen, K.G.M., Litjens, M.C.A. & Van Soest, A.J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 1402-1412.
- Bode, G. & Hain, U. (2009). Den Schwierigkeitsgrad am Können orientieren! Teil 1: Dribbling. *Fussballtraining*, 27(4), 14–23.
- Borghuis, J., Hof, A.L. & Lemmink, K.A. (2008). The importance of sensory-motor control in providing core stability. *Sports medicine*, 38(11), 893-916.
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7. Aufl.). Heidelberg, Berlin: Springer.
- Borysiuk, Z., Waśkiewicz, Z., Piechota, K., Pakosz, P., Konieczny, M., Błaszczyszyn, M., et al. (2018). Coordination aspects of an effective sprint start. *Frontiers in Physiology*, 9, 1-7.
- Brümmer, K. (2019). Spielsysteme, Matchpläne, Spielanalysen: Über Praktiken und Medien des Kontingenzmanagements im gegenwärtigen Fußball. *Sport und Gesellschaft*, 16(3), 266-300.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B.M. & Bourdon, P.C. (2010). Match running performance and fitness in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31(11), 818-825.
- Buchtelová, E., Tichy, M. & Vaníková, K. (2013). Influence of muscular imbalances on pelvic position and lumbar lordosis: a theoretical basis. *Journal of Nursing, Social Studies, Public Health and Rehabilitation*, 1(2), 25-36.
- Burgess, D.J. & Naughton, G.A. (2010). Talent development in adolescent team sports: A review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 103-116.
- Byrne, P.J., Moody, J.A., Cooper, S.-M. & Kinsella, S. (2017). The reliability of countermovement jump performance and the reactive strength index in identifying drop-jump drop height in hurling players. *Open Access Journal of Exercise and Sports Medicine*, 1(1), 1-10.
- Carling, C. (2010). Analysis of physical activity profiles when running with the ball in a professional soccer team. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 319-326.
- Carling, C., Le Gall, F., McCall, A., Nédélec, M. & Dupont, G. (2015). Squad management, injury and match performance in a professional soccer team over a championship-winning season. *European Journal of Sport Science*, 15(7), 573-582.
- Castagna, C. & Castellini, E. (2013). Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 1156-1161.
- Castagna, C., Lorenzo, F., Krstrup, P., Fernandes-da-Silva, J., Póvoas, S.C.A., Bernardini, A., et al. (2018). Reliability characteristics and applicability of

- a repeated sprint ability test in young male soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6), 1538-1544.
- Christensen, M.K. (2009). "An eye for talent": Talent identification and the "practical sense" of top-level soccer coaches. *Sociology of Sport Journal*, 26(3), 365-382.
- Cobley, S., Schorer, J. & Baker, J. (2013). Identification and development of sport talent: A brief introduction to a growing field of research and practice. In J. Baker, S. Cobley & J. Schorer (Hrsg.), *Talent Identification and Development in Sport: International Perspectives* (S. 21-30). Abingdon: Routledge.
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L. & Clarkson, B. (2014). Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 173-177.
- Conzelmann, A., Zibung, M. & Zuber, C. (2018). Talente finden und fördern im Sport. In A. Ritz & N. Thom (Hrsg.), *Talent Management: Talente identifizieren, Kompetenzen entwickeln, Leistungsträger erhalten* (Band 3, S. 87-104). Bern: Springer.
- Cronin, J.B. & Hansen, K.T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 349-357.
- Cuevas, C., Quilon, D. & Garcia, N. (2020). Techniques and applications for soccer video analysis: A survey. *Multimedia Tools and Applications*, 79(39), 29685-29721.
- Dargatz, T. (2008). *Fußball Konditionstraining: Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer und Beweglichkeit*. München: Stiebner.
- Dellal, A., Chamari, K., Wong, d.P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., et al. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 51-59.
- Deprez, D. (2015). *Anthropometrical, physical fitness and maturational characteristics in youth soccer: methodological issues and a longitudinal approach to talent identification and development*. Universität Genf, Genf.
- Deprez, D., Valente-Dos-Santos, J., Coelho, E., Lenoir, M., Philippaerts, R. & Vaeyens, R. (2015). Multilevel development models of explosive leg power in high-level soccer players. *Medicine & Science Sports & Exercise*, 47, 1408-1415.
- DFB. (2013). *Testmanual für die technomotorische Leistungsdiagnostik*. Frankfurt/Main: DFB Talentförderung.
- DFB. (2016). *Herzlich Willkommen beim DFB Stützpunkt in Garmisch-Partenkirchen*. Zugriff am 05.10.2020 unter <http://dfb.tzsports.de/>
- DFB. (2018). *DFB-Finanzbericht 2017*. Zugriff am 21.11.2020 unter [https://www.dfb.de/fileadmin/\\_dfbdam/183093-original\\_dfb\\_finanzbericht2017.pdf](https://www.dfb.de/fileadmin/_dfbdam/183093-original_dfb_finanzbericht2017.pdf)

- DFB. (2019). *Talentförderprogramm*. Zugriff am 01.12.2020 unter <https://www.dfb.de/sportl-strukturen/talentfoerderung/talentfoerderprogramm/>
- DFB. (2020a). *Fussball-Regeln 2020/2021*. Zugriff am 24.11.2020 unter [https://www.dfb.de/fileadmin/\\_dfbdam/225053-Fussball-Regeln\\_2020\\_21\\_RZ.indd.pdf](https://www.dfb.de/fileadmin/_dfbdam/225053-Fussball-Regeln_2020_21_RZ.indd.pdf)
- DFB. (2020b). *Leistungszentren*. Zugriff am 11.01.2021 unter <https://www.dfb.de/sportl-strukturen/talentfoerderung/leistungszentren/>
- DFL. (2013). *Definitionskatalog offizielle Spieldaten. Version 2.1*. Zugriff am 01.11.20 unter [https://s.bundesliga.com/assets/doc/10000/2189\\_original.pdf](https://s.bundesliga.com/assets/doc/10000/2189_original.pdf)
- DFL. (2019). *DFL Wirtschaftsreport 2019*. Zugriff am 05.09.2020 unter [https://media.dfl.de/sites/2/2019/02/DFL\\_Wirtschaftsreport\\_2019\\_DE\\_M-1.pdf](https://media.dfl.de/sites/2/2019/02/DFL_Wirtschaftsreport_2019_DE_M-1.pdf)
- DFL. (2020a). *Die Entwicklung der Leistungszentren*. Zugriff am 11.10.2020 unter <https://www.dfl.de/de/hintergrund/nachwuchsleistungszentren/wende-am-tiefpunkt-die-nachwuchsleistungszentren/>
- DFL. (2020b). *Taktik, Tore und mehr: Die Trends der Saison 2019/20*. Zugriff am 10.11.2020 unter <https://www.bundesliga.com/de/bundesliga/news/trends-der-saison-2019-20-torflut-konter-spieler-11919>
- DFL. (2021). *Bundesliga Statistiken 2020-2021*. Zugriff am 02.02.2021 unter <https://www.bundesliga.com/de/bundesliga/statistiken/clubs/intensive-laufe>
- Di Mascio, M. & Bradley, P.S. (2013). Evaluation of the most intense high-intensity running period in English FA premier league soccer matches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 909-915.
- Dodd, K.D. & Newans, T.J. (2018). Talent identification for soccer: physiological aspects. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(10), 1073-1078.
- Dolci, F., Hart, N.H., Kilding, A.E., Chivers, P., Piggott, B. & Spiteri, T. (2020). Physical and energetic demand of soccer: a brief review. *Strength & Conditioning Journal*, 42(3), 70-77.
- Dransmann, M. (2020). *Hochintensives Intervalltraining vs. extensive Dauerethode*. Wiesbaden: Springer.
- Dreinhöfer, K., Koppe, P., Schäfer, M. & Decking, R. (2018). Prävention muskuloskeletaler Erkrankungen. In K. Hurrelmann, M. Richter, T. Klotz & S. Stock (Hrsg.), *Referenzwerk Prävention und Gesundheitsförderung. Grundlagen, Konzepte und Umsetzungsstrategien* (5. Aufl., S. 173-184). Bern: Hogrefe.
- Drust, B., Atkinson, G. & Reilly, T. (2007). Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports Medicine*, 37(9), 783-805.
- Duden. (2019). *Begabung*. Zugriff am 01.12.2020 unter <https://www.duden.de/rechtschreibung/Begabung>

- Dugdale, J.H., Arthur, C.A., Sanders, D. & Hunter, A.M. (2019). Reliability and validity of field-based fitness tests in youth soccer players. *European Journal of Sport Science*, 19(6), 745-756.
- Dunning, E. (1979). Volksfußball und Fußballsport. In W. Hopf (Hrsg.), *Fußball: Soziologie und Sozialgeschichte einer populären Sportart* (Band 3, S. 12-18). Bensheim: Literatur Verlag.
- Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S. & Wisløff, U. (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(9), 1752-1758.
- Düring, M. (2011). *Profifußball: Wettkampfleistungsstruktur und konditionelle Leistungsvoraussetzungen: Studien zum Wettkampfprofil und der motorischen Beanspruchung von Profifußballern*. München: Akademische Verlagsgemeinschaft München.
- Eberhardt, H. (2012). *Krieg der Sterne*. Spiegel Sport. Zugriff am 01.12.2020 unter <http://www.spiegel.de/sport/fussball/nachwuchsfoerderung-in-der-bundesliga-krieg-der-sterne-a-813795.html>
- Ekstrand, J., Hägglund, M. & Waldén, M. (2011a). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *The American Journal of Sports Medicine*, 39(6), 1226-1232.
- Ekstrand, J., Hägglund, M. & Waldén, M. (2011b). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 553-558.
- Emmonds, S., Till, K., Jones, B., Mellis, M. & Pears, M. (2016). Anthropometric, speed and endurance characteristics of English academy soccer players: Do they influence obtaining a professional contract at 18 years of age? *International Journal of Sports Science and Coaching*, 11(2), 212-218.
- Emrich, E. (1992). Fußball und Gesellschaft: Sozialgeschichtliche und soziologische Aspekte eines Wechselwirkungsverhältnisses. *Sozial- und Zeitgeschichte des Sports*, 6, 53-66.
- Ericson, T. (2000). The Bosman case: effects of the abolition of the transfer fee. *Journal of Sports Economics*, 1(3), 203-218.
- Escher, T. (2016). *Vom Libero zur Doppelsechs: Eine Taktikgeschichte des deutschen Fußballs*. Hamburg: Rowohlt.
- Escher, T. (2018). *Die Zeit der Strategen: Wie Guardiola, Löw, Mourinho und Co. den Fußball neu denken*. Hamburg: Rowohlt.
- Esco, M.R., Fedewa, M.V., Cicone, Z.S., Sinelnikov, O.A., Sekulic, D. & Holmes, C.J. (2018). Field-based performance tests are related to body fat percentage and fat-free mass, but not body mass index, in youth soccer players. *Sports*, 6(105), 1-10.
- Evangelos, B., Lefteris, M., Aristotelis, G., Ioannis, G. & Natalia, K. (2016). Aerobic and anaerobic capacity of professional soccer players in annual macrocycle. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(2), 527-533.

- Fahrmeir, L., Heumann, C., Künstler, R., Pigeot, I. & Tutz, G. (2016). *Statistik: Der Weg zur Datenanalyse*: Heidelberg, Berlin: Springer.
- Fahrmeir, L. & Tutz, G. (2013). *Multivariate statistical modelling based on generalized linear models*: Heidelberg, Berlin: Springer.
- Fanchini, M., Steendahl, I.B., Impellizzeri, F.M., Pruna, R., Dupont, G., Coutts, A.J., et al. (2020). Exercise-Based Strategies to Prevent Muscle Injury in Elite Footballers: A Systematic Review and Best Evidence Synthesis. *Sports Medicine*, 10, 1-14.
- Faude, O., Koch, T. & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Science*, 30(7), 625-631.
- Faude, O., Meyer, T., Federspiel, B. & Kindermann, W. (2009). Verletzungen im deutschen Profifußball: Eine Analyse auf Basis von Medieninformationen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 60(6), 139-144.
- Faude, O., Schlumberger, A., Fritsche, T., Treff, G. & Meyer, T. (2010). Leistungsdiagnostische Testverfahren im Fußball: methodische Standards. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 61(6), 129-133.
- Faude, O., Schnittger, R., Fries, M., Schwindling, S., Kindermann, W. & Meyer, T. (2009). Methodische Aspekte der Schnelligkeitstestung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 60(4), 180-184.
- Faude, O., Schnittker, R., Schulte-Zurhausen, R., Müller, F. & Meyer, T. (2013). High intensity interval training vs. high-volume running training during pre-season conditioning in high-level youth football: a cross-over trial. *Journal of Sports Sciences*, 31(12), 1441-1450.
- Faude, O., Steffen, A., Kellmann, M. & Meyer, T. (2014). The effect of short-term interval training during the competitive season on physical fitness and signs of fatigue: A crossover trial in high-level youth football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(6), 936-944.
- Ferrauti, A., Giesen, H.T., Merheim, G. & Weber, K. (2006). Indirekte Kalorimetrie im Fußballspiel. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57(5), 142-146.
- Ferreira, E.A., Duarte, M., Maldonado, E.P., Bersanetti, A.A. & Marques, A.P. (2011). Quantitative assessment of postural alignment in young adults based on photographs of anterior, posterior, and lateral views. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 34(6), 371-380.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics using IBM SPSS STATISTICS* (4. Aufl.). London: Sage.
- FIFA. (2019). *FIFA - Professional Football Report 2019*.
- Finn, K.J., Saint-Maurice, P.F., Karsai, I., Ihász, F. & Csányi, T. (2015). Agreement between Omron 306 and Biospace InBody 720 bioelectrical impedance analyzers (BIA) in children and adolescents. *Research quarterly for Exercise and Sport*, 86(1), 58-65.

- Fischer, C. (2013a). Individuelle Begabungsentfaltung und lebenslange Lernprozesse. In ÖZBF (Hrsg.), *ÖZBF-Symposium zum Tag der Talente 2012. Potenziale intergenerationell entfalten und lebenslang entwickeln* (S. 133-146). Salzburg: ÖZBF.
- Fischer, C. (2013b). Individuelle Begabungsentfaltung und lebenslange Lernprozesse. In Ö.Ö.Z.f.B.u. Begabungsforschung) (Hrsg.), *Potenziale intergenerationell entfalten und lebenslang entwickeln. Tagungsband zum ÖZBF-Symposium zum Tag der Talente 2012* (S. 133-146). Salzburg: ÖZBF.
- Football-Observatory. (2020). *Effective playing time in 37 European competitions*. Zugriff am 22.10.2020 unter <https://football-observatory.com/Effective-playing-time-in-37-European-2150>
- Forsman, H., Blomqvist, M., Davids, K., Liukkonen, J. & Konttinen, N. (2016). Identifying technical, physiological, tactical and psychological characteristics that contribute to career progression in soccer. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11(4), 505-513.
- Forsman, H., Gråstén, A., Blomqvist, M., Davids, K., Liukkonen, J. & Konttinen, N. (2016). Development of perceived competence, tactical skills, motivation, technical skills, and speed and agility in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1311-1318.
- Freiwald, J., Brexendorf, B., Pieper, S., Baumgart, C., Slomka, M. & Papadopoulos, C. (2008). Leistungs- und Funktionsdiagnostik im Hochleistungsfußball. *Sport-Orthopädie - Sport-Traumatologie - Sports Orthopaedics and Traumatology*, 24(1), 20-30.
- Friedrich, M. (2009). *Talente fordern und fördern: Konzepte und Strukturen vom Kinder- bis zum Spitzenfußball*. Oelde: Philippka.
- Fröhlich, M. & Kemmler, W. (2019). Kraft und Krafttraining im Sport. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Bewegung, Training, Leistung und Gesundheit: Handbuch Sport und Sportwissenschaft* (S. 1-20). Berlin Heidelberg: Springer.
- Fröhlich, M., Mayerl, J., Pieter, A. & Kemmler, W. (2020). *Einführung in die Methoden, Methodologie und Statistik im Sport*. Berlin: Springer Nature.
- Gagné, F. (2010). Motivation within the DMGT 2.0 framework. *High ability studies*, 21(2), 81-99.
- Gärtner, D. (2016). Beweglichkeit im Sport. Aktueller Forschungsstand, Grundlagen und trainingspraktische Folgerungen. *Leistungssport*, 2(3), 1-11.
- Geese, R. (2009). *Fußball-Erfolgsfaktor Kondition: Training für Amateure und Profis*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Genschel, U. & Becker, C. (2005). *Schließende Statistik: Grundlegende Methoden* (Band 1). Berlin: Springer.
- Geyer, H. & Dilger, A. (2009). *Folgen des Bosman-Urteils für die 1. Fußball-Bundesliga*. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität Münster.

- Glatthorn, J.F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F.M. & Maffiuletti, N.A. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 556-560.
- Golle, K., Mechling, H. & Granacher, U. (2019). Koordinative Fähigkeiten und Koordinationstraining im Sport. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Bewegung, Training, Leistung und Gesundheit. Handbuch Sport und Sportwissenschaft* (S. 1-24). Heidelberg, Berlin: Springer.
- Golomer, E., Keller, J., Féry, Y.A. & Testa, M. (2004). Unipodal performance and leg muscle mass in jumping skills among ballet dancers. *Perceptual and motor skills*, 98(2), 415-418.
- Goßen, D. (2002). *Erfassung der Haltung und der Haltungsschwäche bei Kindern von sechs bis siebzehn Jahren mit dem Gerät LASAR-Posture der Firma Otto Bock*. Rheinisch Westfälische Hochschule Aachen, Aachen.
- Grgic, J., Oppici, L., Mikulic, P., Bangsbo, J., Krustrup, P. & Pedisic, Z. (2019). Test-retest reliability of the Yo-Yo test: a systematic review. *Sports Medicine*, 49(10), 1547-1557.
- Grossmann, B. & Lames, M. (2015). From talent to professional football: youthism in German football. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(6), 1103-1113.
- Güllich, A. (2013). Talente im Sport. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport: Das Lehrbuch für das Sportstudium* (S. 623-653). Heidelberg, Berlin: Springer.
- Güllich, A. (2014). Selection, de-selection and progression in German football talent promotion. *European Journal of Sport Science*, 14(6), 530-537.
- Gutman, G., Labelle, H., Barchi, S., Roussouly, P., Berthonnaud, É. & Mac-Thiong, J.-M. (2016). Normal sagittal parameters of global spinal balance in children and adolescents: a prospective study of 646 asymptomatic subjects. *European Spine Journal*, 25(11), 3650-3657.
- Hackfort, D. (2003). *Theoretisches Bezugssystem, Funktionsbereiche, Interventionsmöglichkeiten, Studententext Entwicklungspsychologie*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Hader, K., Palazzi, D. & Buchheit, M. (2015). Change of direction speed in soccer: how much braking is enough? *Kinesiology*, 47(1), 67-74.
- Häggglund, M., Waldén, M. & Ekstrand, J. (2006). Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *British Journal of Sports Medicine*, 40(9), 767-772.
- Häggglund, M., Waldén, M. & Ekstrand, J. (2013). Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: the UEFA Injury Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(2), 327-335.
- Häggglund, M., Waldén, M., Magnusson, H., Kristenson, K., Bengtsson, H. & Ekstrand, J. (2013). Injuries affect team performance negatively in



- professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 738-742.
- Hartung, J., Elpelt, B. & Klösener, K.-H. (2012). *Statistik: Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik* (Band 14). München: Walter de Gruyter.
- Haugen, T. (2014). *The role and development of sprinting speed in soccer*. University of Agder, Kristiansand.
- Haugen, T. (2017). Sprint conditioning of elite soccer players: worth the effort or lets just buy faster players? *Sport Performance and Science Reports*, 1(4), 1-3.
- Haugen, T. (2018). Soccer seasonal variations in sprint mechanical properties and vertical jump performance. *International Journal of Fundamental and Applied Kinesiology*, 50(1), 102-108.
- Haugen, T. & Buchheit, M. (2016). Sprint running performance monitoring: methodological and practical considerations. *Sports Medicine*, 46(5), 641-656.
- Haugen, T. & Seiler, S. (2015). Physical and physiological testing of soccer players: why, what and how should we measure? *Internet Society for Sport Science*, 19, 10-27.
- Haugen, T., Seiler, S., Sandbakk, Ø. & Tønnessen, E. (2019). The training and development of elite sprint performance: an integration of scientific and best practice literature. *Sports Medicine Open*, 5(1), 1-16.
- Haugen, T., Tønnessen, E., Hisdal, J. & Seiler, S. (2014). The role and development of sprinting speed in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 432-441.
- Haugen, T., Tønnessen, E., Øksenholt, Ø., Haugen, F.L., Paulsen, G., Enoksen, E., et al. (2015). Sprint conditioning of junior soccer players: Effects of training intensity and technique supervision. *PloS one*, 10(3), 1-13.
- Haugen, T., Tønnessen, E. & Seiler, S. (2013). Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995-2010. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(2), 148-156.
- Heckemeyer, K. & Schmidt, H. (2019). Fußball, Politik und Gesellschaft. *Zeitschrift für Fußball und Gesellschaft*, 1, 3-7.
- Heckhausen, J. & Heckhausen, H. (2010). Motivation und Handeln: Einführung und Überblick. In J. Heckhausen & H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation und Handeln* (4. Aufl., S. 1-9). Heidelberg, Berlin: Springer.
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O.J. & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *International Journal of Sports Medicine*, 32(9), 677-682.
- Helsen, W.F., Van Winckel, J. & Williams, M. (2005). The relative age effect in youth soccer across Europe. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 629-636.
- Hepp, W.R. & Locher, H.A. (2014). *Orthopädisches Diagnostikum* (8. Aufl.). Stuttgart: Thieme.

- Herz, T. (2015). *Talentintegration im deutschen Fußball: Die Arbeit der Nachwuchsleistungszentren im Fokus*. Hamburg: Diplomatica.
- Hetzler, R.K., Stickley, C.D., Lundquist, K.M. & Kimura, I.F. (2008). Reliability and accuracy of handheld stopwatches compared with electronic timing in measuring sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 1969-1976.
- Hill-Haas, S.V., Dawson, B., Impellizzeri, F.M. & Coutts, A.J. (2011). Physiology of small-sided games training in football. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220.
- Hohmann, A. (2009). *Entwicklung sportlicher Talente an sportbetonten Schulen: Schwimmen, Leichtathletik, Handball*. Petersberg: Imhof.
- Hollings, S.C., Hopkins, W.G. & Hume, P.A. (2014). Age at peak performance of successful track & field athletes. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 9(4), 651-661.
- Höner, O. (2015). *Erläuterungen zu den individuellen Spielerauswertungen im Rahmen der technisch-motorischen Leistungsdiagnostik an den DFB-Stützpunkten*. Zugriff am 07.09.2020 unter <https://assets.dfb.de/public/uploads/f10ecf7d57b95211501a72643b12d6166a13d2fa04163d7444a5189e959>
- Höner, O. & Votteler, A. (2016). Prognostic relevance of motor talent predictors in early adolescence: A group- and individual-based evaluation considering different levels of achievement in youth football. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2269-2278.
- Hoppe, M.W., Baumgart, C., Slomka, M., Grim, C., Engelhardt, M. & Freiwald, J. (2018). Physical performance assessment in elite soccer: past, present and future. *Deutscher Ärzteverlag*, 7(11), 536-544.
- Hoppe, M.W., Baumgart, C., Sperlich, B., Ibrahim, H., Jansen, C., Willis, S.J., et al. (2013). Comparison between three different endurance tests in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 31-37.
- Hottenrott, K. & Hoos, O. (2013). Sportmotorische Fähigkeiten und sportliche Leistungen: Trainingswissenschaft. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport: Das Lehrbuch für das Sportstudium* (S. 439-502). Heidelberg, Berlin: Springer.
- Hotz, A. & Uhlig, J. (2000). *Erfolgreich Fußballspielen lernen: individuelles Lernen durch differenziertes Lehren*. Hamburg: Kovač.
- Howard, R.M., Conway, R. & Harrison, A.J. (2018). Muscle activity in sprinting: a review. *Sports Biomechanics*, 17(1), 1-17.
- Huebner, M. & Perperoglou, A. (2019). Performance development from youth to senior and age of peak performance in Olympic weightlifting. *Frontiers in Physiology*, 10, 1121.
- Ioannis, G. (2013). Comparison of physical capacities strength and speed of different competition level football players. *Journal of Physical Education and Sport*, 13(2), 255-259.

- Ispirlidis, I., Fatouros, I.G., Jamurtas, T., Nikolaidis, M.G., Michailidis, Y., Douroudos, I., et al. (2008). Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(5), 423-431.
- Jankowski, T. (2015). *Successful German Soccer Tactics: The Best Match Plans for a Winning Team*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Joch, W. (2001). *Das sportliche Talent: Talenterkennung, Talentförderung, Talentperspektiven* (4.Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer.
- Johnson, A., Farooq, A. & Whiteley, R. (2017). Skeletal maturation status is more strongly associated with academy selection than birth quarter. *Science and Medicine in Football*, 1(2), 157-163.
- Johnson, J. (2013). *Haltungsanalyse: Schritt für Schritt in Wort und Bild*. München: Urban & Fischer.
- Johnston, K., Wattie, N., Schorer, J. & Baker, J. (2018). Talent identification in sport: a systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 97-109.
- Kadlubowski, B., Keiner, M., Stefer, T., Kapsecker, A., Hartmann, H. & Wirth, K. (2020). Influence of linear-sprint performance, concentric power and maximum strength on change of direction performance in elite youth soccer players. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 1-6.
- Kalinowski, P., Bojkowski, Ł. & Śliwowski, R. (2019). Motor and psychological predispositions for playing football. *Trends in Sport Sciences*, 2(26), 51-54.
- Keiner, M., Sander, A., Wirth, K. & Schmidtbleicher, D. (2013). Is there a difference between active and less active children and adolescents in jump performance? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(6), 1591-1596.
- Kicker. (2017). *Wie Amateurvereine von Profi-Debüts profitieren: Nachwuchsförderung: 1,23 Milliarden Euro für die NLZs*. Kicker. Zugriff am 03.11.2020 unter [https://www.kicker.de/nachwuchsfoerderung\\_123-milliarden-euro-fuer-die-nlzs-711418/artikel](https://www.kicker.de/nachwuchsfoerderung_123-milliarden-euro-fuer-die-nlzs-711418/artikel)
- Kicker. (2020). Projekt Zukunft: Weniger Ergebnisdruck soll zu besserer Talentförderung führen: Keine U-Bundesligen mehr: So will der DFB den Nachwuchs umkrempeln. *Kicker*, 11, 29-31.
- Klein, C. & Schmidt-Lux, T. (2006). Ist Fußball Religion? Theoretische Perspektiven und Forschungsbefunde. In E. Thaler (Hrsg.), *Fußball. Fremdsprachen. Forschung* (S. 18-35). Aachen: Shaker.
- Koopmann, T., Faber, I., Baker, J. & Schorer, J. (2020). Assessing technical skills in talented youth athletes: a systematic review. *Sports Medicine*, 50, 1593-1611.
- Kovar, P. & Zart, S. (2019). Fußball. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Grundlagen von Sport und Sportwissenschaft. Handbuch Sport und Sportwissenschaft* (S. 1-24). Heidelberg, Berlin: Springer.
- Krämer, W. & Sonnberger, H. (1986). *The Linear Regression Model Under Test*. Heidelberg: Physika.

- Kromeyer-Hauschild, K., Wabitsch, M., Kunze, D., Geller, F., Geiß, H.C., Hesse, V., et al. (2001). Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 149(8), 807-818.
- Krug, J., Kurth-Rosenkranz, R., Voß, G., Wenzel, U. & Witt, M. (2019). *Diagnostikum der elementaren motorischen Schnelligkeit*. Berlin: Lehmanns Media.
- Lamas, L., Barrera, J., Otranto, G. & Ugrinowitsch, C. (2014). Invasion team sports: strategy and match modeling. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(1), 307-329.
- Lanwehr, R. & Mayer, J. (2018). *People Analytics im Profifußball*. Heidelberg, Berlin: Springer.
- Larkin, P. & O'Connor, D. (2017). Talent identification and recruitment in youth soccer: Recruiter's perceptions of the key attributes for player recruitment. *PloS one*, 12(4), 1-10.
- Le Gall, F., Carling, C., Williams, M. & Reilly, T. (2010). Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 90-95.
- Lesinski, M., Muehlbauer, T., Büsch, D. & Granacher, U. (2014). Effekte von Komplextraining auf Kraft- und Schnelligkeitsleistungen bei Sportlern: Ein systematischer Überblick. *Sportverletzung Sportschaden*, 28(2), 85-107.
- Lesinski, M., Schmelcher, A., Herz, M., Puta, C., Gabriel, H., Arampatzis, A., et al. (2020). Maturation-, age-, and sex-specific anthropometric and physical fitness percentiles of German elite young athletes. *Plos one*, 15(8), 1-19.
- Lienert, G.A. & Raatz, U. (1998). *Testaufbau und Testanalyse* (Band 6). Weinheim: Beltz.
- ligalivenet. (2020). *Die zehn schnellsten Spieler der Bundesliga-Saison 2019/20 nach Top-Speed*. Zugriff am 12.12.2020 unter <https://ligalive.net/die-zehn-schnellsten-spieler-der-bundesliga-saison-2019-20-nach-top-speed/>
- Lippold, C., Danesh, G., Hoppe, G., Drerup, B. & Hackenberg, L. (2006). Sagittal spinal posture in relation to craniofacial morphology. *The Angle Orthodontist*, 76(4), 625-631.
- Lippold, C., Segatto, E., Végh, A., Drerup, B., Moiseenko, T. & Danesh, G. (2010). Sagittal back contour and craniofacial morphology in preadolescents. *European Spine Journal*, 19(3), 427-434.
- Lloyd, R.S., Oliver, J.L., Faigenbaum, A.D., Howard, R., Croix, M.B.A.D.S., Williams, C.A., et al. (2015). Long-term athletic development-part 1: a pathway for all youth. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1439-1450.
- Lloyd, R.S., Oliver, J.L., Faigenbaum, A.D., Myer, G.D. & De Ste Croix, M.B.A. (2014). Chronological age vs. biological maturation: implications for

- exercise programming in youth. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1454-1464.
- López-Segovia, M., Marques, M., Van den Tillaar, R. & González-Badillo, J. (2011). Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in U21 soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 30(2011), 135-144.
- Loturco, I., A. Pereira, L., T. Freitas, T., E. Alcaraz, P., Zanetti, V., Bishop, C., et al. (2019). Maximum acceleration performance of professional soccer players in linear sprints: Is there a direct connection with change-of-direction ability? *PloS one*, 14(5), e0216806.
- Loturco, I., Nimphius, S., Kobal, R., Bottino, A., Zanetti, V., Pereira, L.A., et al. (2018). Change of direction deficit in elite young soccer players. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 48(2), 228-234.
- Lovell, R., Towlson, C., Parkin, G., Portas, M., Vaeyens, R. & Copley, S. (2015). Soccer player characteristics in English lower-league development programmes: The relationships between relative age, maturation, anthropometry and physical fitness. *PloS one*, 10(9), e0137238.
- Ludwig, O. (2009). Neue Ansatzpunkte der Beurteilung von Haltungsschwächen bei Kindern und Jugendlichen. *Die Säule*, 19(4), 172-177.
- Ludwig, O., Kelm, J. & Fröhlich, M. (2017). Effekte einer sportlichen Intervention auf die Haltungsentwicklung vom Jugend- zum Erwachsenenalter. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, 33(1), 65-72.
- Ludwig, O., Mazet, D. & Schmitt, E. (2003). Haltungsschwächen bei Kindern und Jugendlichen: eine interdisziplinäre Betrachtung. *Gesundheitssport und Sporttherapie*, 19(5), 165-171.
- Madeja, A. (2006). *Vereinsfinanzen erfolgreich managen*. Köln: WRS-Verlag.
- Manafifard, M., Ebadi, H. & Moghaddam, H.A. (2017). A survey on player tracking in soccer videos. *Computer Vision and Image Understanding*, 159, 19-46.
- Mangan, S., Ryan, M., Devenney, S., Shovlin, A., McGahan, J., Malone, S., et al. (2017). The relationship between technical performance indicators and running performance in elite gaelic football. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(5), 706-720.
- Matesanz, D., Holzmayer, F., Torgler, B., Schmidt, S.L. & Ortega, G.J. (2018). Transfer market activities and sportive performance in European first football leagues: A dynamic network approach. *PloS one*, 13(12), 1-16.
- Mathisen, G. & Pettersen, S.A. (2015). Anthropometric factors related to sprint and agility performance in young male soccer players. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 6, 337-342.
- Mayorga-Vega, D., Aguilar-Soto, P. & Viciano, J. (2015). Criterion-related validity of the 20-m shuttle run test for estimating cardiorespiratory fitness: a meta-analysis. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(3), 536-547.

- McCall, A., Pruna, R., Van der Horst, N., Dupont, G., Buchheit, M., Coutts, A., et al. (2020). Exercise-Based Strategies to Prevent Muscle Injury in Male Elite Footballers: An Expert-Led Delphi Survey of 21 Practitioners Belonging to 18 Teams from the Big-5 European Leagues. *Sports Medicine*, 50(9), 1667-1681.
- McErlain-Naylor, S.A., King, M. & Pain, M.T.G. (2014). Determinants of countermovement jump performance: a kinetic and kinematic analysis. *Journal of Sports Sciences*, 32(19), 1805-1812.
- McKeon, P.O., McKeon, J.M.M. & Geisler, P.R. (2017). Redefining professional knowledge in athletic training: whose knowledge is it anyway? *Athletic Training Education Journal*, 12(2), 95-105.
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B. & Bourdon, P. (2013). Match play intensity distribution in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 34(2), 101-110.
- Meyer, T. (2006). Trainingsgestaltung im Leistungsfußball-wissenschaftliche Erkenntnisse vs. sportartspezifische Tradition. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57(5), 132-137.
- Meyer, T. (2007). Belastungsuntersuchungen: Praktische Durchführung und Interpretation In W. Kindermann, H.-H. Dickhuth, K. Röcker, A. Nieß & A. Urhausen (Hrsg.), *Sportkardiologie: Körperliche Aktivität bei Herzerkrankungen* (S. 39-66). Darmstadt: Steinkopff.
- Meyer, T., Coen, B., Urhausen, A., Wilking, P., Honorio, S. & Kindermann, W. (2005). Konditionelles Profil jugendlicher Fußballspieler. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 1(56), 20-25.
- Meyer, T., Faude, O. & aus der Fünten, K. (2013). *Sportmedizin im Fußball: Erkenntnisse aus dem Profifußball für alle Leistungsklassen*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Meyer, T., Wegmann, M., Poppendieck, W. & Fullagar, H.H. (2014). Regenerative interventions in professional football. *Sport-Orthopädie-Sport-Traumatologie-Sports Orthopaedics and Traumatology*, 30(2), 112-118.
- Meyer, T., Welter, J.P., Scharhag, J. & Kindermann, W. (2003). Maximal oxygen uptake during field running does not exceed that measured during treadmill exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 88(4-5), 387-389.
- Meylan, C.M., Cronin, J., Oliver, J. & Hughes, M. (2010). Talent identification in soccer: The role of maturity status on physical, physiological and technical characteristics. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 5(4), 571-592.
- Meylan, C.M., Cronin, J.B., Oliver, J.L., Hopkins, W.G. & Contreras, B. (2014). The effect of maturation on adaptations to strength training and detraining in 11–15-year-olds. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(3), 156-164.
- Meylan, C.M., Cronin, J.B., Oliver, J.L., Hughes, M.G. & Manson, S. (2014). An evidence-based model of power development in youth soccer. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 9(5), 1241-1264.

- Michailidis, Y., Savvakis, C., Pirounakis, V., Mikikis, D., Margonis, K. & Metaxas, T. (2020). Association between jump asymmetry and reduced performance in the change of direction tests of youth soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(3), 1362-1368.
- Michalczyk, M., Kłapcińska, B., Poprzęcki, S., Jagsz, S., Sadowska-Krępa, E., Kimsa, E., et al. (2010). Aerobic capacity and sprint velocity of Leagues I and IV football players. *Biomedical Human Kinetics*, 2(2010), 9-14.
- Miñano-Espin, J., Casáis, L., Lago-Peñas, C. & Gómez-Ruano, M.Á. (2017). High speed running and sprinting profiles of elite soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 58, 169-176.
- Minick, K.I., Kiesel, K.B., Burton, L., Taylor, A., Plisky, P. & Butler, R.J. (2010). Interrater reliability of the functional movement screen. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 479-486.
- Moran, J., Blagrove, R.C., Drury, B., Fernandes, J.F.T., Paxton, K., Chaabene, H., et al. (2019). Effects of small-sided games vs. conventional endurance training on endurance performance in male youth soccer players: a meta-analytical comparison. *Sports Medicine*, 49(5), 731-742.
- Moran, J., Sandercock, G., Rumpf, M.C. & Parry, D.A. (2017). Variation in responses to sprint training in male youth athletes: a meta-analysis. *International Journal of Sports Medicine*, 38(1), 1-11.
- Morin, J.-B., Edouard, P. & Samozino, P. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(9), 1680-1688.
- Murr, D. (2018). *Prognoserelevanz personenbezogener Talentprädiktoren im Fußball: Eine systematische Analyse zur empirischen Evidenz unter Berücksichtigung von Merkmalen des Studiendesigns*. Universität Tübingen, Tübingen.
- Murr, D., Raabe, J. & Höner, O. (2018). The prognostic value of physiological and physical characteristics in youth soccer: a systematic review. *European Journal of Sport Science*, 18(1), 62-74.
- Mustafovic, E., Causevic, D., Covic, N., Ibrahimovic, M., Alic, H., Abazovic, E., et al. (2020). Talent identification in youth football: a systematic review. *Journal of Anthropology of Sport and Physical Education*, 4(4), 37-43.
- Neuhauser, H., Schienkiewitz, A., Rosario, A.S., Dortschy, R. & Kurth, B.-M. (2013). Referenzperzentile für anthropometrische Maßzahlen und Blutdruck aus der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS). *Gesundheitsberichterstattung des Bundes*, 2, 1-129.
- Niedzkowski, D. (2011). Technische Hilfsmittel zur Unterstützung der Spielanalyse. *Fußballtraining*, 29(11), 6-13.
- Nikolaidis, P.T. (2014). Age-related differences in countermovement vertical jump in soccer players 8-31 years old: the role of fat-free mass. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 2(2), 60-64.

- Nikolaidis, P.T., Gomez Ruano, M.A., de Oliveira, N.C., Portes, L., Freiwald, J., Leprêtre, P., et al. (2016). Who runs the fastest? Anthropometric and physiological correlates of 20 m sprint performance in male soccer players. *Research in Sports Medicine*, 24(4), 341-351.
- Nughes, E., Rago, V., Aquino, R., Ermidis, G., Randers, M.B. & Ardigò, L.P. (2020). Anthropometric and Functional Profile of Selected vs. Non-Selected 13-to-17-Year-Old Soccer Players. *Sports*, 8(8), 111.
- Oberger, J. (2015). *Sportmotorische Tests im Kindes- und Jugendalter: Normwertbildung-Auswertungsstrategien-Interpretationsmöglichkeiten*. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing.
- Oliva-Lozano, J.M., Fortes, V., Krustup, P. & Muyor, J.M. (2020). Acceleration and sprint profiles of professional male football players in relation to playing position. *Plos one*, 15(8), 1-12.
- Oliva-Lozano, J.M., Gómez-Carmona, C.D., Pino-Ortega, J., Moreno-Pérez, V. & Rodríguez-Pérez, M.A. (2020). Match and training high intensity activity-demands profile during a competitive mesocycle in youth elite soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 75(1), 195-205.
- Padulo, J., Tabben, M., Ardigò, L.P., Ionel, M., Popa, C., Gevat, C., et al. (2015). Repeated sprint ability related to recovery time in young soccer players. *Research in Sports Medicine*, 23(4), 412-423.
- Paromed-Bodybalance.de. *Balance 4D*. Zugriff am 7.12.2020 unter <https://paromed-bodybalance.de/balance-4d.php>
- Paul, D.J., Nassis, G.P., Whiteley, R., Marques, J.B., Kenneally, D. & Chalabi, H. (2014). Acute responses of soccer match play on hip strength and flexibility measures: potential measure of injury risk. *Journal of Sports Sciences*, 32(13), 1318-1323.
- Pérez Carcedo, L., Puente Robles, V. & Rodríguez Guerrero, P. (2017). Factors determining TV soccer viewing: Does uncertainty of outcome really matter? *International Journal of Sport Finance*, 12, 124-139.
- Perroni, F., Vetrano, M., Rainoldi, A., Guidetti, L. & Baldari, C. (2014). Relationship among explosive power, body fat, fat free mass and pubertal development in youth soccer players: a preliminary study. *Sport Sciences for Health*, 10(2), 67-73.
- Petridis, L., Utczás, K., Tróznai, Z., Kalabiska, I., Pálinkás, G. & Szabó, T. (2019). Vertical jump performance in hungarian male elite junior soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90(2), 251-257.
- Pfirschmann, D., Herbst, M., Ingelfinger, P., Simon, P. & Tug, S. (2016). Analysis of injury incidences in male professional adult and elite youth soccer players: a systematic review. *Journal of Athletic Training*, 51(5), 410-424.
- Pickering, C., Suraci, B., Semenova, E.A., Boulygina, E.A., Kostyukova, E.S., Kulemin, N.A., et al. (2019). A genome-wide association study of sprint performance in elite youth football players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(9), 2344-2351.



- Poli, R., Besson, R. & Ravenel, L. (2018). *Football Analytics. The CIES Football Observatory 2017/18 season*. [http://www.football-observatory.com/IMG/pdf/cies\\_football\\_analytics\\_2018.pdf](http://www.football-observatory.com/IMG/pdf/cies_football_analytics_2018.pdf).
- Pomares-Noguera, C., Ayala, F., Robles-Palazón, F.J., Alomoto-Burneo, J.F., López-Valenciano, A., Elvira, J.L., et al. (2018). Training effects of the FIFA 11+ kids on physical performance in youth football players: a randomized control trial. *Frontiers in Pediatrics*, 6(40), 1-10.
- Quitza, J. (2017). *Fußball & Finanzen: Eine Gratwanderung*. Zugriff am 15.12.2020 unter [https://www.berenberg.de/files/MacroNews2017/171122\\_BERENBERG%20MAKRO\\_Trends\\_Fazit%20Fu%C3%9Fballtagung%202017.pdf](https://www.berenberg.de/files/MacroNews2017/171122_BERENBERG%20MAKRO_Trends_Fazit%20Fu%C3%9Fballtagung%202017.pdf)
- Quitza, J. (2018). *Die Vergabe der Fernsehrechte an der Fußball-Bundesliga*. Bern: Peter Lang.
- Radoman, M. (2017). Labor market implications of institutional changes in European football: The Bosman ruling and its effect on productivity and career duration of players. *Journal of Sports Economics*, 18(7), 651-672.
- Raiola, G. & Altavilla, G. (2020). Testing motor skills, general and special coordinative, in young soccer. *Journal of Human Sport & Exercise*, 15(2), 206-212.
- Rehagel, J. (2011). *Entwicklung einer Testbatterie zur Diagnostik und Steuerung der Schnelligkeit im Sportspiel Fußball*. Sporthochschule Köln, Köln.
- Reilly, T. (2010). Assessment of sports performance with particular reference to field games. *European Journal of Sport Science*, 1(3), 1-12.
- Reilly, T., Bangsbo, J. & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669-683.
- Reinhardt, L., Schwesig, R., Lauenroth, A., Schulze, S. & Kurz, E. (2019). Enhanced sprint performance analysis in soccer: new insights from a GPS-based tracking system. *PloS one*, 14(5), e0217782.
- Remmert, H. (2020). Beweglichkeitstraining. In A. Ferrauti (Hrsg.), *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 323-344). Heidelberg, Berlin: Springer.
- Rey, E., Padrón-Cabo, A., Barcala-Furelos, R. & Mecías-Calvo, M. (2016). Effect of high and low flexibility levels on physical fitness and neuromuscular properties in professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 37(11), 878-883.
- Richter, A., Räßle, S., Kurz, G. & Schwameder, H. (2012). Countermovement jump in performance diagnostics: Use of the correct jumping technique. *European Journal of Sport Science*, 12(3), 231-237.
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J.E.X.L. & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(2), 162-169.

- Röcker, K. (2013). Die sportmedizinische Laktatdiagnostik: Technische Rahmenbedingungen und Einsatzbereiche. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 64(12), 367-371.
- Rösch, D., Hodgson, R., Peterson, L., Graf-Baumann, T., Junge, A., Chomiak, J., et al. (2000). Assessment and evaluation of football performance. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5), 29-39.
- Rose, T. & Imhoff, A.B. (2006). Verletzungen beim Fußball. *Deutsches Ärzteblatt*, 103(23), 1611-1616.
- Rumpf, M.C., Lockie, R.G., Cronin, J.B. & Jalilvand, F. (2016). Effect of different sprint training methods on sprint performance over various distances: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1767-1785.
- Sadigursky, D., Braid, J.A., De Lira, D.N.L., Machado, B.A.B., Carneiro, R.J.F. & Colavolpe, P.O. (2017). The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9(1), 1-8.
- Saebo, O.D. & Hvattum, L.M. (2019). Modelling the financial contribution of soccer players to their clubs. *Journal of Sports Analytics*, 5(1), 23-34.
- Sander, A. (2015). *Effekte eines zweijährigen Krafttrainings auf die Sprintleistung im Nachwuchsleistungssport Fußball*. Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Frankfurt.
- Sander, A., Keiner, M., Wirth, K. & Schmidtbleicher, D. (2012). Entwicklung von Sprintleistungen durch ein Krafttraining im Nachwuchsleistungssport Fußball. *Spectrum*, 24(2), 28-46.
- Saran, K.S., Vaithianathan, K., Anand, M. & Prasanna, T.A. (2019). Isolated and combined effect of plyometric and weight training on selected physical fitness and hematological variables of football players. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 10(7), 362-364.
- Sarmiento, H., Anguera, M.T., Pereira, A. & Araújo, D. (2018). Talent identification and development in male football: a systematic review. *Sports Medicine*, 48(4), 907-931.
- Sarmiento, H., Marcelino, R., Anguera, M.T., Campaniço, J., Matos, N. & Leitão, J.C. (2014). Match analysis in football: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1831-1843.
- Schienkiewitz, A., Damerow, S., Mauz, E., Vogelgesang, F., Kuhnert, R. & Schaffrath Rosario, A. (2018). Entwicklung von Übergewicht und Adipositas bei Kindern – Ergebnisse der KiGGS-Kohorte. *Journal of Health Monitoring*, 3(1), 76-81.
- Schlumberger, A. (2006). Sprint- und Sprungkrafttraining bei Fußballspielern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57(5), 125-131.
- Schmidt, R. (2015). Neue Analyse- und Wissenspraktiken im Profifußball. *Sport und Gesellschaft*, 12(2), 171-186.

- Schmitz, B., Pfeifer, C., Kreitz, K., Borowski, M., Faldum, A. & Brand, S.-M. (2018). The Yo-Yo intermittent tests: a systematic review and structured compendium of test results. *Frontiers in Physiology*, 9(870), 1-16.
- Schwesig, R., Miserius, M., Hermassi, S., Delank, K.S., Noack, F. & Fieseler, G. (2016). Wie valide ist die Leistungsdiagnostik im Fußball? *Sportverletzung-Sportschaden*, 30(1), 26-30.
- seca. (2014). *seca 213*. Zugriff am 13.12.2020 unter <https://de.secashop.com/produkte/1%C3%A4ngenmesssysteme/seca-213/2131721009>
- Selmi, O., Ouergui, I., Levitt, D.E., Nikolaidis, P.T., Knechtle, B. & Bouassida, A. (2020). Small-sided games are more enjoyable than high-intensity interval training of similar exercise intensity in soccer. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 11, 77-84.
- Shalfawi, S.A., Haugen, T., Jakobsen, T.A., Enoksen, E. & Tønnessen, E. (2013). The effect of combined resisted agility and repeated sprint training vs. strength training on female elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 2966-2972.
- Sheppard, J.M. & Young, W.B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
- Silva, B., Clemente, F.M., Camões, M. & Bezerra, P. (2017). Functional movement screen scores and physical performance among youth elite soccer players. *Sports*, 5(1), 1-16.
- Skorski, S., Skorski, S., Faude, O., Hammes, D. & Meyer, T. (2016). The relative age effect in elite German youth soccer: Implications for a successful career. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(3), 370-376.
- Slimani, M., Bragazzi, N.L., Tod, D., Dellal, A., Hue, O., Cheour, F., et al. (2016). Do cognitive training strategies improve motor and positive psychological skills development in soccer players? Insights from a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2338-2349.
- Söhnlein, K. & Borgmann, S. (2018). Diagnostik von Exekutivfunktionen im Fußball. In R. Lanwehr & J. Mayer (Hrsg.), *People Analytics im Profifußball: Implikationen für die Wirtschaft* (S. 23-57). Wiesbaden: Springer.
- Spielmann, J. (2018). Die Bedeutung von Normen im Profifußball. In R. Lanwehr & J. Mayer (Hrsg.), *People Analytics im Profifußball* (S. 117-130). Wiesbaden: Springer.
- Sporis, G., Vucetic, V., Jovanovic, M., Jukic, I. & Omrcen, D. (2011). Reliability and factorial validity of flexibility tests for team sports. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 1168-1176.
- Stadelmann, W. (2015). Begabungsförderung: Eine Herausforderung für Eltern, Schule und Bildungspolitik. *Giftedness Across the Lifespan–Begabungsförderung von der frühen Kindheit bis ins alter. Forder-und Förderkonzepte aus der Forschung*, 1, 171-188.

- Stein, D., Wellmann, K., Reer, R. & Braumann, K.M. (2011). Zusammenhang zwischen konditioneller Leistungsfähigkeit und sportlichem Erfolg im Profi Fußball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 62(1), 7-8.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Storey, A. & Smith, H.K. (2012). Unique aspects of competitive weightlifting. *Sports medicine*, 42(9), 769-790.
- Stronski, S. (2018). Körperbild bei Mädchen und Jungen in der Pubertät. In B. Stier, N. Weissenrieder & K.O. Schwab (Hrsg.), *Jugendmedizin* (Band 2, S. 25-29). Heidelberg, Berlin: Springer.
- Struzik, A., Juras, G., Pietraszewski, B. & Rokita, A. (2016). Effect of drop jump technique on the reactive strength index. *Journal of Human Kinetics*, 52(1), 157-164.
- Sullivan, C., Bilsborough, J.C., Cianciosi, M., Hocking, J., Cordy, J. & Coutts, A.J. (2014). Match score affects activity profile and skill performance in professional Australian Football players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(3), 326-331.
- Svensson, M. & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 601-618.
- Swinton, P.A., Lloyd, R., Keogh, J.W.L., Agouris, I. & Stewart, A.D. (2014). Regression models of sprint, vertical jump, and change of direction performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1839-1848.
- Taylor, J.B., Wright, A.A., Dischiavi, S.L., Townsend, A. & Marmon, A.R. (2017). Activity demands during multi-directional team sports: a systematic review. *Sports Medicine*, 47(12), 2533-2551.
- Te Poel, H.-D., Hyballa, P. & Dost, H. (2015). *Fußballfitness: Athletiktraining*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Temfemo, A., Hugues, J., Chardon, K., Mandengue, S.-H. & Ahmaidi, S. (2009). Relationship between vertical jumping performance and anthropometric characteristics during growth in boys and girls. *European Journal of Pediatrics*, 168(4), 457-464.
- Thelwell, R., Weston, N. & Greenlees, I. (2010). Examining the use of psychological skills throughout soccer performance. *Journal of Sport Behavior*, 33(1), 109-127.
- Tierney, P.J., Young, A., Clarke, N.D. & Duncan, M.J. (2016). Match play demands of 11 versus 11 professional football using Global Positioning System tracking: Variations across common playing formations. *Human Movement Science*, 49, 1-8.
- Tønnessen, E., Svendsen, I.S., Olsen, I.C., Guttormsen, A. & Haugen, T. (2015). Performance development in adolescent track and field athletes according to age, sex and sport discipline. *PloS one*, 10(6), 1-10.

- transfermarkt.de. (2020). *Leroy Sané* Zugriff am 08.11.2020 unter <https://www.transfermarkt.de/leroy-sane/profil/spieler/192565>
- Tschan, H., Baron, R., Smekal, G. & Bachl, N. (2001). Belastungs- und Beanspruchungsprofil im Fußball aus physiologischer Sicht. *Österreichisches Journal für Sportmedizin*, 31(1), 7-18.
- TUD. (2021). *Schnelligkeitsdiagnostik: Kindermannntest*. Zugriff am 19.01.2021 unter [http://wiki.ifs-tud.de/fm/quant\\_fometh/ws14\\_projekte/qfm08](http://wiki.ifs-tud.de/fm/quant_fometh/ws14_projekte/qfm08)
- Turner, A.N. & Stewart, P.F. (2014). Strength and conditioning for soccer players. *Strength & Conditioning Journal*, 36(4), 1-13.
- Turner, A.N., Walker, S., Stenbridge, M., Coneyworth, P., Reed, G., Birdsey, L., et al. (2011). A testing battery for the assessment of fitness in soccer players. *Strength & Conditioning Journal*, 33(5), 29-39.
- Vaeyens, R., Güllich, A., Warr, C.R. & Philippaerts, R. (2009). Talent identification and promotion programmes of Olympic athletes. *Journal of Sports Sciences*, 27(13), 1367-1380.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M. & Philippaerts, R.M. (2008). Talent identification and development programmes in sport. *Sports Medicine*, 38(9), 703-714.
- Vaeyens, R., Philippaerts, R. & Malina, R.M. (2005). The relative age effect in soccer: A match-related perspective. *Journal of Sports Sciences*, 23(7), 747-756.
- van Gool, D., van Gervan, D. & Boutmans, J. (1987). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W.J. Murphy (Hrsg.), *Science and Football: Proceedings of the first World Congress of Science and Football, Liverpool, 13-17th April 1987* (S. 51-59). London: Routledge.
- Van Hooren, B. & Zolotarjova, J. (2017). The difference between countermovement and squat jump performances: a review of underlying mechanisms with practical applications. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(7), 2011-2020.
- Vänttinen, T., Blomqvist, M., Nyman, K. & Häkkinen, K. (2011). Changes in body composition, hormonal status, and physical fitness in 11-, 13-, and 15-year-old Finnish regional youth soccer players during a two-year follow-up. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3342-3351.
- Vardakis, L., Michailidis, Y., Mandroukas, A., Mavrommatis, G., Christoulas, K. & Metaxas, T. (2019). Analysis of the running performance of elite soccer players depending on position in the 1-4-3-3 formation. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 2(50), 241-250.
- Verburgh, L., Scherder, E.J.A., van Lange, P.A.M. & Oosterlaan, J. (2014). Executive functioning in highly talented soccer players. *PloS one*, 9(3), 91254-91254.

- VGB. (2019). *Maximalkraft und Schnellkraft*. Zugriff am 08.01.2021 unter [https://www.vbg.de/DE/3\\_Praevention\\_und\\_Arbeitshilfen/1\\_Branchen/11\\_Sport/02\\_HANDBALL/2\\_Diagnostik\\_Versorgung/01\\_Funktionelle\\_Tests/01\\_Schwerpunkt\\_Beinachse/Schwerpunkt\\_Maximal\\_Schnellkraft\\_node.html](https://www.vbg.de/DE/3_Praevention_und_Arbeitshilfen/1_Branchen/11_Sport/02_HANDBALL/2_Diagnostik_Versorgung/01_Funktionelle_Tests/01_Schwerpunkt_Beinachse/Schwerpunkt_Maximal_Schnellkraft_node.html)
- Vieira, L.H.P., Carling, C., Barbieri, F.A., Aquino, R. & Santiago, P.R.P. (2019). Match running performance in young soccer players: a systematic review. *Sports Medicine*, 49(2), 289-318.
- Votteler, A. & Höner, O. (2014). The relative age effect in the German Football TID Programme: Biases in motor performance diagnostics and effects on single motor abilities and skills in groups of selected players. *European Journal of Sport Science*, 14(5), 433-442.
- Waldron, M. & Murphy, A. (2013). A comparison of physical abilities and match performance characteristics among elite and subelite under-14 soccer players. *Pediatric Exercise Science*, 25(3), 423-434.
- Wallace, J.L. & Norton, K.I. (2014). Evolution of World Cup soccer final games 1966-2010: Game structure, speed and play patterns. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 223-228.
- Wang, Y.-C. & Zhang, N. (2016). Effects of plyometric training on soccer players. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 12(2), 550-554.
- Weineck, J. (2010). *Optimales Training* (Band 16). Balingen: Spitta.
- WELT. (2016). Die Liste der teuersten deutschen Fußball-Transfers: Sané und Özil an der Spitze. *WELT*.
- Williams, A.M. & Reilly, T. (2010). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 657-667.
- Wirth, K., Keiner, M., Szilvas, E., Hartmann, H. & Sander, A. (2015). Effects of eccentric strength training on different maximal strength and speed-strength parameters of the lower extremity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1837-1845.
- Wirth, K., Sander, A., Keiner, M. & Schmidtbleicher, D. (2011). Leistungsfähigkeit im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus sportlich aktiver und inaktiver Kinder und Jugendlicher. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 62(11), 345-350.
- Wirth, K., Schlumberger, A., Zawieja, M. & Hartmann, H. (2012). *Krafttraining im Leistungssport: Theoretische und praktische Grundlagen für Trainer und Athleten*. Hellenthal: Sportverlag Strauss.
- WMA. (2018). *WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects*. Zugriff am 01.09.2020 unter <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>
- Wong, P.-L., Chamari, K., Dellal, A. & Wisløff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1204-1210.

- Wong, P.-l., Chamari, K. & Wisløff, U. (2010). Effects of 12-week on-field combined strength and power training on physical performance among U-14 young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 644-652.
- Yang, G., Leicht, A.S., Lago, C. & Gómez, M.-Á. (2018). Key team physical and technical performance indicators indicative of team quality in the soccer Chinese super league. *Research in Sports Medicine*, 26(2), 158-167.
- Yildiz, S., Ates, O., Gelen, E., Çirak, E., Bakici, D., Sert, V., et al. (2018). The Relationship between Start Speed, Acceleration and Speed Performances in Soccer. *Universal Journal of Educational Research*, 6(8), 1697-1700.
- Young, W.B., Dawson, B. & Henry, G.J. (2015). Agility and change-of-direction speed are independent skills: Implications for training for agility in invasion sports. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(1), 159-169.
- Young, W.B., Pryor, J.F. & Wilson, G.J. (1995). Effect of instructions on characteristics of countermovement and drop jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(4), 232-236.
- Ziegler, A. (2010). Hochbegabte und Begabtenförderung. In R. Tippelt & B. Schmidt (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (S. 937-951). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Ziegler, A. (2018). Hochbegabte, Begabtenförderung und Bildung. In R. Tippelt & B. Schmidt-Hertha (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (S. 1279-1296). Wiesbaden: Springer.
- Ziogas, G.G., Patras, K.N., Stergiou, N. & Georgoulis, A.D. (2011). Velocity at lactate threshold and running economy must also be considered along with maximal oxygen uptake when testing elite soccer players during preseason. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 414-419.

# Curriculum Vitae

## Akademische Laufbahn

---

- 07.2015 - 07.2021 Doktorand an der Technischen Universität Kaiserslautern; angestrebter Abschluss: Doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)
- 09.2011 - 11.2014 Masterstudium mit dem Doppelabschluss Leistungssport sowie Bewegungs- und Sporttherapie an der Universität des Saarlandes; Abschluss: Master of Science (M.Sc.)
- 09.2008 - 07.2011 Bachelorstudium der Sportwissenschaft an der Universität des Saarlandes; Abschluss: Bachelor of Arts (B.A.)

## Berufliche Laufbahn

---

- 10.2019 - heute Laborleiter der Ergometrie am Lehrstuhl für Bewegungs- und Trainingswissenschaft der Technischen Universität Kaiserslautern
- 01.2017 - heute Athletiktrainer von Karateweltmeister Jonathan Horne für den Olympiastützpunkt Rheinland-Pfalz/Saarland
- 10.2016 - heute Athletiktrainer für den Olympiastützpunkt Rheinland-Pfalz/Saarland am Bundesstützpunkt Ringen Schifferstadt
- 07.2015 - heute Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Universität Kaiserslautern (TUK)
- 01.2015 – 07.2015 Trainer bei Fitness First Saarbrücken
- 05.2011 - 06.2014 Wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Sport- und Präventivmedizin Saarbrücken



## **Weiterbildungen**

---

11.2017	EMS-Trainer (GluckerKolleg)
06.2016	DOSB Übungsleiter für Sport in der Rehabilitation und Sport mit Herzgruppen (Sportbund Rheinland-Pfalz)
06.2016	DOSB Übungsleiter Breitensport: Fitness und Gesundheit (Sportbund Rheinland-Pfalz)
08.2012	Fußballtrainer B-Lizenz (DFB)
02.2012	Fitnesstrainer A-Lizenz (DFLV)

## **Lehrtätigkeiten**

---

04.2020 - heute	Grundlagen der Sport- und Gesundheitswissenschaften
10.2020 - heute	Fitnessstraining und MTT
04.2019 - heute	Anatomisch-physiologisches Grundpraktikum
10.2018 - heute	Grundkurs Psychomotorik
04.2016 - heute	Grundkurs Fußball
04.2016 – 02.2018	Leistungsphysiologische Verfahren
10.2015 – 02.2018	Grundkurs Psychomotorik und Gesundheitssport

## **Kongressteilnahmen**

---

11.2020	Vortrag: #Sport #Gesundheit #Digitalisierung – Der Kongress zu Chancen und Risiken der Digitalisierung in Sport und Gesundheit, Kaiserslautern
09.2019	Vortrag: Sportkongress - 70 Jahre Sportbund Pfalz, Kaiserslautern

---

02.2019	Posterpräsentation: Exercise & Training Conference, Würzburg
09.2017	Vortrag: Jahrestagung der dvs-Sektion Trainingswissenschaft, Mainz
06.2016	Vortrag: Jahrestagung der dvs-Sektion Leichtathletik, Kassel
09.2014	Vortrag: 45. Deutscher Sportärztekongress, Frankfurt am Main

## Publikationen

---

**Backfisch, M.** & Fröhlich, M. (2021). Leistungsdiagnostische Analyse der Sprungkraftfähigkeit von deutschen Jugendfußballern. Sprenger, M., Dindorf, C., Defren, S., Steinke, B. & Fröhlich, M. (2021). #Sport #Gesundheit #Digital. *Der Kongress zu Chancen und Risiken der Digitalisierung in Sport und Gesundheit (S. 200-203)*. Kaiserslautern: Technische Universität Kaiserslautern.

**Backfisch, M.**, Ludwig, O., Fröhlich, M. (2019). Vertical jump performance in german youth Soccer Players. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 49 (1), 9.

**Backfisch, M.** & Becker, S. (2018). Erfahrungsberichte von Absolventen. In S. Stock, P. Schneider, E. Peper & E. Molitor (Hrsg.), *Erfolgreich wissenschaftlich arbeiten. Alles, was Studierende wissen sollten*. Berlin: Springer.

Berger, J., Ludwig, O., Becker, S., **Backfisch, M.**, Kemmler, W. & Fröhlich, M. (2020). Effects of an Impulse Frequency Dependent 10-Week Whole-Body Electromyostimulation Training Program on Specific Sport Performance Parameters. *Journal of Sports Science and Medicine*. 19, 271-281.

Ludwig, O., Berger, J., Schuh, T., **Backfisch, M.**, Becker, S. (2020). Can a superimposed Whole-Body Electrostimulation intervention enhance the effects of a 10-week athletic strength training in youth elite soccer players? *Journal of Sports Science and Medicine*, 19, 535-546.

- 
- Zart, S., **Backfisch, M.**, Höh, S., Fröhlich, M., Ledwina, E. & Leimbach B. (2019). Untersuchung torwärtspezifischer Lauftechniken anhand kinematischer und pedographischer Merkmale. In A. Woll & S. Altmann (Hrsg.), *Wissenschaft & Praxis. Beiträge und Analysen zum Fußballsport XX. 27. Jahrestagung der dvs-Kommission Fußball vom 07.-09. Oktober 2019 in Karlsruhe* (S. 69). Hamburg: Feldhaus Edition Czwalina.
- Becker, S., Berger, J., **Backfisch, M.**, Ludwig, O., & Fröhlich, M. (2019). Evaluation of the Bourban Trunk Muscle Strength Test Based on Electromyographic Parameters. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 4 (35), 1-11.
- Becker, S., Berger, J., **Backfisch, M.**, Ludwig, O., Kelm, J. & Fröhlich, M. (2019). Effects of a 6-Week Strength Training of the Neck Flexors and Extensors on the Head Acceleration during Headers in Soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18 (4), 729-737.
- Berger, J., Becker, S., **Backfisch, M.**, Eifler, C., Kemmler, W. & Fröhlich, M. (2019). Adjustments effects of maximum current tolerance during whole-body electromyostimulation Training. *Frontiers in Physiology*, 10, 920.
- Kemmler, W., Weissenfels, A., Willert, S., Fröhlich, M., Ludwig, O., Berger, J., Zart, S., Becker, S., **Backfisch, M.**, Kleinöder, H., Dörmann, U., Wirtz, N., Wegener, B., Konrad, K. L., Eifler, C., Krug, J., Zinner, C., Müller, S., Vatter, J., Authenrieth, S., Beisswenger, T., Teschler, M., von Stengel, S. (2019). Recommended Contraindications for the Use of Non-Medical WB-Electromyostimulation. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 70 (11), 278-282.
- Zart, S., **Backfisch, M.** & Mayer, F. (2018). Quantitative Analyse der Lauftechniken bei Fußballtorhütern. In H. Plessner, F. Borkenhagen, R. Heim & K. Roth (Hrsg.), *Instruktion vs. Selbstregulation im Sportspiel. 11. Sportspiel-Symposium der dvs vom 13.-15. September 2018 in Heidelberg*. (S. 82). Hamburg: Feldhaus Edition Czwalina.

---

Fröhlich, M., Zart, S., **Backfisch, M.**, Bilan, J. & Reusch, L. (2017). Einfluss regenerativer Sportgetränke auf die 800-m, 400-m und 200-m Laufleistung nach vorheriger Ausbelastung. In A. Schwirtz, F. Mess, Y. Demetriou & V. Senner (Hrsg.), *Innovation & Technologie im Sport* (S. 116). Hamburg: Feldhaus Edition Czwalina.

Zart, S., Fröhlich, M., **Backfisch, M.**, Reusch, L. & Bilan, J. (2017). Einfluss regenerativer Sportgetränke auf Herzfrequenz- und Laktatverhalten bei Ausbelastung über 5000-m, 3000-m und 1500-m. In A. Schwirtz, F. Mess, Y. Demetriou & V. Senner (Hrsg.), *Innovation & Technologie im Sport* (S. 117). Hamburg: Feldhaus Edition Czwalina.

Fröhlich, M., Gassmann, F., Becker, S., **Backfisch, M.** & Emrich, E. (2016). 30 Jahre Bewertungstabelle im Zehnkampf: Ist eine Revision nötig? *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 57 (2), 81-98.