

**Identifizierung leistungsbestimmender Merkmale  
des Sprungaufschlages im  
Sportspiel Volleyball in Training und Wettkampf**

**Dissertation**

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor philosophiae (Dr. phil.)

genehmigt durch die

Fakultät für Humanwissenschaften

der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

von Antje Reuleke

geb. am 26.01.1984 in Gardelegen

Gutachterin: Prof. Dr. habil. Dagmar Lühnenschloß

Gutachter: Prof. Dr. habil. Jürgen Edelman-Nusser

Eingereicht am: 18.09.2014

Verteidigung der Dissertation am: 20.04.2015

## DANKSAGUNG

„MIT EINEM KRITISCHEN FREUND AN DER SEITE  
KOMMT MAN IMMER SCHNELLER VOM FLECK.“

Johann Wolfgang von Goethe

An dieser Stelle möchte ich all denen aufrichtig danken, die zum Gelingen des Promotionsvorhabens beigetragen haben.

Besonders hervorheben möchte ich die Unterstützung meiner wissenschaftlichen Betreuerin Prof. Dr. D. Lühnenschloß, die mich von der Idee bis zur Verteidigung der Arbeit begleitet hat und mich stets durch kritische Gespräche und gewinnbringende Diskussionen vorangebracht hat. Des Weiteren möchte ich mich bei Prof. Dr. J. Edelmann-Nusser für die Unterstützung und die Begutachtung der Arbeit bedanken.

Mein besonderer Dank gilt ebenso Dr. Christine Stucke, die mich bei der statistischen Auswertung unterstützt hat sowie Dr. Guido Meyer und Dr. Nico Ganther für die fachlichen Gespräche und motivierenden Worte in den verschiedenen Phasen der Arbeit.

Ich möchte mich herzlich bei der 1. Herrenmannschaft des Chemie Volley Mitteldeutschland bedanken, die an dem Forschungsprojekt teilgenommen haben. Ein besonderer Dank gilt Christoph Helbig, der eine Vielzahl von Sprungaufschlägen absolvieren musste, um das Gelingen des Projektes zu garantieren.

Ein Dank geht ebenso an die Studenten, die diese Arbeit begleitet und mich bei den Untersuchungen und der Auswertung unterstützt haben.

Von ganzem Herzen möchte ich mich bei meinen Freunden bedanken, die mir während der gesamten Zeit zur Seite standen und geholfen haben, wo sie konnten sowie mich stets motivierten das Projekt zu Ende zu bringen. Insbesondere möchte ich meinen besten Freundinnen Stephanie Schindler und Olga Patlan danken, die immer die richtigen Worte fanden und in jeder Situation an mich geglaubt haben sowie meinem Freund Ingmar Schwan, der in dieser wichtigen Zeit mein Rückhalt war. Meiner Familie verdanke ich die Begeisterung für den Sport und die Möglichkeit diesen Weg zu gehen.

Magdeburg, im Juni 2015

Antje Reuleke

## INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	IV
TABELLENVERZEICHNIS .....	VII
1 EINLEITUNG.....	1
1.1 ZIELSTELLUNG DER ARBEIT .....	1
1.2 AUFBAU DER ARBEIT .....	3
2 THEORETISCHER HINTERGRUND UND FORSCHUNGSSTAND .....	5
2.1 MODELLBILDUNG DER LEISTUNGSSTRUKTUR IN DER TRAININGSWISSENSCHAFT .....	5
2.1.1 <i>Leistungsstrukturmodelle in der Trainingswissenschaft</i> .....	5
2.1.2 <i>Strukturierung sportlicher Leistungen</i> .....	10
2.2 LEISTUNGSSTRUKTUR IM SPORTSPIEL .....	13
2.2.1 <i>Untersuchungsmethoden in der Sportspielforschung</i> .....	13
2.2.2 <i>Komponenten der sportlichen Leistungsfähigkeit im Sportspiel</i> .....	14
2.2.3 <i>Strukturmodelle der sportlichen Leistung im Sportspiel</i> .....	15
2.3 LEISTUNGSVORAUSSETZUNGEN UND LEISTUNGSSTRUKTUR IM VOLLEYBALL .....	19
2.3.1 <i>Leistungsvoraussetzungen im Volleyball</i> .....	19
2.3.2 <i>Leistungsstruktur und leistungsrelevante Parameter – Forschungsstand</i> .....	26
2.4 LEISTUNGSVORAUSSETZUNGEN DES SPRUNGAUFSCHLAGES .....	34
2.4.1 <i>Einordnung des Sprungaufschlages</i> .....	34
2.4.2 <i>Allgemeine Bewegungsbeschreibung des Sprungaufschlages</i> .....	36
2.4.3 <i>Forschungsstand zum Sprungaufschlag</i> .....	43
2.4.4 <i>Logisch-leistungsrelevante Merkmale</i> .....	47
2.5 ANFORDERUNGEN AN MESSVERFAHREN.....	50
3 PROBLEMSTELLUNG UND FORMULIERUNG DER FORSCHUNGSFRAGEN .....	53
3.1 PROBLEMSTELLUNG .....	53
3.2 FORSCHUNGSFRAGEN .....	54
4 HYPOTHESEN- UND MODELLBILDUNG .....	55
4.1 MODELLBILDUNG .....	55
4.2 HYPOTHESENFORMULIERUNG .....	59
4.3 KONSTRUKT- OPERATIONALISIERUNG.....	61
5 METHODIK .....	67
5.1 UNTERSUCHUNGSDESIGN .....	67
5.2 METHODEN DER DATENERFASSUNG .....	68
5.2.1 <i>Anthropometrische Untersuchungen</i> .....	68
5.2.2 <i>Psychologische Diagnostik</i> .....	71
5.2.3 <i>Sportmotorische Tests</i> .....	72
5.2.4 <i>Bewegungsanalyse</i> .....	76
5.2.5 <i>Systematische Spielbeobachtung</i> .....	79
5.3 METHODEN DER DATENAUSWERTUNG .....	79
5.4 GÜTEKRITERIEN .....	81
5.5 KRITISCHE BETRACHTUNG DER METHODIK .....	84

6	ERGEBNISSE .....	87
6.1	DESKRIPTIVE STATISTIK.....	87
6.1.1	<i>Anthropometrie</i> .....	87
6.1.2	<i>Psychologische Tests</i> .....	88
6.1.3	<i>Sportmotorische Tests</i> .....	89
6.1.4	<i>Bewegungsanalyse</i> .....	91
6.1.5	<i>Systematische Spielbeobachtung</i> .....	95
6.2	DARSTELLUNG DER ZUSAMMENHÄNGE .....	98
6.2.1	<i>Zusammenhänge anthropometrische und konditionelle Größen</i> .....	98
6.2.2	<i>Zusammenhänge konditionelle Fähigkeiten und kinematische Parameter</i> .....	101
6.2.3	<i>Zusammenhänge Geschwindigkeitsparameter und Effektivität</i> .....	106
6.2.4	<i>Zusammenhänge Geschwindigkeitsparameter und Zielgenauigkeit</i> .....	107
7	INTERPRETATION DER ERGEBNISSE .....	108
7.1	ÜBERPRÜFUNG DER HYPOTHESEN UND FRAGESTELLUNGEN .....	108
7.1.1	<i>Fragestellung 1</i> .....	108
7.1.2	<i>Fragestellung 2</i> .....	113
7.1.3	<i>Fragestellung 3</i> .....	114
7.2	BEZIEHUNGSGEFÜGE LEISTUNGSRELEVANTER MERKMALE .....	114
7.3	DAS LEISTUNGSSTRUKTURMODELL FÜR DEN SPRUNGAUFSCHLAG .....	116
8	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK .....	119
9	ANHANG .....	124
9.1	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	124
9.2	DOKUMENTATIONSBÖGEN .....	125
9.3	DESKRIPTIVE STATISTIK.....	131
9.4	ALLGEMEINES LINEARES MODELL .....	135
9.5	KORRELATIONSTABELLEN FRAGESTELLUNG 1 .....	136
9.6	KORRELATIONSTABELLEN FRAGESTELLUNG 2 .....	149
9.7	KORRELATIONSTABELLEN & ALM FRAGESTELLUNG 3 .....	151
9.8	KORRELATIONEN SH UND V: 3D-ANALYSE SPIELER 8 MESSUNG 4: .....	153
9.9	BLAND-ALTMANN-DIAGRAMME .....	154
9.10	DATEN FÜR DIE EINZELNEN SPORTLER .....	156
10	LITERATURVERZEICHNIS .....	162
	SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG .....	168
	LEBENSLAUF .....	169



## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1; ELEMENTE DER KÖRPERLICHEN LEISTUNGSFÄHIGKEIT (GROPLER & THIESS, 1976) ..06	
ABBILDUNG 2: MODELL DER LEISTUNGSSTRUKTUR NACH BAUERSFELD UND SCHRÖTER (1979) (HOHMANN , 2010).....	07
ABBILDUNG 3: MODELLANSATZ DER VERALLGEMEINERTEN STRUKTUR SPORTLICHER LEISTUNGEN MODIFIKATION NACH GUNDLACH.....	08
ABBILDUNG 4: BEISPIEL FÜR EIN DEDUKTIONSKETTENMODELL (HOHMANN, 2010) .....	09
ABBILDUNG 5: MODELL DER KOMPLEXEN SPORTSPIELLEISTUNG (HOHMANN & BRACK, 1983) .....	10
ABBILDUNG 6 HIERARCHISIERUNG DER KOMPLEXEN INDIVIDUELLEN SPORTSPIELLEISTUNG .....	17
ABBILDUNG 7: HANDLUNGSKETTEN ALS TYPISCHE SPIELSTRUKTUR IM VOLLEYBALL .....	19
ABBILDUNG 8: TECHNIK UND INDIVIDUELLE TAKTIK DER HANDLUNGEN MIT BALL (NACH STIEHLER, KONZAG & DÖBLER, 1988).....	22
ABBILDUNG 9: DURCHSCHNITTLICHE SPRUNGHANDLUNGEN DER SPIELER/STUNDE (BACHER, 2008)	23
ABBILDUNG 10: BEDINGUNGSGEFÜGE DER SPORTLICHEN QUALIFIKATION IM VOLLEYBALL NACH H.LETZELTER (NACH M.LETZELTER 1978 IN BRACK, 1983).....	24
ABBILDUNG 11: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER SPIELSTRUKTUR IM VOLLEYBALL UND DER <u>UNTERSUCHUNGSRELEVANTEN</u> KONDITIONELLEN UND TECHNOMOTORISCHEN MERKMALE (BRACK, 1983).....	26
ABBILDUNG 12: EMPIRISCH STATISTISCHES STRUKTURMODELL DER SPEZIELLEN SPORTMOTORISCHEN LEISTUNGSFÄHIGKEIT IM VOLLEYBALL DER FRAUEN (BRACK, 1983) .....	28
ABBILDUNG 13: PROZENTUALE VERTEILUNG DER AUFSCHLAGTECHNIKEN (BACHER, 2008) .....	34
ABBILDUNG 14: RÄUMLICHE UND ZEITLICHE AUFTEILUNG DER BEWEGUNG (PEIKENKAMP, NATRUP & NICOL, 1993) .....	37
ABBILDUNG 15: BEWEGUNGSABLAUF SPIELER 8 (MESSUNG 5.02.2011) .....	37
ABBILDUNG 16: STEMMSCHRITT RECHTS MIT MAXIMALER HYPEREXTENSION DER SCHULTER UND VORNEIGUNG DES RUMPFES (ALEXANDER & HONISH, 2009) .....	39
ABBILDUNG 17: BEWEGUNGSABLAUF DES SPRUNGAUFSCHLAGES VOM STEMMSCHRITT (A), ABSPRUNG (B), SCHLAGAUSLAGE (C), SCHLAGBEWEGUNG (D) UND LANDUNG (E) .....	41
ABBILDUNG 18: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG EINES ZENTRALEN (A) UND EXZENTRISCHEN STOBES (B) (TILP, 2004).....	41
ABBILDUNG 19: SEITNEIGUNG BEI DER SCHLAGBEWEGUNG .....	42
ABBILDUNG 20: UNTERSUCHUNGSVARIABLEN (LEHNERT, JANURA & STROMSIK, 2003) .....	43
ABBILDUNG 21: ZIELZONEN DES AUFSCHLAGTESTS NACH LIDOR, ARNON & HERSHKO (2007) .....	45
ABBILDUNG 22: VERTIKALE ORDNUNG DER LEISTUNGSFAKTOREN .....	57

ABBILDUNG 23: VORLÄUFIGES LEISTUNGSSTRUKTURMODELL FÜR DEN SPRUNGAUFSCHLAG IN ANLEHNUNG AN HOHMANN & BRACK (1983) .....	58
ABBILDUNG 24: MESSINDIKATOREN ANTHROPOMETRIE .....	61
ABBILDUNG 25: MESSINDIKATOREN DER PERSÖNLICHKEIT/ WETTKAMPFANGST.....	61
ABBILDUNG 26: MESSINDIKATOREN FÜR DIE SPRUNGKRAFT .....	62
ABBILDUNG 27: MESSINDIKATOREN DER SCHNELLKRAFT DER OBEREN EXTREMITÄTEN.....	62
ABBILDUNG 28: MESSINDIKATOREN DER BEWEGLICHKEIT DER OBEREN EXTREMITÄTEN.....	63
ABBILDUNG 29: MESSINDIKATOREN FÜR DIE KINEMATIK DES SPIELERS .....	63
ABBILDUNG 30: MESSINDIKATOREN DER KINEMATIK DES BALLES .....	64
ABBILDUNG 31: MESSINDIKATOREN FÜR DIE EFFEKTIVITÄT .....	64
ABBILDUNG 32: SCHEMA ZUM METHODISCHEN VORGEHEN ZUR ANALYSE DER LEISTUNGSSTRUKTUR DES SPRUNGAUFSCHLAGES.....	65
ABBILDUNG 33: DARSTELLUNG DER DATENSÄTZE (DS) DER UNTERSUCHTEN VARIABLEN UND WECHSELWIRKUNGEN IM KONTEXT DER FRAGESTELLUNGEN .....	66
ABBILDUNG 34: ZEITLICHER VERLAUF DER MESSZEITPUNKTE DER LEISTUNGSDIAGNOSTIK UND DER ANALYSIERTEN HEIMSPIELE IN DER SAISON 2010/2011 .....	67
ABBILDUNG 35: MESSPUNKTE DER VIERPUNKTMESSUNG (1-4) NACH DURNING & WORMERSLEY (1974) UND DER ERFASSUNG BIAKROMIALEN SCHULTERBREITE (5).....	70
ABBILDUNG 36: VERSUCHSAUFBAU FERTIGKEITSTEST MIT ZIELZONEN 1-9 .....	77
ABBILDUNG 37: MARKERPOSITIONEN 3D-BEWEGUNGSANALYSE .....	78
ABBILDUNG 38: VERSUCHSAUFBAU 2D ANALYSE TRAINING UND WETTKAMPF MIT KALIBRIERUNGSSYSTEM .....	78
ABBILDUNG 39: PROGRAMMFENSTER SIMI MOTION; AUSWERTUNG DER KOORDINATEN KNIE RECHTS SPIELER 8 CVM VS EVIVO DÜREN 23.10.2010 .....	80
ABBILDUNG 40: BLAND-ALTMANN-DIAGRAMM $v_{BALL}$ .....	84
ABBILDUNG 41: VERLAUF DES KÖRPERFETTANTEILS ÜBER DIE SAISON .....	87
ABBILDUNG 42: ÜBERSICHT DER WERTE DER KATEGORIEN DER WETTKAMPFANGST FÜR SPIELER...88	
ABBILDUNG 43: ÜBERSICHT DER MEDIANE UND EXTREMWERTE DER SK UND SKOE .....	90
ABBILDUNG 44: DARSTELLUNG DER GESCHWINDIGKEITEN DER HAND (SUBSYSTEM 2) UND DER BALLES (SUBSYSTEM 3) NACH ZONEN.....	92
ABBILDUNG 45: DARSTELLUNG DER BALLGESCHWINDIGKEITEN (SUBSYSTEM 3) NACH SPIELERN ....	92
ABBILDUNG 46: VERGLEICH DER SPRUNGHÖHEN IN TRAINING UND WETTKAMPF SPIELER 8 .....	94
ABBILDUNG 47: DARSTELLUNG DER EFFEKTIVITÄTSWERTE IM AUFSCHLAG FÜR DAS SPIEL GEGEN VFB FRIEDRICHSHAFEN .....	95

---

ABBILDUNG 48: VERTEILUNG DER EFFEKTIVÄTSWERTE ALLER SPIELER IN DER SAISON 2010/2011 N=1067 (HEIMSPIELE) .....	95
ABBILDUNG 49: VERTEILUNG DER EFFEKTIVÄTSWERTE SPIELER 8 IN DER SAISON 2010/2011 .....	96
ABBILDUNG 50: VERTEILUNG DER AUFSCHLAGZONEN DER MANNSCHAFT DER SAISON 2010/11 .....	97
ABBILDUNG 51: SIGNIFIKANTE (*) UND HOCH SIGNIFIKANTE (**) KORRELATIONEN DER KONDITIONELLEN UND ANTHROPOMETRISCHEN PARAMETER... ..	99
ABBILDUNG 52: AMOS MODELL DER FAKTOREN SCHNELLKRAFT, SPRUNGKRAFT, KONSTITUTION .	100
ABBILDUNG 53: KORRELATIONEN DER SCHNELLKRAFTPARAMETER DER OBEREN EXTREMITÄTEN UND DER HANDGESCHWINDIGKEIT .....	101
ABBILDUNG 54: KORRELATIONEN DER GESCHWINDIGKEITSPARAMETER IM FERTIGKEITSTEST .....	102
ABBILDUNG 55: KORRELATIONEN DER GESCHWINDIGKEITSPARAMETER FÜR SPIELER 8 .....	102
ABBILDUNG 56: KORRELATIONEN DER HÖHEN- UND LÄNGENMAßE BEIM SPRUNG IM FERTIGKEITSTEST .....	105
ABBILDUNG 57: KORRELATIONEN DER HÖHEN- UND LÄNGENMAßE BEIM SPRUNG IM WETTKAMPF FÜR SPIELER 8.....	105
ABBILDUNG 58: ZUSAMMENFASSUNG DER KORRELATIONEN FÜR DIE LEISTUNGSDIAGNOSTIK FRAGE- STELLUNG 1 .....	112
ABBILDUNG 59: LEISTUNGSSTRUKTURMODELL FÜR DEN SPRUNGAUFSCHLAG IM VOLLEYBALL.....	117

## TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1: HÄUFIGKEITEN DER BALLBERÜHRUNGEN UND NETZÜBERQUERUNGEN .....	21
TABELLE 2: HÄUFIGKEITEN DER ELEMENTE DER INNEREN STRUKTUR .....	22
TABELLE 3: ÜBERBLICK DER PROBANDENZAHLEN VON AUSGEWÄHLTEN STUDIEN .....	29
TABELLE 4: ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE AUSGEWÄHLTER STUDIEN ZU GESCHWINDIGKEITSVERLÄUFEN.....	44
TABELLE 5: ÜBERSICHT ÜBER DIE MERKMALE DER DATENANALYSE.....	68
TABELLE 6: REIHENFOLGE DES SPRUNGMERKMALE TESTS .....	72
TABELLE 7: MARKERPOSITIONEN BEWEGUNGSANALYSE TRAINING .....	77
TABELLE 8: DATA-VOLLEY CODES ZUR BESCHREIBUNG DER EFFEKTIVITÄT DES AUFSCHLAGES .....	79
TABELLE 9: RELIABILITÄTSKOEFFIZIENTEN 1.....	82
TABELLE 10: RELIABILITÄTSKOEFFIZIENTEN 2.....	82
TABELLE 11: MITTELWERTE DER PROZENTUALEN ABWEICHUNG ZWISCHEN 2D- UND 3D-ANALYSE .....	83
TABELLE 12: ÜBERSICHT DER ERFASSTEN ANTHROPOMETRISCHEN PARAMETER VON MESSUNG 1-3 .....	87
TABELLE 13: DESKRIPTIVE STATISTIK DER SPORTMOTORISCHEN TESTS .....	89
TABELLE 14: DESKRIPTIVE STATISTIK DES FERTIGKEITSTESTS MESSUNG 2 .....	91
TABELLE 15: VERGLEICH DER MITTELWERTE DER KINEMATISCHEN PARAMETER IN WETTKAMPF UND TRAINING PRO SPIELER .....	93
TABELLE 16: ANTHROPOMETRISCHE MERKMALE, DIE SIGNIFIKANTE MODELLE FÜR DIE ABHÄNGIGEN VARIABLEN FÜR DIE MESSUNGEN 1-3 ERGEBEN.....	98
TABELLE 17: KORRELATIONEN SPRUNGHÖHE FERTIGKEITSTEST.....	101
TABELLE 18: KORRELATION ARM-RUMPF-WINKEL FERTIGKEITSTEST .....	101
TABELLE 19: KORRELATIONSKOEFFIZIENTEN IM FERTIGKEITSTEST (TRAINING) .....	103
TABELLE 20: KORRELATIONSKOEFFIZIENTEN IM WETTKAMPF SPIELER 8; 14; 9.....	104
TABELLE 21: KORRELATIONSKOEFFIZIENTEN DER EFFEKTIVITÄT UND DEN KINEMATISCHEN PARAMETER IM WETTKAMPF FÜR SPIELER 8; 14; 9 .....	106
TABELLE 22: KORRELATIONSKOEFFIZIENTEN EFFEKTIVITÄT UND ZIELZONE FÜR AUSGEWÄHLTE SPIELER.....	106
TABELLE 23: KORRELATIONSKOEFFIZIENTEN DER ZIELGENAUIGKEIT UND KINEMATISCHEN PARAMETERN.....	107
TABELLE 24: ERGEBNISSE AUSGEWÄHLTER STUDIEN IM VERGLEICH ZU UNTERSUCHUNGSERGEBNISSEN DER VORLIEGENDEN STUDIE. ....	121

# 1 Einleitung

## 1.1 Zielstellung der Arbeit

Die Qualität und Quantität des Aufschlagverhaltens in der 1. Bundesliga ist durch eine hohe Variationsbreite gekennzeichnet: Der Aufschlag kann aus dem Stand oder im Sprung ausgeführt und mit (Tennisaufschlag) oder ohne Effet (Flatteraufschlag) geschlagen werden. Der Aufschlag stellt das spieleinleitende Element im Sportspiel Volleyball dar, das als erste Angriffshandlung bewertet werden kann. Im Spitzensport wird der Aufschlag als spielentscheidende Technik beschrieben wie eine Reihe an Untersuchungen belegen (Alberda 1995, Langolf 2000, Papageorgiou & Spitzley 2010). Der Sprungaufschlag als effektivste Technik (vgl. Papageorgiou, 2006, S.76) ist ein komplexes Phänomen, dessen Bewegungsablauf durch eine Reihe qualitativer und quantitativer Merkmale determiniert wird.

Das Ziel der Arbeit ist es, Leistungsmodelle für den Sprungaufschlag im Volleyball zu entwickeln. Im Zentrum des Interesses steht die Wirksamkeit der Leistungsfaktoren im Zusammenhang mit ihren Erscheinungsformen im technischen Bewegungsablauf. Die sportliche Entwicklung der Leistungssportler wird in Training und Wettkampf im Längs- und Querschnitt untersucht. Es soll analysiert werden, ob die Effizienz des Sprungaufschlages im Sportspiel Volleyball durch die Leistungsvoraussetzungen und die Bewegungsgeschwindigkeit signifikant beeinflusst wird.

Es können drei Problemkreise aufgezeigt werden:

- (1) Einfluss der konditionellen und anthropometrischen Faktoren auf Bewegungsparameter
- (2) Einfluss der Bewegungsparameter auf die Effektivität in Training und Wettkampf
- (3) Stellenwert der Geschwindigkeitsparameter im Bewegungsablauf

Gegenstand der Untersuchung ist die empirische Analyse der komplexen Leistungsstruktur des Sprungaufschlages bei männlichen Hochleistungssportlern ausgehend von der zeitlichen Komponente. Die Probanden der Untersuchungsgruppe sind Spitzensportler des Bundesligisten Chemie Volley Mitteldeutschland, die sich durch ein hohes Leistungsniveau auszeichnen. Im Prozess der Bewegungsautomatisierung befinden sich die Sportler auf der höchsten Stufe der motorischen Technikentwicklung.

Auf dieser Ebene des motorischen Leistungsniveaus sollen insbesondere Geschwindigkeitsparameter sowie deren Wechselwirkungen in Training und Wettkampf erforscht werden. Begleitend werden konditionelle Leistungsvoraussetzungen untersucht, um die komplexe Leistungsstruktur des Sprungaufschlages abzubilden.

Die Größe der Untersuchungsgruppe sowie die interindividuellen Unterschiede der Probanden in der Technikausführung (Schlagtechnik, Sprungtechnik), eine hohe Variationsbreite des Automatisierungsgrades der Technik und die unterschiedlichen Voraussetzungen der anthropometrischen Parameter und des konditionellen Leistungsniveaus begründen die Auswahl der Studie als Einzelfallanalyse.

Diese ist als Zustands-, Prozess- und Strukturanalyse angelegt und wird folglich im Längs- und Querschnitt untersucht.

Es werden innerhalb der Mesozyklen ausgewählte exogene und endogene Leistungsfaktoren betrachtet. Die Erfassung der konditionellen Parameter erfolgt über sportmotorische Tests, die die Ergebnisse in den Bereichen Sprungkraft, Schnellkraft der oberen Extremitäten, Beweglichkeit des Schultergürtels sowie spielspezifischer Ausdauer erfassen. Begleitend werden anthropometrische Werte erhoben sowie ein psychologischer Test zur Wettkampfangst durchgeführt. Qualitative und quantitative Daten des Sprungaufschlages werden in Training und Wettkampf mit Hilfe videometrischer Analysen und einem Spielanalysesystem erhoben.

Im Mittelpunkt der Untersuchung stehen qualitative und quantitative Merkmale des Sprungaufschlages sowie die Wechselwirkung mit konditionellen Parametern, deren Wirkungsweise besonders im Wettkampf abgebildet werden soll. Ziel ist es, Rückschlüsse auf korrelative Zusammenhänge der Geschwindigkeitsparameter und der Effektivität im Wettkampf zu ziehen, um die komplexe Leistungsstruktur des Sprungaufschlages aufzuzeigen.

## 1.2 Aufbau der Arbeit

Als Grundlage der Untersuchung werden zunächst in Kapitel 2.1 die bestehenden Leistungsstrukturmodelle der Trainingswissenschaft dargestellt und kritisch hinterfragt. Weiterhin wird die Strukturierung sportlicher Leistung zur Bestimmung leistungsrelevanter Merkmale einer Sportart als grundlegendes forschungsmethodologisches Vorgehen erläutert.

Diese Erkenntnisse werden im Kapitel 2.2 auf das Sportspiel bezogen und der momentane Forschungsstand der Strukturierung der Sportspielleistung wird dargestellt. Im Folgenden werden die sportartspezifischen Leistungsvoraussetzungen für das Sportspiel Volleyball formuliert und der aktuelle Forschungsbedarf wird abgeleitet. Der Sprungaufschlag wird im Abschnitt 2.4 in diese Struktur eingeordnet. Auf Grundlage der Forschungsergebnisse, der vorher erläuterten fachwissenschaftlichen Kenntnisse und der Bewegungsanalyse werden logisch-leistungsrelevante Merkmale für diese Spielhandlung extrahiert.

Die Fragestellungen, die sich aus dem Forschungsstand und theoretischem Hintergrund ergeben, werden in Kapitel 3 formuliert.

Im Kapitel 4 werden die logisch-leistungsrelevanten Merkmale zusammengetragen, in Merkmalsgruppen geordnet und die wechselseitigen Beziehungen theoretisch erklärt. Auf dieser Grundlage wird im Punkt 4.1 ein vorläufiges Strukturmodell erarbeitet. Die Hypothesen, die sich aus dieser Modellbildung ergeben, werden im folgenden Kapitel formuliert. Zur Quantifizierung der leistungsbestimmenden Parameter müssen abschließend die Merkmale operationalisiert und geeignete Testverfahren ausgewählt werden.

In Kapitel 5 werden das Untersuchungsdesign sowie die Methoden der Datenerfassung und -auswertung beschrieben. Weiterhin werden die Gütekriterien der verwendeten Tests überprüft. Eine abschließende Methodenkritik zeigt mögliche Fehlerquellen der Untersuchung auf.

Die Ergebnisse der Untersuchung werden im 6. Kapitel dargestellt. Dabei werden zunächst die Werte der einzelnen Testverfahren in 6.1 abgebildet und folgend die Zusammenhänge der einzelnen Merkmale in 6.2 präsentiert.

Im vorletzten Kapitel werden die Hypothesen und das Bedingungsgefüge der leistungsrelevanten Merkmale anhand der Untersuchungsergebnisse überprüft. Schließlich werden die generierten Untersuchungsergebnisse mit bestehenden Forschungsergebnissen verglichen und diskutiert und die Gültigkeit des erstellten Modells im Kapitel 7.3 hinterfragt und gegebenenfalls korrigiert.

Abschließend werden die generierten Untersuchungsergebnisse zusammengefasst und ein Ausblick für die zukünftige Forschung gegeben.



## **2 Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand**

### **2.1 Modellbildung der Leistungsstruktur in der Trainingswissenschaft**

#### **2.1.1 Leistungsstrukturmodelle in der Trainingswissenschaft**

Eine zentrale Aufgabe der Trainingswissenschaft ist die Modellbildung zur Struktur der sportlichen Leistung, um das Training auf einer wissenschaftlichen Grundlage zu planen. Es ist notwendig, wesentliche Faktoren der Wettkampfleistung zu identifizieren und die Leistungsvoraussetzungen zu benennen, die zur Realisierung dieser Leistung grundlegend sind, sowie deren Wechselwirkung und Wichtung innerhalb des Gefüges abzubilden (vgl. Hohmann, Lames & Letzelter, 2010, S.27). Die sportliche Leistung wird in der Trainingswissenschaft definiert als „Einheit von Vollzug und Ergebnis einer sportlichen Handlung bzw. einer komplexen Handlungsfolge, gemessen bzw. bewertet an bestimmten sozial determinierten Normen.“ (Schnabel, Harre, Krug, & Alfred, 2005, S.38).

[Ein] „Modell ist ein abstraktes Abbild eines Systems. Es dient der Diagnose des Systemzustandes und der Prognose des Systemverhaltens.“ (Perl, 2002, S.15). Leistungsstrukturmodelle wurden zunächst als hypothetische Grundlage in der Theorie der Trainingslehre entwickelt, indem die Leistungsvoraussetzungen systematisiert wurden (vgl. Schnabel, Harre & Krug, 2009, S.45).

Für eine wissenschaftlich fundierte Trainingsplanung sind jedoch sowohl die Identifikation der Leistungsvoraussetzungen für die Wettkampfleistung als auch deren Einflussgröße sowie die wechselseitigen Beziehungen untereinander von zentraler Bedeutung. Daher müssen Leistungsstrukturmodelle den inneren Aufbau der sportlichen Leistung aus bestimmten Elementen und ihren Wechselwirkungen abbilden. „Zu den bestimmenden Elementen gehören einerseits Leistungskomponenten des aktuellen Leistungsvollzugs, das sind Teilleistungen und Teilprozesse, ausgedrückt in Kennwerten, Kennlinien und Merkmale sowie bestimmte komplexere Charakteristika wie Inhalt, Komposition bzw. Choreographie, andererseits die Leistungsfaktoren und die konstituierenden Leistungsvoraussetzungen.“ (Schnabel, Harre & Krug, 2009, S.45). Für die Betrachtung der unterschiedlichen Leistungsvoraussetzungen ist eine begriffliche Abgrenzung der motorischen Merkmale in Fähigkeiten und Fertigkeiten unabdingbar (vgl. Gropler & Thiess, 1976; Bös 1994; Roth & Willimczik, 1999, Roth 2002).

Im allgemeinen Strukturmodell nach Gropler und Thiess (1976) wird die körperliche Leistungsfähigkeit über den Fähigkeits- und Fertigkeitensbegriff definiert wie Abbildung 1 zeigt:

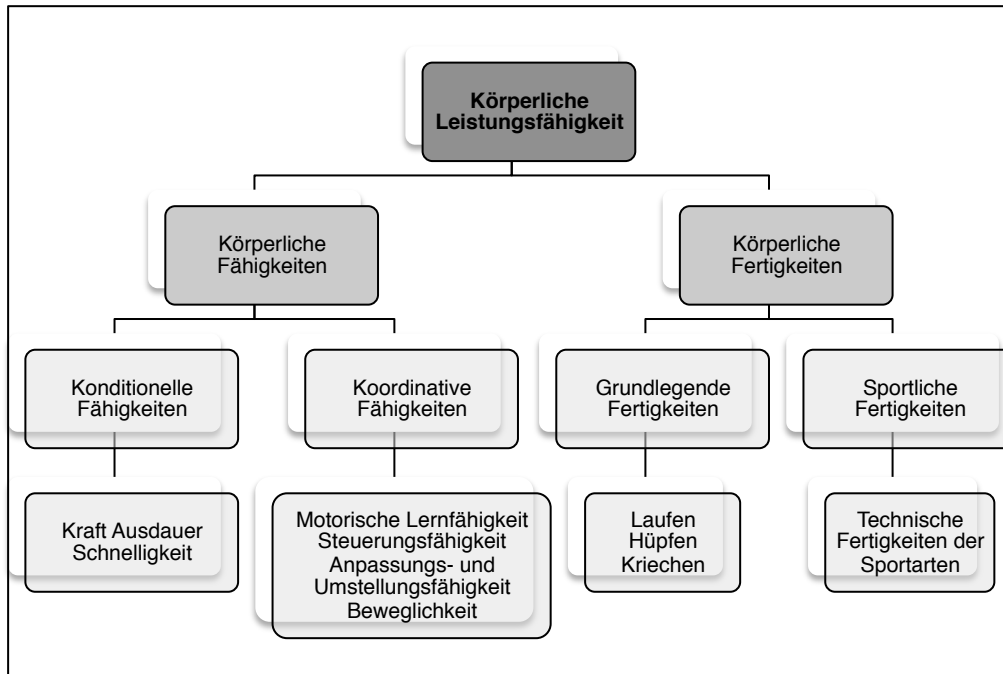


Abbildung 1: Elemente der körperlichen Leistungsfähigkeit (Gropler & Thiess, 1976, S.128)

In der Entwicklung der differentiellen Motorikforschung wurden die Begriffe motorische Fähigkeiten und Fertigkeiten geprägt:

„Die **motorischen Fertigkeiten** (motor skills) kennzeichnen individuelle Differenzen im Niveau der Steuerungs- und Funktionsprozesse, die der Realisierung jeweils spezifischer Bewegungen zu Grunde liegen. Sie sind prinzipiell mit einer bestimmten strukturellen Ausführungsform verknüpft, unterscheiden sich jedoch hinsichtlich ihres Grades der Offenheit vs. Geschlossenheit und ihres Transpotentials.“ (Roth & Willimczik, 1999, S. 232)

„**Motorische Fähigkeiten** (motor abilities) kennzeichnen individuelle Differenzen im Niveau der Steuerungs- und Funktionsprozesse, die bewegungsübergreifend von Bedeutung sind. Sie bilden die Voraussetzung für jeweils mehrere strukturell verschiedenartige Ausführungsformen und sind in ihrem Erklärungswert von unterschiedlicher Breite bzw. Generalität.“ (Roth & Willimczik, 1999, S. 233)

Die Fähigkeitsebene wird weiterhin in konditionelle und koordinative Fähigkeiten untergliedert und bildet die Grundlage für die Ausbildung der Fertigkeiten. Die Fertigkeitsebene umfasst grundlegende Fertigkeiten und sportartspezifische Fertigkeiten. Im

Wettkampf und Leistungssportbereich spielen insbesondere die sportartspezifischen Fähigkeiten und Fertigkeiten eine zentrale Rolle (vgl. Bös 1994, S.347f.).

Das Bedingungsgefüge der sportlichen Leistung wird maßgeblich durch die Struktur und Merkmale der Sportart determiniert. Generell gilt, je komplexer die Sportart, desto schwieriger ist es, die Einflussfaktoren zu identifizieren. Seit Jahren besteht in der Trainingswissenschaft die Forderung nach ganzheitlichen, integrativen Modellen, die theoretisch fundiert und empirisch belegt werden. Bei der Betrachtung der vorliegenden Modelle in der Trainingswissenschaft wird deutlich, dass ein Großteil lediglich die einzelnen Komponenten abbildet ohne die Wechselwirkungen bzw. Interaktion zwischen den Subsystemen in die Modellbildung einzubeziehen (vgl. Hohmann, Lames & Letzelter, 2010, S.44).

Hohmann et al. hinterfragen die Gültigkeit dieser Modelle und unterteilen diese in *Modelle ohne Kriteriumsleistung* und *Modelle mit Kriteriumsleistung*.

#### *Modelle ohne Kriteriumsleistung*

Diese Gruppe der Modelle benennt lediglich die Komponenten und kann dem Vorwurf der *boxology* nicht entgehen. Dabei werden die unterschiedlichen Elemente benannt und durch Beziehungspfeile miteinander verknüpft, die Natur der Verbindungspfeile bleibt jedoch unklar.

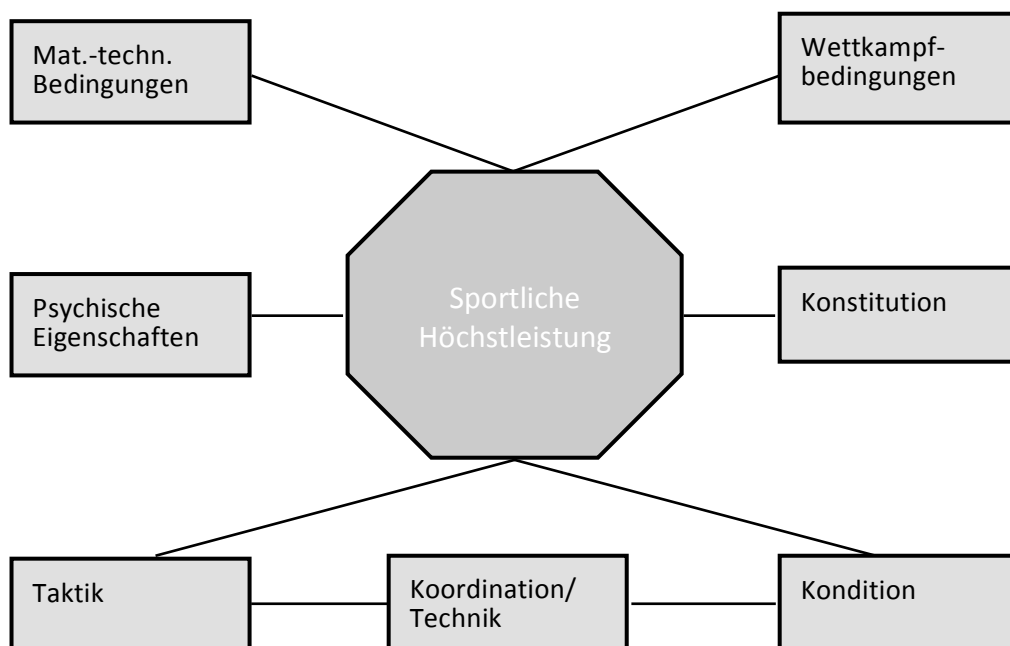


Abbildung 2: Modell der Leistungsstruktur nach Bauersfeld und Schröter (1979) (Hohmann , 2010, S.42)

Des Weiteren kann dem Modell vorgeworfen werden, dass eine Beliebigkeit bei der Auswahl der einzelnen Komponenten besteht, wie das Modell in Abbildung 2 zeigt (vgl. Hohmann et al., 2010, S.43). Es wird deutlich, dass diese Darstellung lediglich einer Auflistung gerecht wird und die definierten Anforderungen an ein Modell nicht erfüllt.

Das Modell von Gundlach (1980) hingegen präsentiert die Bildung des Leistungsvollzugs durch innere und äußere wirkende Faktoren und definiert die Wechselwirkungen genauer. „Die Pfeilverbindungen bringen zum Ausdruck:

- Jede Ebene wird im Leistungsvollzug nur wirksam durch den organisierenden Einfluss der übergeordneten Ebene
- Die jeweils übergeordnete Ebene kann ihrerseits nur wirksam werden über die untergeordnete Ebene“ (Schnabel, Harre & Krug, 2009, S.47)

Abbildung 3 zeigt, dass im Mittelpunkt des Modells die Ebenen des Leistungsvollzugs, ihre Ausprägung und die wechselseitigen Beziehungen stehen.

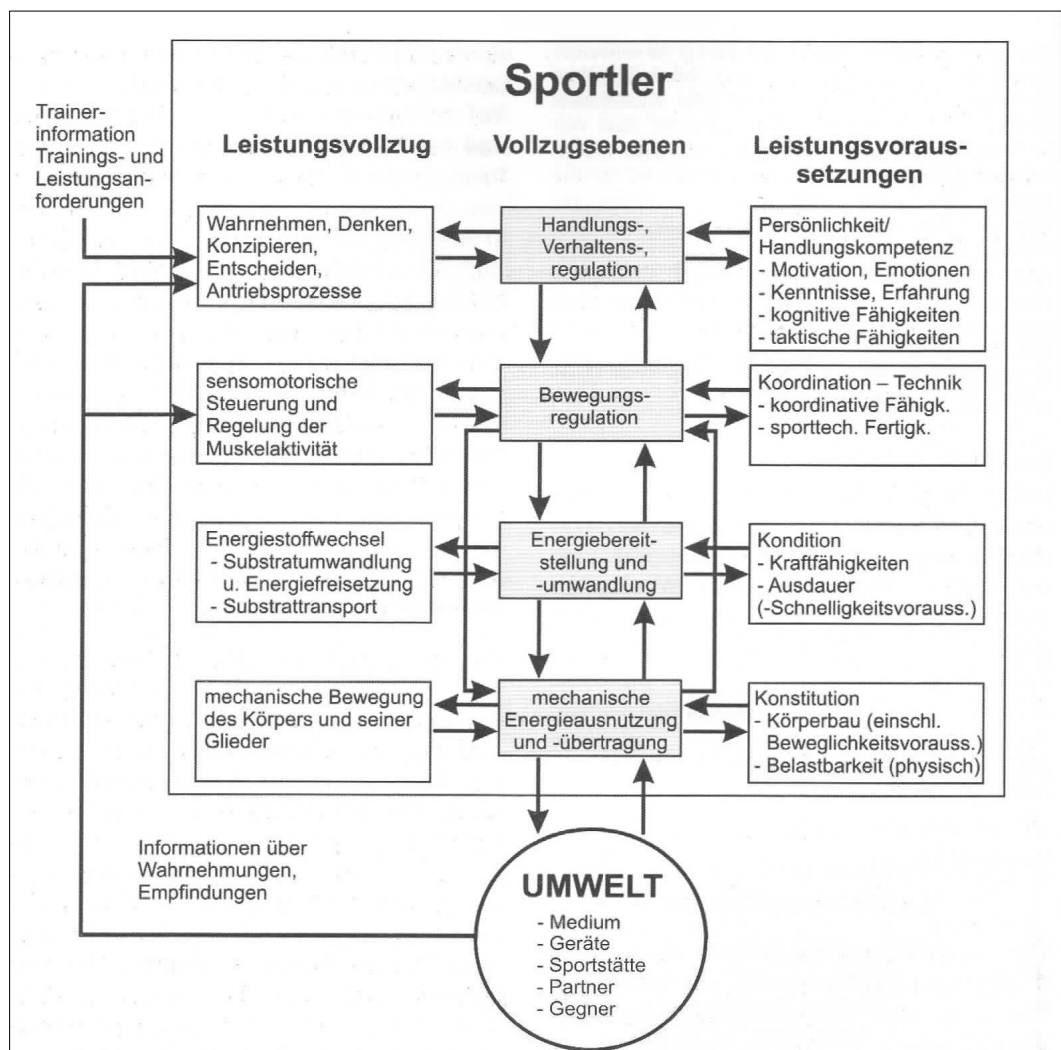


Abbildung 3: Modellansatz der verallgemeinerten Struktur sportlicher Leistungen (Leistungsvollzug und Leistungsfähigkeit) – Modifikation nach Gundlach (1980) (Schnabel, Harre & Krug, 2009, S.48)

Entsprechend dieser Darstellung sind die formalen Anforderungen an ein Leistungsstrukturmodell erfüllt, allerdings ist die Erfassung der inneren Regelvorgänge kaum möglich. Somit ist die empirische Belegbarkeit dieses Modells fraglich.

### *Modelle mit Kriteriumsleistung*

Diese Modelle der sportlichen Leistungsstruktur gehen eindeutig auf den Zusammenhang zwischen Einflussgrößen und dem Kriterium ein. Dabei sind das Modell der Deduktionsketten und das Pyramidenmodell repräsentativ. Ballreich entwickelte dieses Modell, das Einflussgrößen formuliert, „die entweder in einem deterministischen oder statistischen Zusammenhang zur Zielgröße stehen“ (Hohmann, 2010, S.45), was sich wiederum auf mehreren Ebenen wiederholt.

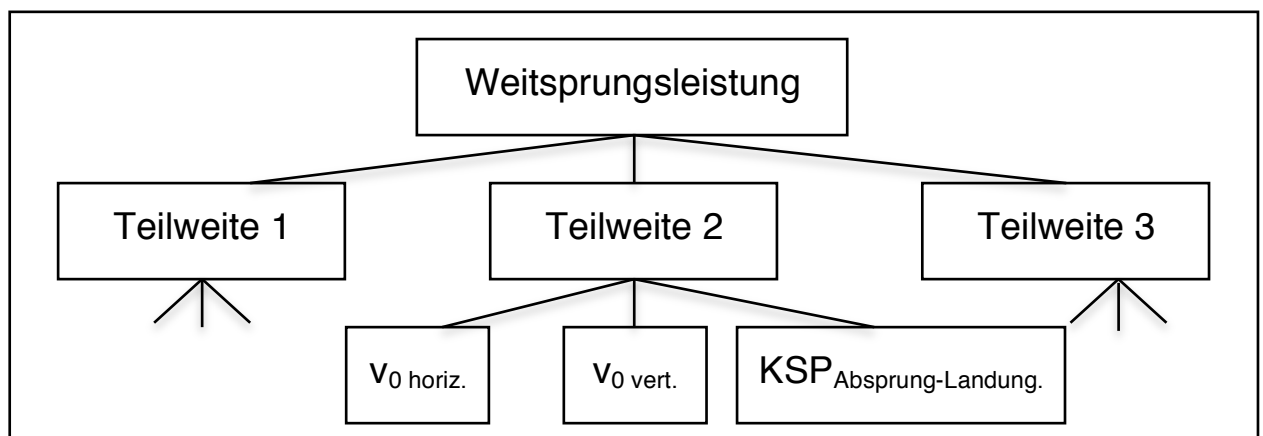


Abbildung 4: Beispiel für ein Deduktionskettenmodell (nach Hohmann, 2010, S.46)

Dieses Modell stellt die Zusammenhänge auf vertikaler Ebene dar und hierarchisiert somit die Einflussfaktoren in Bezug auf die Zielgröße, indem durch Regressionsanalysen korrelationsstatistische Verknüpfungen errechnet werden. Die Abhängigkeiten der Einflussgrößen untereinander bleiben jedoch außen vor.

Das Pyramidenmodell von Hohmann und Brack (1983, S.7f.) strukturiert die Leistung inhaltlich über die Erstellung mehrerer Ebenen und wurde für die komplexe Spielleistung entwickelt. Für diese Einteilung definieren sie drei Merkmale:

1. Die Merkmale der unteren Ebene werden über die obere wirksam
2. Die Beziehung ist nicht umkehrbar
3. Der Komplexitätsgrad der Merkmale nimmt ab (vgl. Hohmann, 2010, S.47)

Abbildung 5 zeigt, dass die Hauptkomponenten der Pyramide durch das Wettkampfvverhalten und die Leistungsvoraussetzungen gebildet werden. Das Wettkampfvverhalten wird über Beobachtungsverfahren erfasst, während die Leistungsvoraussetzungen mit Hilfe sportmotorischer Testverfahren überprüft werden.



Abbildung 5: Modell der komplexen Sportspielleistung  
(nach Hohmann & Brack, 1983 in Hohmann, 2010, S.47)

Die Beziehung zwischen den Ebenen wird unter Anwendung gängiger statistischer Verfahren ermittelt. Somit wird der korrelative Zusammenhang zwischen den Ebenen bestimmt, der die Bedeutsamkeit der Leistungsvoraussetzungen abbildet.

Jedoch kann auch dieses Modell den Anforderungen der ganzheitlichen Abbildung der sportlichen Leistung nicht genügen. Die vorliegenden Strukturmodelle schaffen es nicht die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Subsystemen abzubilden.

### 2.1.2 Strukturierung sportlicher Leistungen

Die Erstellung eines Leistungsstrukturmodells auf empirisch-analytischer Grundlage erfolgt nach den Schritten des empirisch-analytischen Forschungskonzepts der trainingswissenschaftlichen Leistungsdiagnostik nach Letzelter & Letzelter (1982, 352f.):

1. Hierarchisierung von Merkmalsgruppen
2. Ordnung interner Beziehungen

### 3. Priorisierung der Einflusshöhe

#### *Hierarchisierung von Merkmalsgruppen*

Im ersten Schritt werden die Merkmalsgruppen in verschiedene Ebenen bzw. Modellstufen gegliedert, die nicht umkehrbar aufeinander aufbauen. Diese vertikale Differenzierung ist fachwissenschaftlich-theoretisch begründet und muss den Anforderungen der logischen Konsistenz und empirischen Überprüfbarkeit genügen.

Ein Beispiel für diese vertikale Ordnung sind die bereits genannten Deduktionsketten (Ballreich) oder die Leistungspyramiden (Letzelter).

„Die trainingsdidaktische Hierarchisierung kann grundsätzlich in der ersten Erklärungsebene mit den drei Leistungskomponenten Kondition, Technik und Taktik einsetzen:

$$L = f(Ko, Te, Ta).“ \text{ (Letzelter \& Letzelter, 1982, S.353)}$$

Ziel ist es, alle Leistungskomponenten zu erfassen und in eine vertikale Ordnung zu bringen, die einen potentiellen Einfluss auf die Wettkampfleistung hat. (vgl. Felser, 2012, S.28) Ein häufig verwendetes Verfahren zur Überprüfung dieser Hierarchie ist die Regressionsanalyse.

#### *Bestimmung der internen Ordnung*

Im zweiten Schritt der Modellbildung geht es um die ebenenimmanente sowie ebenenübergreifende Ordnung der Merkmale. Dabei soll innerhalb einer Ebene eine horizontale Ordnung hergestellt werden, indem die Leistungsfaktoren nach inhaltlichen Dimensionen geordnet und zusammengefasst werden und die Beziehungen dieser Merkmale identifiziert werden. Des Weiteren sollen Beziehungen zwischen benachbarten Ebenen herausgestellt werden. Mögliche Verfahren zur Überprüfung dieser immanenten Ordnung sind die Faktorenanalyse und die multiple Regressionsanalyse sowie Strukturgleichungsverfahren. (vgl. Felser, 2012, S.29)

#### *Priorisierung der Einflusshöhe*

Im letzten und wichtigsten Schritt wird den einzelnen Leistungsvoraussetzungen eine Wertigkeit zugeordnet, die schließlich zu einer Priorisierung der Merkmale beiträgt. Dieser Prioritätenkatalog ist entscheidend für die Trainingsplanung und die Formulierung

der Trainingsziele. Schließlich können nur Trainingsziele für trainierbare Merkmale formuliert werden.

Ziel ist es also, die Merkmale mit der höchsten Einflussgröße auf die Wettkampfleistung zu identifizieren. Dabei gibt es Merkmale, die direkt und auch indirekt wirken. Die Priorisierung der Merkmale erfolgt in vier nicht umkehrbaren Schritten:

- „1. Bestimmung aller hypothetisch leistungsrelevanten Merkmale
  2. Bestimmung aller logisch-leistungsrelevanten Merkmale
  3. Bestimmung der empirisch-statistisch leistungsrelevanten Merkmale
  4. Bestimmung der Reihenfolge der einflussreichen Merkmale“
- (Letzellter & Letzelter, 1982, S.356)

Die Generierung der Merkmalsgruppen erfolgt nach unterschiedlichen Aspekten. Während die hypothetisch-leistungsrelevanten Merkmale in der Trainingspraxis begründet liegen, sind die logisch-leistungsrelevanten Merkmale aus der Fachwissenschaft generiert. Die empirisch-statistisch-leistungsrelevanten Merkmale werden durch statistische Verfahren wie Varianzanalyse und Korrelationen verifiziert.



## **2.2 Leistungsstruktur im Sportspiel**

### **2.2.1 Untersuchungsmethoden in der Sportspielforschung**

„Zentraler Gegenstand der trainingswissenschaftlichen Leistungsdiagnostik ist es, die komplexe Sportspielleistung zu hierarchisieren, zu ordnen und zu priorisieren sowie Anforderungsmodelle und Vergleichsnormen zu erstellen.“ (Brack, 2002, S. 103)

Die hohe Komplexität des Phänomens Sportspiel stellt für die trainingswissenschaftliche Forschung eine Herausforderung dar.

Bisher existieren kaum empirisch-analytische Untersuchungen, die den Zusammenhang zwischen den Leistungsvoraussetzungen, der Spielfähigkeit und dem Spielerfolg abbilden. Monodisziplinäre Forschungsansätze präsentieren lediglich Ergebnisse der einzelnen Teildisziplinen, die unverbunden nebeneinander stehen (vgl. Hohmann, 2005, S.142ff.) Weiterhin stand lange Zeit die Praxisorientierung im Vordergrund.

Hohmann (2005), Lames (1998), Roth (1989) und Brack (2002) fordern eine ganzheitliche integrative Herangehensweise, um Modelle, Definitionen und theoretische Annahmen empirisch-analytisch zu begründen. Grundlage für diese Forderung muss die empirisch-analytische Strukturierung von Letzelter und Letzelter (1982) sein, da dieses Forschungskonzept hypothetisch-leistungsrelevante Merkmale aus Sportartenanalysen, Literatur und Studien identifiziert und den quantitativen Ausprägungsgrad dieser Merkmale empirisch-statistisch nachweist. Folglich muss ein tragbares trainingswissenschaftliches Leistungsstrukturmodell auf einer logisch-deduktiven Strukturhypothese gründen und anschließend empirisch-analytisch überprüft werden. Die existierenden Modelle der Leistung im Sportspiel erfüllen diese Forderungen nur teilweise.

Des Weiteren können Laboruntersuchungen die Realität im Wettkampf nur unzureichend abbilden. Nach Hohmann (2005, S.283f.) können die Spielleistung als Zielvariable und die Spielwirksamkeit nur im Wettkampf mit Hilfe qualitativer und quantitativer Verfahren diagnostiziert werden. Die komplexe Spielleistung steht bei den meisten Modellen im Mittelpunkt, ist jedoch ein Konstrukt, das operationalisiert werden muss. Hohmann schlägt vor, die Spielwirksamkeit als Indikator zu operationalisieren, da diese objektiven Kriterien entspricht. Die Spielfähigkeit des einzelnen Spielers kann ebenso nur im Wettkampf diagnostiziert werden, da diese über die situationsadäquate Anwendung der spezifischen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Wettkampf definiert ist.

Hagedorn (1972, S.30f.) benennt die ludale Kompetenz als die additive Wirkung der im Labor diagnostizierbaren Elemente und der unter Wettkampfbedingungen wirkenden Einflussfaktoren.

### **2.2.2 Komponenten der sportlichen Leistungsfähigkeit im Sportspiel**

In den Sportspielen besteht ein besonderes Handlungsgefüge:

„Sportspiele sind „geregelte Bewegungsspiele mit Wettkampfcharakter. Sie umfassen die Summe aller von einer allgemeinen Spielidee abgeleiteten und systematisch geordneten Regeln, die die Auseinandersetzung zwischen zwei Parteien über ein Objekt und um ein gemeinsames Ziel chancengleich für beide ordnet.“ (Hagedorn, 1992, S.449)

Es entsteht ein Interaktionsprozess, bei dem beide Mannschaften simultan das gleiche Spielziel verfolgen. „Dieses Spielziel ist eine in den Regeln festgelegte, symbolische Handlung und unterscheidet die Sportspiele von allen anderen Sportartengruppen“ (Hohmann, 2005, S.35)

Hohmann benennt drei Hauptmerkmale, die aus trainingswissenschaftlicher Sicht bedeutend für die Charakterisierung des Sportspiels sind:

1. Die Selbstorganisation des Spielverhaltens auf Grund von sozialen, psychischen und physischen Rückkopplungsprozessen zwischen den Akteuren
2. Der hohe Zufallsanteil und die Ungewissheit des Spielausgangs
3. Der Nullsummencharakter des Spielerfolgs

Die genannten Faktoren ergeben für die Leistungsstruktur im Sportspiel eine hohe Komplexität. Die spezielle Leistung im Sportspiel wird daher als komplexe Spielleistung bezeichnet. Sie definiert sich über die Komponenten Spielwirksamkeit, Spielfähigkeit und Leistungsfähigkeit. Die komplexe Spielleistung und Spielwirksamkeit können nur im Wettkampf diagnostiziert werden.

Die Spielfähigkeit gilt als latente Dimension des Wettkampfverhaltens, da sie im Wettkampf nicht direkt abgebildet wird und nur indirekt Einfluss nimmt.

Spielfähigkeit ist die „komplexe Leistungsfähigkeit des Sportspielers, auf der Grundlage konditioneller und koordinativer Leistungsvoraussetzungen intellektuelle und taktische Fähigkeiten, sowie technisch taktische Fertigkeiten in komplexen Spielhandlungen situationsadäquat anzuwenden und damit die Wettkampfanforderungen zweckmäßig zu erfüllen.“ (Hohmann, 2005, S.279)

Die Spielleistung als Konstrukt steht in direkter Abhängigkeit zur Spielwirksamkeit, die messtechnisch direkt überprüft werden kann (sie ist beobachtbar). Die Spielfähigkeit und die Leistungsvoraussetzungen hingegen sind latente Dimensionen, die mit Hilfe möglichst valider sportmotorischer Tests überprüft werden müssen. (Brack, 2002).

Im Mittelpunkt der komplexen Spielleistung steht das beobachtbare Verhalten im Wettkampf, in dem der Spieler die Spielfähigkeit situationsadäquat anwenden muss, um erfolgreich zu sein.

Brack (2002, S.64f.) benennt drei Grundpfeiler der Spielfähigkeit: Technik, Taktik und Kondition, die in einem engen wechselseitigen Zusammenhang stehen und indirekt auf die Spielleistung wirken. Diese speziellen Leistungsfaktoren werden wiederum von weiteren allgemeinen Leistungsvoraussetzungen wie Konstitution, Koordination und Persönlichkeit beeinflusst. Dieses Bedingungsgefüge ist die Grundlage für die Erforschung der Leistungsstruktur der Sportspiele.

### **2.2.3 Strukturmodelle der sportlichen Leistung im Sportspiel**

Ein Leistungsstrukturmodell ist die „Darstellung des inneren Aufbaus der sportlichen Leistung, in der die Wertigkeit und Wechselbeziehungen, d.h. die Relationen und funktionalen Abhängigkeiten der Leistungsfaktoren und -elemente näher bestimmt werden“ (Döbler et al., 1989, S.119).

In der trainingswissenschaftlichen Sportspielforschung kann nach nicht empirischen Modellen unter heuristischem Aspekt und empirischen Strukturmodellen unterschieden werden.

#### *Heuristische Modelle*

Die inhaltlich-logischen Modelle werden unter trainingswissenschaftlichem Aspekt durch sachlogische Plausibilitätsüberlegungen erschlossen und dienen vorrangig der Trainingspraxis. Diese Modelle stellen die Anzahl der Elemente der Spielleistung sowie ihre Wechselbeziehungen lückenlos dar, sind aber nicht empirisch belegt (vgl. Hohmann, 2005, S.281). Der Vorreiter im Bereich der Spielleistung war das Blockschema von Döbler (1967), das 1981 von Krauspe weiterentwickelt wurde. Hohmann und Brack (1983, S.5ff.) entwickelten auf der Grundlage der genannten Modelle schließlich ein hierarchisches Pyramidenmodell: Abbildung 5<sup>1</sup> zeigt, dass es eine klare Trennung zwischen der

---

<sup>1</sup> Vgl. S.11

Ebene der Spielfähigkeit, die „die überdauernden Leistungsvoraussetzungen des Sportlers zusammenfasst“ (Hohmann, 2005, S. 281), und der Spitze gibt, die durch die Spielwirksamkeit und komplexe Spielleistung repräsentiert wird.

Heuristische Modelle beziehen alle logisch denkbaren Leistungsvoraussetzungen und Einflussfaktoren in die Betrachtung mit ein. Der Kritikpunkt ist jedoch die Beliebigkeit bei der Auswahl der partizipierenden Leistungskomponenten und bei der Annahme von Wechselbeziehungen.

### *Empirisch-analytische Leistungsstrukturmodelle*

Die messtheoretisch orientierten Modelle gehen über die Darstellung und Positionierung der Leistungskomponenten hinaus, indem die empirisch-statistische Überprüfung der Leistungsrelevanz vorausgesetzt wird.

Die Erstellung eines Leistungsstrukturmodells auf empirisch-analytischer Grundlage erfolgt auch hier nach den Schritten des empirisch-analytischen Forschungskonzepts der trainingswissenschaftlichen Leistungsdiagnostik nach Letzelter & Letzelter (1982, S.352): Zur Betrachtung der Spielleistung müssen sowohl die individuelle als auch die kollektive Dimension berücksichtigt werden, da fast alle Handlungen im Sportspiel auf vorhergehenden Handlungen der Mitspieler oder Gegenspieler aufbauen.

Zur Hierarchisierung der Leistungsstruktur gehen Hohmann und Brack (1983) davon aus, dass die komplexe Spielleistung im Wettkampf qualitativ beobachtbar und bewertbar ist und als Spielwirksamkeit objektiv gemessen werden kann. Sie bildet die erste Erklärungsebene der komplexen individuellen Spielleistung, denn „Unterschiede in der komplexen individuellen wie kollektiven Spielleistung müssen in Unterschieden der Spielwirksamkeit begründet liegen“ (Hohmann & Brack, 1983, S.8).

Die Spielfähigkeit bildet die zweite Erklärungsebene, da das beobachtbare Wettkampfvverhalten nur aufgrund der Spielfähigkeit und der Leistungsvoraussetzungen zu Stande kommt, die den aktuellen Leistungszustand des Spielers definieren. Die Spielfähigkeit hat einen direkten Einfluss auf die Spielwirksamkeit, während die Leistungsfaktoren Technik, Taktik und Kondition nur indirekt leistungsbestimmend sind. Die dritte Erklärungsebene umfasst weitere Leistungsvoraussetzungen, die die Spielleistung indirekt beeinflussen und nur über die Merkmale Technik, Taktik und Kondition wirksam werden. Hohmann und Brack (1983, S.8) benennen folgende Leistungsvoraussetzungen:

- psychomoralisch-volitve Faktoren
- sensorisch-kognitive Faktoren
- physische Faktoren
- soziale Faktoren

Externe Faktoren wie das Spiel-Binnenfeld und Spielumfeld können eine vierte Erklärungsebene bilden, sind aber nur indirekt leistungsbestimmend und lassen sich erst nach dreifacher Transformation ableiten. Die entstandene Struktur (vgl. Abbildung 6) stellt aus fachwissenschaftlich-theoretischer Sicht die potentiellen endogenen und exogenen Einflussfaktoren der komplexen Sportspilleistung dar und bildet somit die Grundlage für eine interdisziplinäre empirische Forschungstätigkeit (vgl. Hohmann & Brack, 1983, S.9).

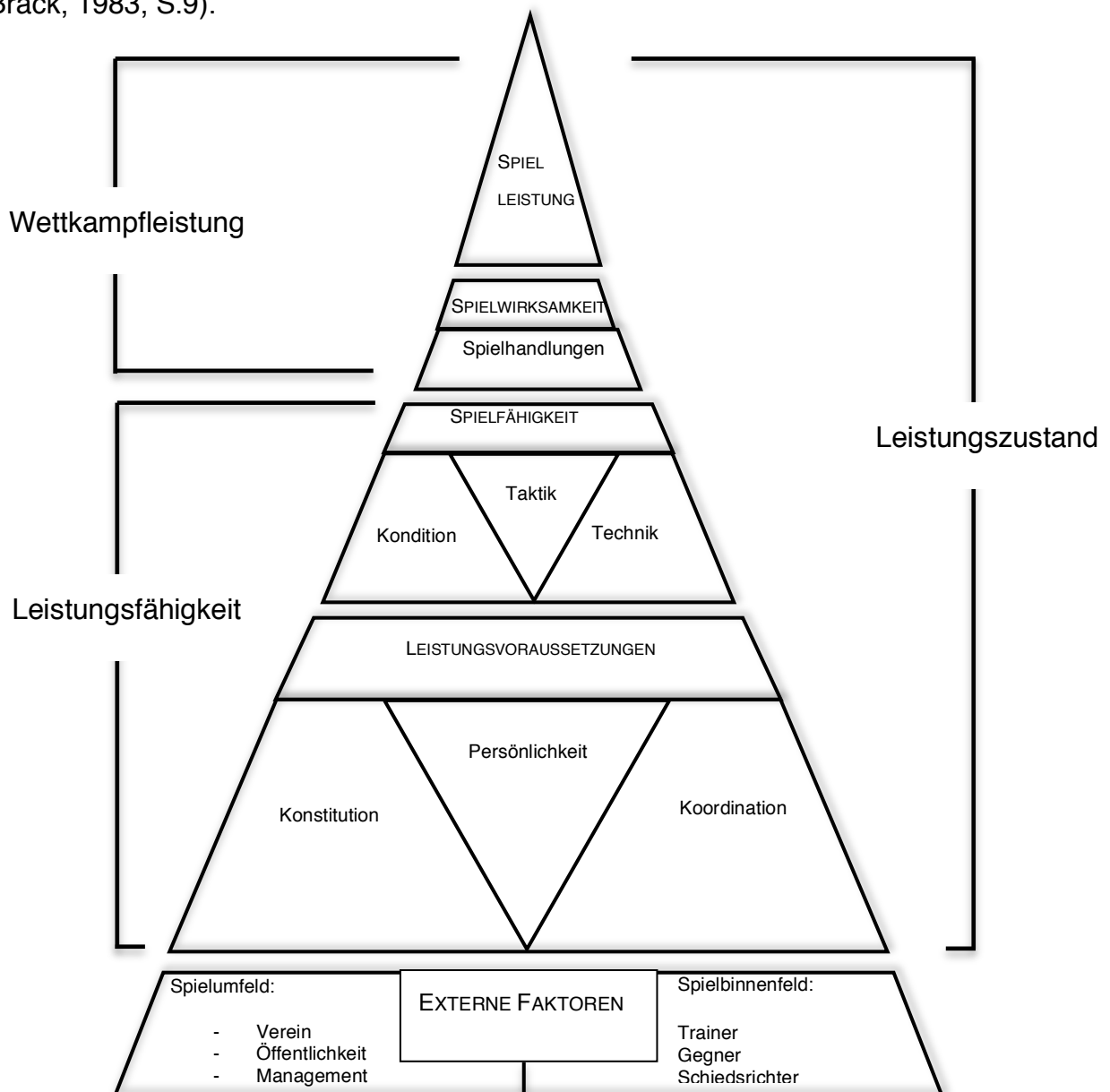


Abbildung 6: Hierarchisierung der komplexen individuellen Sportspilleistung (modifiziert nach Hohmann & Brack, 1983, S.9)

Das entstandene Pyramidenmodell ist inhaltlich über vier Ebenen strukturiert. Die Merkmale der unteren Ebenen werden über die oberen wirksam, diese Beziehung ist nicht umkehrbar. Wettkampfverhalten und Leistungsvoraussetzungen bilden die Hauptkomponenten der Pyramide.

Zur Erfassung der Beziehungen innerhalb und zwischen den Ebenen werden die gängigen statistischen Verfahren eingesetzt. Dabei wird das Wettkampfverhalten mittels Beobachtungsverfahren erfasst und die Fähigkeits- und Fertigkeitsdiagnostik geschieht mit Hilfe sportmotorischer Testverfahren. Der Zusammenhang zwischen den Ebenen wird korrelativ bestimmt: eine hohe signifikante Korrelation kann als hohes Maß an Bedeutsamkeit interpretiert werden. (vgl. Hohmann, Lames & Letzelter, 2010, S.47).

„Die trainingswissenschaftlichen Leistungsstrukturmodelle sind somit erst dann fachtheoretisch tragfähig und gleichzeitig trainingspraktisch tauglich, wenn sie auf einer logisch-deduktiven Strukturhypothese gründen, die anschließend empirisch-analytisch überprüft wurde.“ (Hohmann, 1994, S.58). Hohmann und Brack (1983) haben ein Modell entwickelt, das sowohl inhaltlich-logisch begründet als auch empirisch-analytisch überprüft wurde. Das hierarchische Strukturmodell der komplexen Sportspielleistung soll als Ausgangspunkt für die Erforschung der komplexen Leistungsstruktur des Sprungaufschlages im Volleyball dienen. Leistungsstrukturmodelle werden in der Trainingswissenschaft für Sportarten bzw. Disziplinen erstellt und liefern Informationen für eine fundierte Trainingsplanung, da nur die Kenntnis der Leistungsvoraussetzungen ein gezieltes Training ermöglicht. Der Sprungaufschlag ist ein komplexes Phänomen, das losgelöst von allen anderen Spielhandlungen im Sportspiel Volleyball abläuft und die einzige Spielhandlung darstellt, die einen direkten Punkt erzielen kann. Die Ausnutzung des Potenzials des Sprungaufschlages als spielentscheidendes Element setzt ein gezieltes Training zur Optimierung der Bewegung und Erhöhung der Effektivität voraus. Ein Leistungsstrukturmodell für den Sprungaufschlag soll die wissenschaftliche Grundlage für die Trainingsplanung liefern.

## 2.3 Leistungsvoraussetzungen und Leistungsstruktur im Volleyball

### 2.3.1 Leistungsvoraussetzungen im Volleyball

#### *Rahmenbedingungen*

Das Sportspiel Volleyball ist ein Mannschaftsspiel mit Rückschlagspielcharakter und wird auf einem kleinem Raum von 9x18 m gespielt, der durch ein 2,43 m<sup>2</sup> hohes Netz geteilt ist. „Ziel des Sportspiels Volleyball ist es, mit höchstens drei Ballberührungen den Ball über das Netz auf den gegnerischen Boden zu spielen. Die Spieltaktik ist ferner darauf ausgerichtet, der Gegenmannschaft das Weiterspielen des Balls und damit einen planmäßigen Angriffsaufbau zu erschweren.“ (Papageorgiou & Spitzley, 2010, S.10).

Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine Grundstruktur der zeitlichen und technisch-taktischen Handlungsabläufe charakteristisch.

Abbildung 7 zeigt, dass der Aufschlag (K0)<sup>3</sup> das spieleinleitende Element ist und die erste Möglichkeit darstellt, einen Punkt zu erzielen.

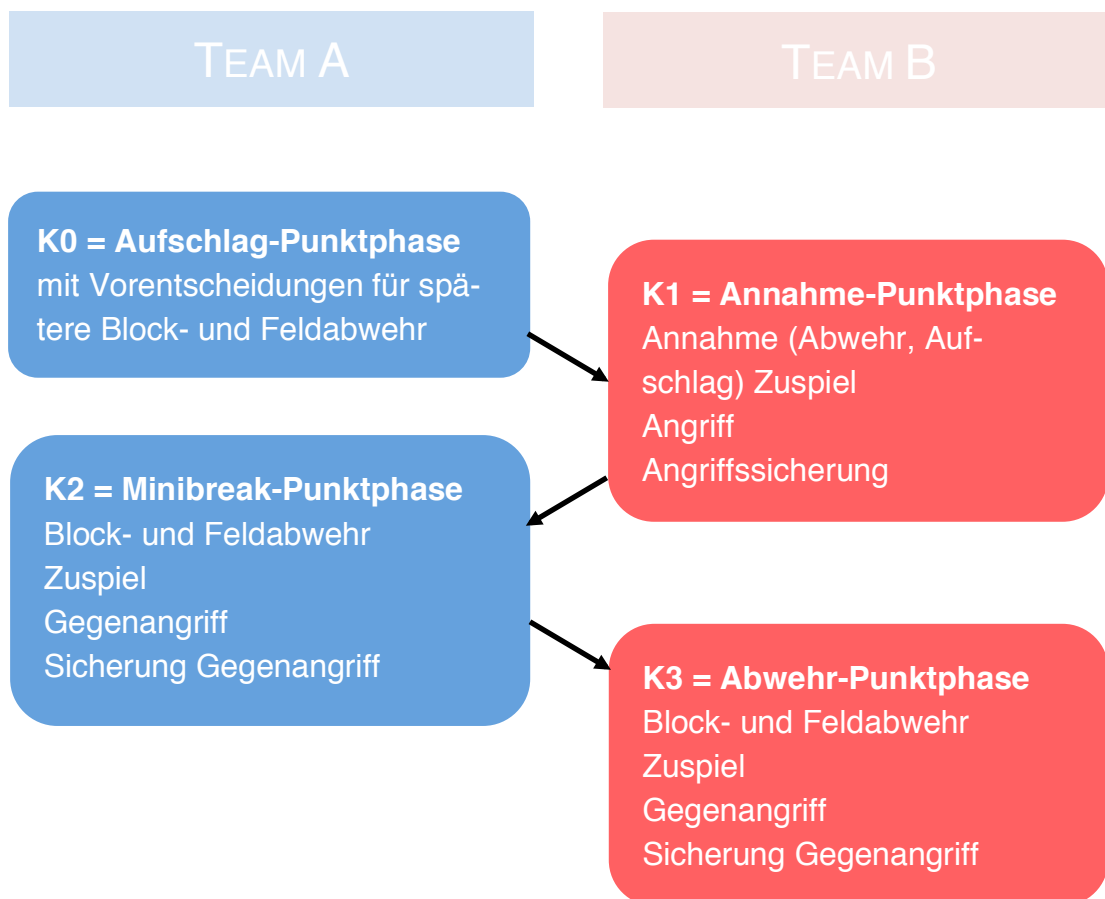


Abbildung 7: Handlungsketten als typische Spielstruktur im Volleyball (nach Kröger, 2010, S.10)

<sup>2</sup> Damen: 2,24 m

<sup>3</sup> K0 = Komplex 0 (Aufschlag); K1= Komplex 1 (Annahme)

Die gegnerische Mannschaft nimmt den Ball in der sogenannten K1 Situation an und versucht einen optimalen Spielaufbau zu realisieren, indem der Ball nach der Annahme durch den Zuspieler auf einen Angreifer gestellt wird, sodass dieser die Situation mit einem möglichst effektiven Angriff abschließt. Kann der Gegner diesen Angriff abwehren, entsteht ebenfalls ein Angriffsaufbau (K2<sup>4</sup>). Die K3 Situation wiederholt sich solange, bis eine der beiden Mannschaften einen erfolgreichen Abschluss erzielt.

Charakteristisch für das Volleyballspiel ist die offensive Orientierung und der Endkampfcharakter, da es kein Unentschieden als mögliches Ergebnis gibt. (vgl. Stiehler, Konzag & Döbler, 1974, S.424).

Im Allgemeinen ist die Spielzeit nicht vorhersagbar, es werden jedoch maximal fünf Sätze gespielt. Die Spieler haben keinen direkten Kontakt zum Gegner. Jeder Spielzug ist kurz und wirkt sich, seit Einführung des Rallye-Point-Systems, auf das Ergebnis aus. Die neue Zählweise hat nachweislich die Intensität des Spiels erhöht, da die äußere Struktur des Spiels sich verändert hat.

Als Folge dieser Rahmenbedingungen ergibt sich eine besondere Dynamik mit entsprechenden Anforderungen an die motorischen, taktischen, technischen und psychischen Leistungsvoraussetzungen. Um die Anforderungen an die Leistungsvoraussetzungen genau formulieren zu können, ist es zunächst notwendig, die äußere und innere Struktur des Volleyballspiels näher zu betrachten.

### *Äußere Struktur des Spiels*

Die äußere Struktur des Spiels hat sich seit Einführung des Rallye<sup>5</sup>-Point-Systems im Jahr 1999 verändert. Im nationalen Spitzenbereich hat sich die Dauer eines Satzes maßgeblich verkürzt: Bei einer durchschnittlichen Satzdauer von 19 Minuten (Papageorgiou & Spitzley, 2010, S.15) werden 44-45 Punkte gespielt (Papageorgiou & Spitzley, 2010, S.15; Czimek, 2012, S.26), während die Punktdifferenz im Durchschnitt 5-6 Punkte beträgt. Die gesamte Spieldauer richtet sich nach der Anzahl der gespielten Sätze und erstreckt sich auf nationaler Ebene über eine Zeitspanne von 75 bis 131 Minuten (vgl. Bacher, 2008, S.5). Die reine Spieldauer beträgt pro Satz lediglich 3,28 Minuten. Die Anzahl der Rotationen ist auf 2,4 pro Satz gesunken, was eine erhöhte Bedeutung

---

<sup>4</sup> K2 = Komplex 2 (Minibreak-Punktphase); K3 = Komplex 3 (Abwehr Punktphase)

<sup>5</sup> Libero: Annahmespezialist, der auf den Positionen 1;5 & 6 einen Spieler auf dem Feld in der Annahme und Abwehr ersetzen kann und durch ein anderes Trikot gekennzeichnet ist.



des Aufschlages zur Folge hat (vgl. Czimek, 2012, 27). Die durchschnittliche Dauer der Ballwechsel verringert sich auch Jahre nach der Regeländerung stetig. Während Papa-georgiou und Spitzley 2010 (S.309) für den Männerbereich noch 7,9 Sekunden als Richtwert für die Dauer des Ballwechsels angeben, benennt Czimek (2012, S.27) nur noch 5,2 Sekunden. Die Pausenzeiten zwischen den Belastungsphasen betragen durchschnittlich 18,8 Sekunden. Tabelle 1 zeigt, dass pro Ballwechsel durchschnittlich 4,2 Ballberührungen bei 1,8 Netzüberquerungen zu verzeichnen sind.

Tabelle 1: Häufigkeiten der Ballberührungen und Netzüberquerungen (Bacher, 2008, S.3)

	National			International		
	Ø	Min.	Max.	Ø	Min.	Max.
<b>Netzüberquerungen</b>						
pro Ballwechsel	1,8	0	8	1,9	0	11
pro Ballwechsel (ohne Aufschlag) <sup>6</sup>	2,2	1	8	2,2	1	11
<b>Ballberührungen</b>						
pro Ballwechsel	4,2	1	22	4,9	1	37

### *Innere Struktur des Spiels*

Die innere Struktur des Spiels wird hauptsächlich durch die Spielhandlungen charakterisiert, die durch die technischen und taktischen Elemente mit und ohne Ball repräsentiert werden. Die Handlungen mit Ball werden nach Stiehler, Konzag und Döbler in technische und taktische Elemente unterteilt, wie Abbildung 8 zeigt. Die Techniken Aufschlag, Angriffsschlag und Zuspiel werden als angriffstaktische Verhaltensweisen eingeordnet, während die Annahme des Aufschlages, der Block sowie Feldabwehr und Feldzuspiel zur Abwehrtaktik zählen. Für die genannten Techniken sind mehrere Ausführungsmöglichkeiten vorhanden. Im oberen Leistungsbereich sind die einzelnen Spieler Spezialisten. Das gewählte Spielsystem national sowie international ist 1:2:2:1 + L., das den Einsatz eines Zuspielers, zweier Mittelblocker/-angreifer und Außenangreifer sowie eines Diagonalspielers definiert. Des Weiteren wird ein Libero auf den hinteren Positionen zumeist für den Mittelangreifer eingesetzt. (vgl. Bacher, 2008, S.65f.)

<sup>6</sup> Ohne Aufschlag: Aufschlagfehler, Asse und direkte Aufschlagpunkte durch fehlerhafte Annahme werden nicht in der Berechnung berücksichtigt.

Die Verteilung der Handlungen mit Ball wurde von Bacher (2008) für den internationalen und nationalen Spitzenbereich untersucht.

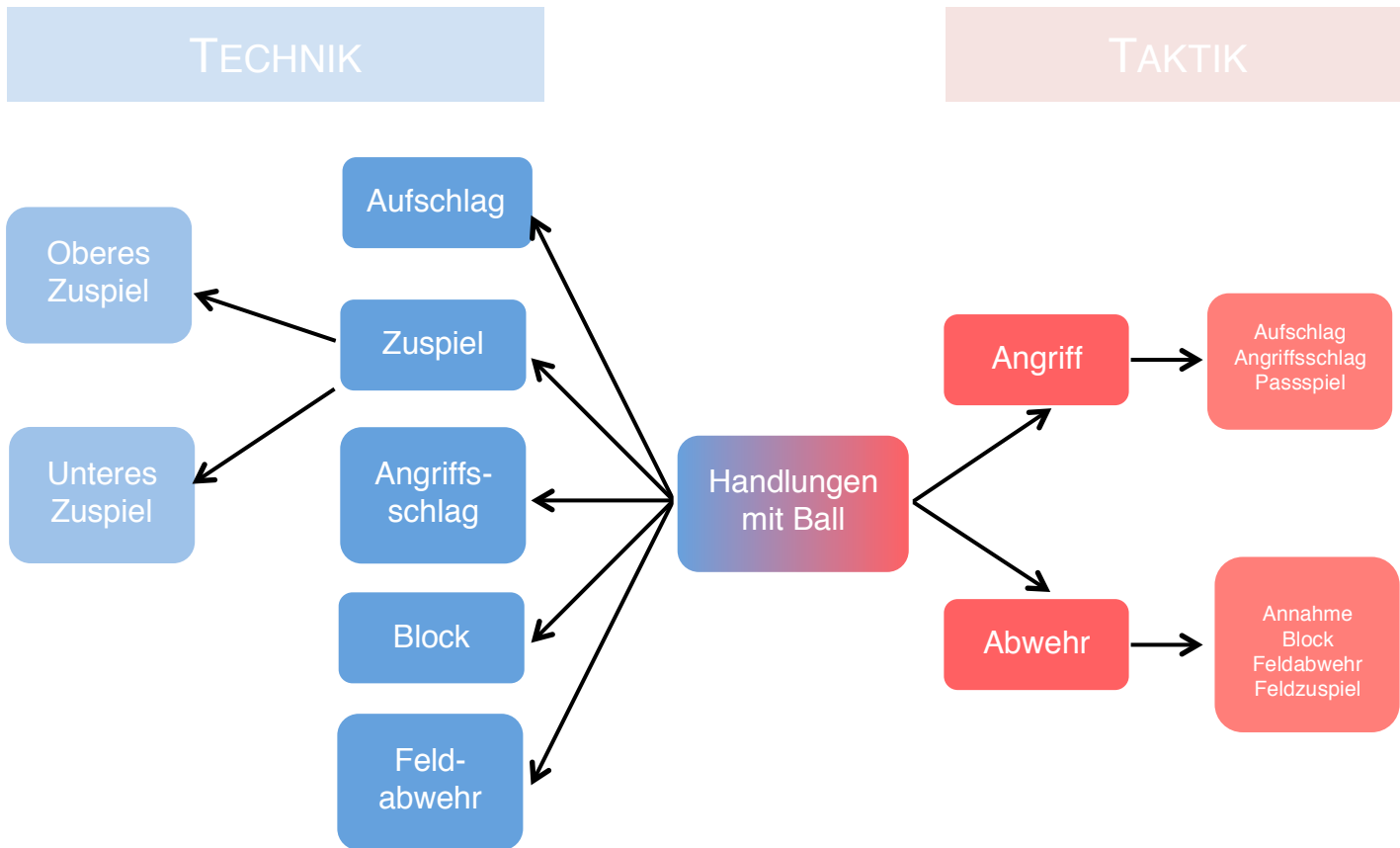


Abbildung 8: Technik und individuelle Taktik der Handlungen mit Ball (nach Stiehler, Konzag & Döbler, 1988, S.394)

Tabelle 2 zeigt, dass mit 19,4 % für den nationalen Bereich, der größte Anteil der Spielhandlungen auf den Aufschlag entfällt. Der Angriffsschlag und das Zuspel haben einen ähnlich großen Anteil, dicht gefolgt vom Block. Auf die Annahme, Feldabwehr und Angriffssicherung entfallen die geringsten Anteile (vgl. Bacher, 2008). Im internationalen Vergleich fallen die meisten Aktionen mit 20,7% auf das Zuspel. Der Aufschlag hat einen 3% geringeren Anteil als national, folglich sinkt der Anteil der Annahme. Bedingt durch die hohen Werte im Zuspel sind höhere Anteile im Angriff und ebenso in der Feldabwehr zu verzeichnen.

Tabelle 2: Häufigkeiten der Elemente der inneren Struktur (Bacher, 2008, S.13)

	National		International	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Aufschlag	1097	19,4%	1306	16,5%
Annahme	824	14,6%	1077	13,6%
Zuspel	1066	19,0%	1641	20,7%
Angriff	1079	19,1%	1551	19,6%
Block	1030	18,3%	1464	18,5%
Abwehr	545	9,7%	875	11,0%
Angriffssicherung	92	1,6%	151	1,9%

Laut Papageorgiou und Spitzley (2010, S.309) absolviert jeder Spieler durchschnittlich 71 Sprünge und 190 Antritte pro Stunde und seine Laufleistung beträgt 3,2m pro Antritt. Czimek (2012, S.29) korrigiert diese Zahl auf Grundlage von Bachers Untersuchungen im Jahr 2008 auf 55 Sprünge pro Stunde für den internationalen Bereich und 42,5 Sprünge im nationalen Spielgeschehen.

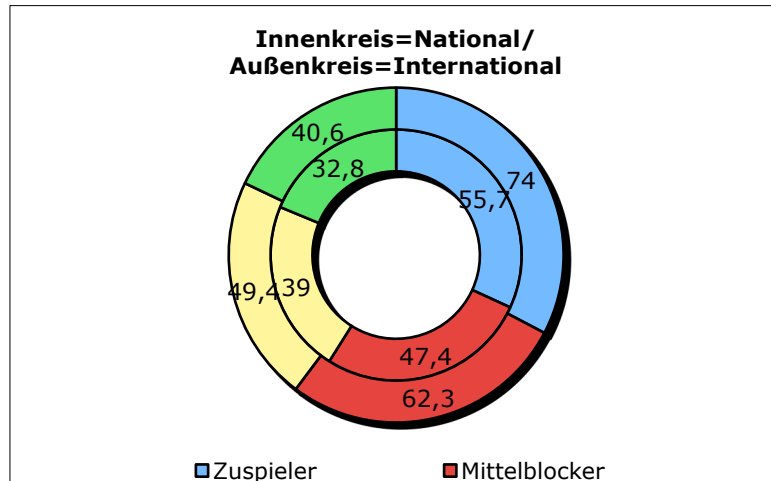


Abbildung 9: Durchschnittliche Sprunghandlungen der Spieler/Stunde (Bacher, 2008, S.68)

Abbildung 9 macht deutlich, dass die meisten Sprunghandlungen national sowie international auf den Zuspieler entfallen und dass die Anzahl der Sprunghandlungen international deutlich höher ist. Die Voraussetzungen, die durch die innere Struktur des Spiels vorgegeben werden, verlangen die Ausbildung spezifischer Leistungsvoraussetzungen für die Spielfähigkeit. Letzelter (1978, in Brack 1983, S.37) war der Erste, der das Bedingungsgefüge der Spielfähigkeit im Volleyball in eine hierarchische Ordnung gebracht hat. Dieses Modell geht von den drei Leistungskomponenten Kondition, Technik und Taktik aus, wie Abbildung 10 zeigt. „Die vertikale Gliederung erfolgt über die volleyball-spezifischen Fähigkeiten und Fertigkeiten, wobei Merkmale zunehmend an Komplexität verlieren.“ (Brack, 1983, S.37)

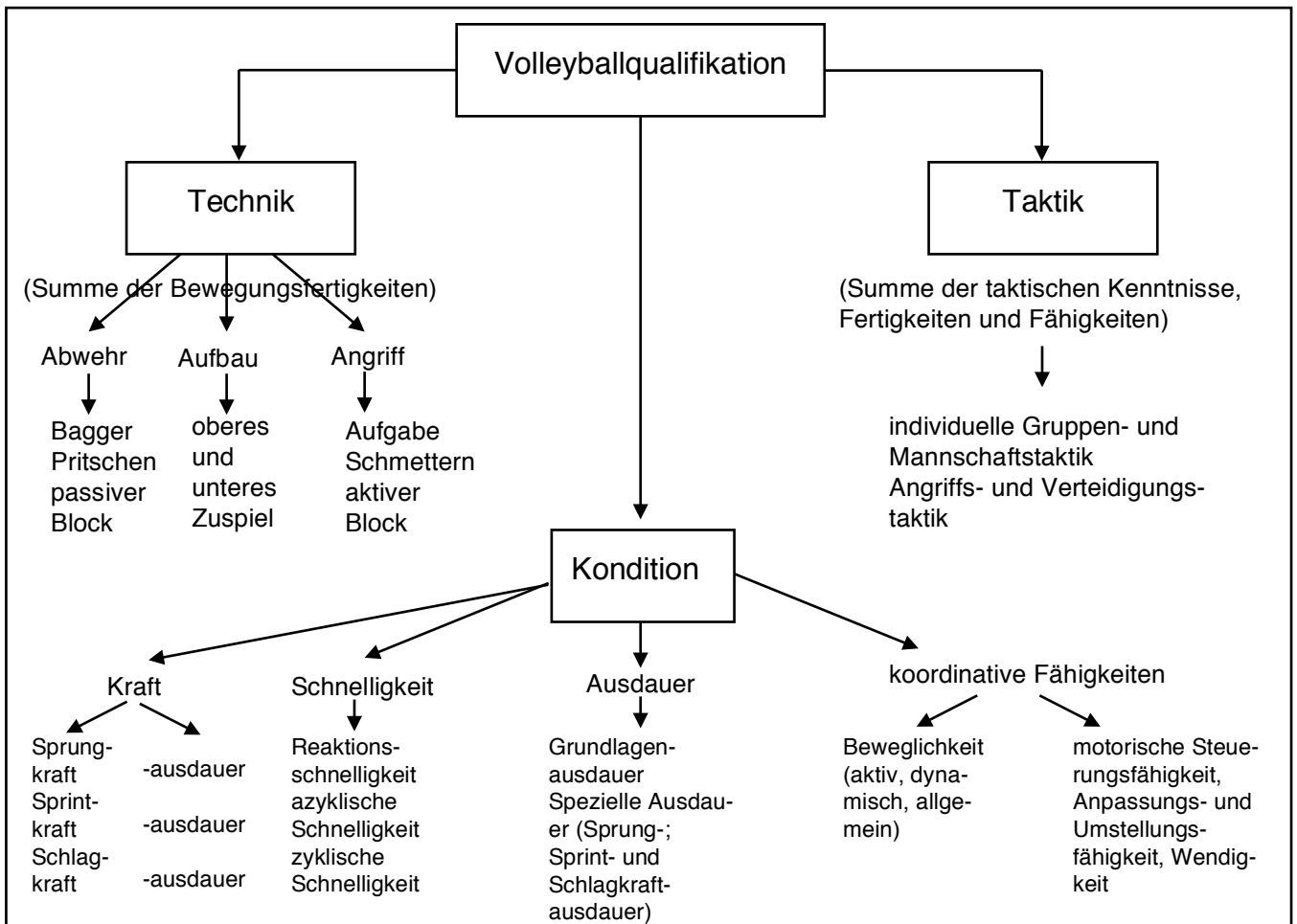


Abbildung 10: Bedingungsgefüge der sportlichen Qualifikation im Volleyball nach H. Letzelter (nach H. Letzelter 1978 in Brack, 1983, S.37)

*Schlussfolgerungen (logisch leistungsrelevante Einflussgrößen)*

Auf Grundlage der inneren und äußeren Struktur können Aussagen zur Belastungsstruktur im Sportspiel Volleyball getroffen werden.

Betrachtet man die Dichte und Anzahl der Sprunghandlungen sowie die Zeiten der Ballwechsel gegenüber den Pausenzeiten zeichnet sich ein Wechsel zwischen sehr kurzen, hochintensiven Belastungen mit Pausenzeiten ab. Folglich ist die **anaerob-laktazide Energiebereitstellung** von zentraler Bedeutung (vgl. Hohmann, 1994, Voigt, 2003; Papageorgiou & Spitzley 2010; Bacher, 2008). „Die **aerobe Ausdauer** stellt im Volleyball die Funktionsgrundlage der beschleunigten Sofort-Wiederherstellung in den kurzen Pausen nach Ballwechselln dar.“ (Hohmann, 1994, S.177). Aufgrund der Spielzeit von 75-131 Minuten und des hohen Umfangs an schnellen koordinativen Handlungen ist die Qualität der aeroben Ausdauer ein bedeutender Faktor. (vgl. Hohmann, 1994). Des Weiteren hat der Wechsel von Belastung und Erholung einen Ein-

fluss auf die psychologischen Leistungsvoraussetzungen und fordert ein hohes Maß an **Aufmerksamkeitsleistung**. Papageorgiou und Spitzley (2010, S.19) betonen die erhöhte Drucksituation seit Einführung des Rallye-Point-Systems. Da die Ballkontakte nur kurz sind und Ballannahme und -abgabe ineinander übergehen ist eine schnelle **Reaktionszeit** Grundvoraussetzung. „Die meisten Handlungen im Hallenvolleyball werden mit maximaler Geschwindigkeit und maximalem Krafteinsatz ausgeführt. Die Zeitspanne der Aktionen liegt zwischen 0,5 und 2 Sekunden.“ (Bacher, 2008, 101) Folglich ist die **Schnellkraft**, die weiterhin über **Sprungkraft und Schlagkraft** definiert ist, eine zentrale Leistungsvoraussetzung im Volleyball. Für Brack (1983) ergeben sich aufgrund der Anforderungen des Wettspiels auf der Grundlage von Letzelers Modell (1978) folgende konditionelle und technomotorische Einflussgrößen:

Er benennt verschiedene Arten der Kraftfähigkeit und Schnelligkeitsfähigkeiten als Grundvoraussetzung für die Ausführung der Spielhandlungen und folglich des Spielaufbaus. Dabei nehmen die **Schnellkraft** (Sprintkraft, Sprungkraft und Schlagkraft) sowie **Reaktions- und Bewegungsschnelligkeit** eine zentrale Rolle ein.

Des Weiteren fordern die komplizierten und vielseitigen **technischen Fertigkeiten** ein hohes Maß an Bewegungs- und Zielgenauigkeit (vgl. Papageorgiou & Spitzley, 2010, S.310).

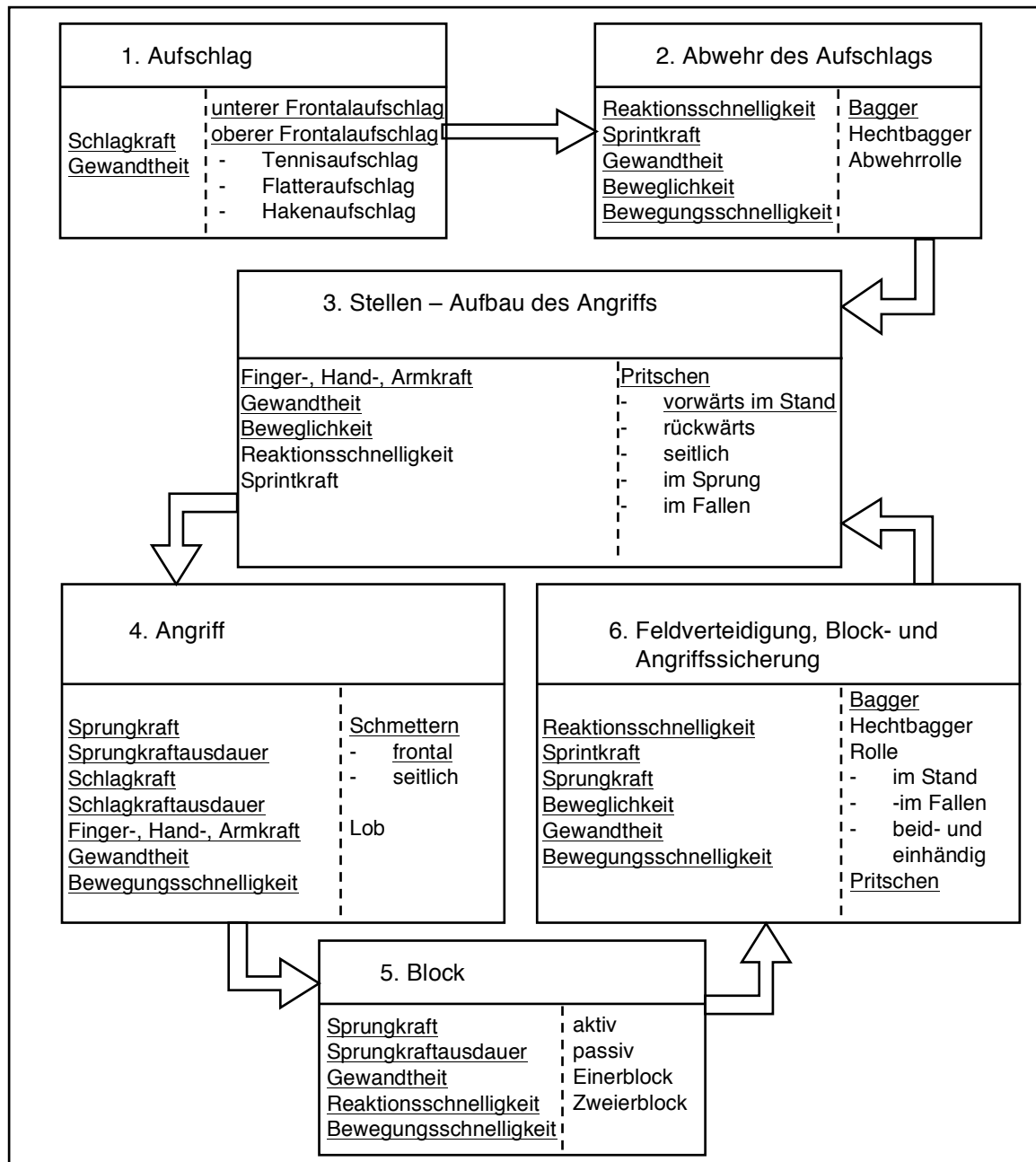


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Spielstruktur im Volleyball und der untersuchungsrelevanten konditionellen und technomotorischen Merkmale (Brack, 1983, S.15)

### 2.3.2 Leistungsstruktur und leistungsrelevante Parameter – Forschungsstand

#### Leistungsstruktur Volleyball

Zur Leistungsstruktur und zur Bestimmung leistungsrelevanter Parameter liegen eine Reihe an Studien vor: Die einzige Studie, die jedoch das Gesamtgefüge des Sportspiels modellhaft abbildet und dieses empirisch-analytisch untermauert, ist die Untersuchung von Brack aus dem Jahr 1983.

Brack hat die konditionellen, technomotorischen und anthropometrischen Einflussgrö-

Ben untersucht, um eine valide und aussagekräftige Leistungsdiagnostik für das Sportspiel Volleyball zu etablieren. Des Weiteren hat er auf Grundlage des empirisch-analytischen Forschungskonzeptes nach Letzelter & Letzelter (1982) eine Leistungsstruktur für das Sportspiel Volleyball entwickelt. Um allgemeingültige Aussagen treffen zu können, untersuchte Brack 155 Volleyballspielerinnen aus acht verschiedenen Spielklassen von der 1. Bundesliga bis zur Kreisklasse.

Grundlage seiner Untersuchung ist die Struktur der allgemeinen Leistungsfähigkeit nach Gropler & Thies<sup>7</sup> (1976), sowie das Bedingungsgefüge der sportlichen Qualifikation im Volleyball von Letzelter<sup>8</sup> aus dem Jahr 1978. Er identifiziert als logisch-leistungsrelevante, konditionelle Merkmale vor allem die zentrale Stellung der Sprungkraft, die sich aus der unmittelbaren Wirkung auf Block und Angriffsschlag ergibt. Er rückt weiterhin verschiedene Schnellkraft- und Schnelligkeitsfähigkeiten in den Mittelpunkt, wie Abbildung 11 zeigt. Im Bereich der anthropometrischen Leistungsvoraussetzungen betrachtet er verschiedene Längenmaße als indirekte Einflussgröße auf die konditionellen Fähigkeiten und technischen Fertigkeiten. Des Weiteren untersucht er die Techniken des oberen (Pritschen) und unteren Zuspiels (Baggern) sowie den frontalen Angriffsschlag. Die Ergebnisse der Untersuchungen ergeben für den konditionellen Bereich einen hohen Einfluss der Sprungkraft, Sprungkraftausdauer, Unterscheidungsreaktionsschnelligkeit, Reaktions- und Bewegungsschnelligkeit sowie spezielle Gewandtheit wie Abbildung 12 zeigt. Im technischen Bereich haben der Angriffsschlag sowie verschiedene Fertigkeiten des Angriffsaufbaus einen signifikanten hohen Einfluss auf die Spielfähigkeit. Weiterhin wird korrelationsstatistisch eine Dominanz der Technik über die Kondition, sowie die führende Rolle der Sprungkraft nachgewiesen (vgl. Brack, 1983, S.280f.).

---

<sup>7</sup> vgl. Abbildung 1 S. 6

<sup>8</sup> vgl. Abbildung 11, S. 26

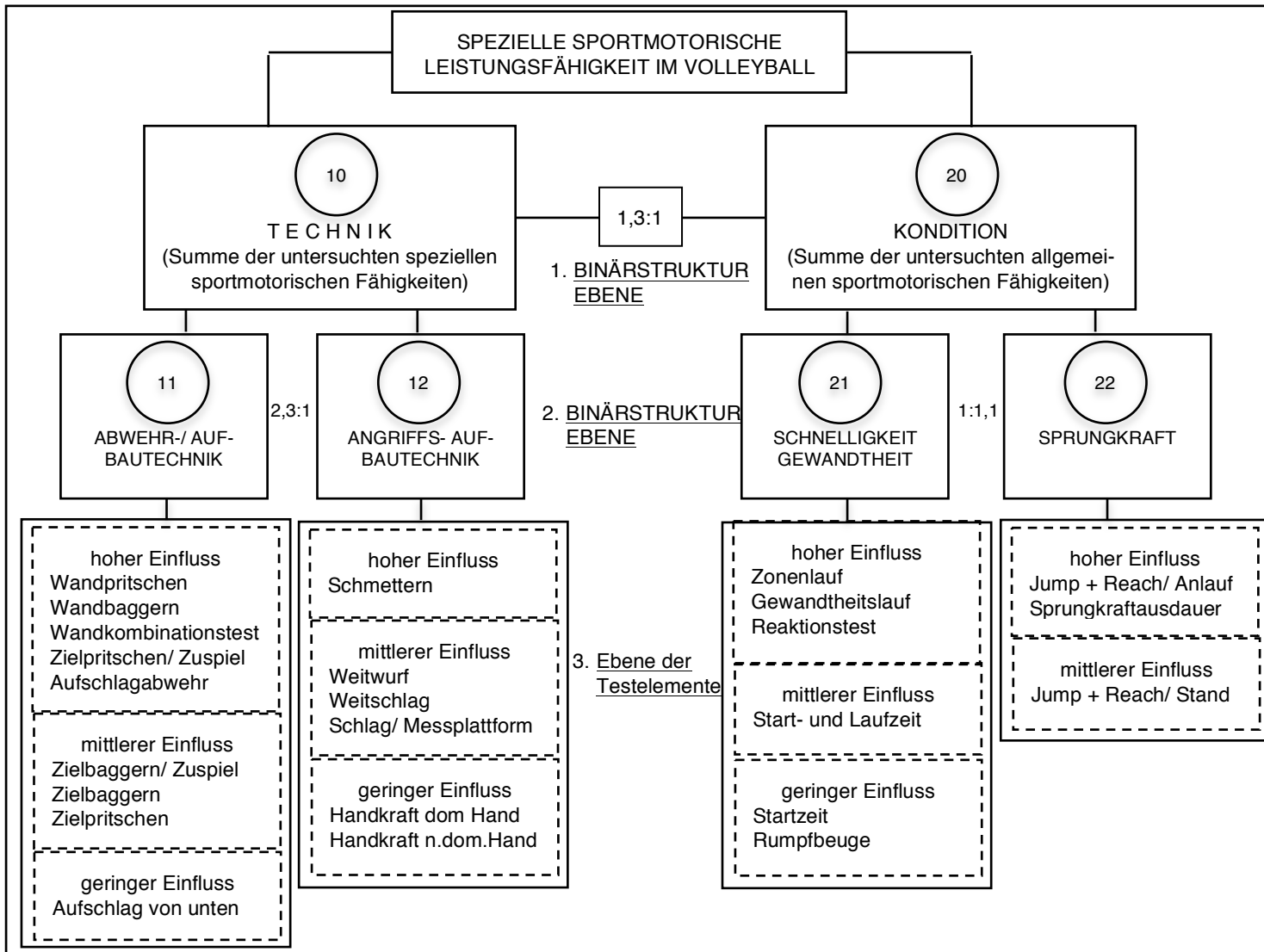


Abbildung 12: Empirisch statistisches Strukturmodell der speziellen sportmotorischen Leistungsfähigkeit im Volleyball der Frauen (Brack, 1983, S.282)

### Priorisierung der Spielhandlungen

Es gibt zahlreiche Untersuchungen, die signifikante technische Faktoren für den Spielerfolg identifizieren und priorisieren. Asterios (2009, S.3) benennt vier Faktoren, die einen signifikanten Einfluss auf den Spielverlauf haben: Angriffsfehler, Fehler und Punktgewinn durch den Sprungaufschlag und Bälle im 1. Tempo. Drikos (2009, S.152f.) identifiziert die Effektivitätskennzahlen der Aufschläge und Angriffe als Prädiktorvariable für die Mannschaftsleistung und stellt die Aussagekraft der Anzahl der Aufschlagasse in Bezug auf den Spielerfolg heraus. Diese Ergebnisse bestätigen die Resultate der Untersuchung von Lobietti (2006) und Marcelino (2005, S.35), die die Angriffshandlungen und Anzahl der Aufschlagasse ebenso als Prädiktor für Spielerfolg determinieren. Dri-



kos (2011, S.152f.) und Marcelino (2005, S.35) betonen ebenfalls den signifikanten Einfluss der Angriffshandlungen als primären Indikator. Palao (2000, S.54f.) konnte nachweisen, dass die Prädiktoren für den Spielerfolg im männlichen und weiblichen Hochleistungsbereich differieren.

*Biomechanische Aspekte der technischen Elemente*

Kuhlmann (2010) hat leistungsrelevante Parameter für die biomechanische Leistungsdiagnostik des Angriffsschlages untersucht und in diesem Zusammenhang eine Darstellung des aktuellen Forschungsstandes zusammengestellt, wie Tabelle 3 zeigt:

Tabelle 3: Überblick der Probandenzahlen von ausgewählten Studien (Kuhlmann,2010, S.39)

Autor	Jahr	Gruppierung	Probandenzahl
Ashby & Heegard	2002	allgemeine Laborstudie	3
Boobert & van Ingen Schenau	1989	allgemeine Laborstudie	10
Coleman et al.	1993	3D-Bewegungsablauf im Wettkampf	10
Coutts	1980	volleyballspezifische Laborstudie	8
Decker et al.	2003	allgemeine Laborstudie	12/9
Dufek & Bates	1990	allgemeine Laborstudie	3
Dufek & Zhang	1996	volleyballspezifische Laborstudie	/
Hare et al.	2006	allgemeine Laborstudie	5
Huston et al.	2001	allgemeine Laborstudie	10/10
Jones et al.	2003	allgemeine Laborstudie	12
Link & Lames	2006	volleyballspezifische Studie ohne Wettkampf	30
Nagano et al.	1998	allgemeine Laborstudie	6
Pandy & Zajac	1991	allgemeine Laborstudie	5
Salci et al.	2004	volleyballspezifische Laborstudie	8/8
Samson & Roy	1976	volleyballspezifische Laborstudie	11
Tillmann et al.	2004	Wettkampfanalyse Volleyball	4 Mannschaften NCAA Divison 1A Damen
Tilp et al.	2008	volleyballspezifische Laborstudie	8
Tokuyuma et al.	2005	volleyballspezifische Laborstudie	6

Kuhlmann (2010, S.39) kritisiert, dass es nur wenige Studien zum Thema Bewegungsanalyse während des Wettkampfes gäbe und die Untersuchungen teilweise mit sehr kleinen Stichproben durchgeführt wurden. Die vorliegenden Untersuchungen bestätigen jedoch die zentrale Stellung der Sprunghandlungen und benennen die Handlungshöhe sowie die resultierende Ballgeschwindigkeit als leistungslimitierende biomechanische

Parameter (vgl. Kuhlmann, 2010, S.37). Ciccarone (2007, S.40f.) konnte nachweisen, dass die Effektivität des Angriffsschlages, Sprungaufschlages sowie des Blocks unmittelbar von der Handlungshöhe abhängen. Forthomme et al. (2005, S.1516f.) konnte des Weiteren signifikante Zusammenhänge zwischen der Ballgeschwindigkeit und der isokinetischen Kraft der Schulter, Maximalkraft bei Extension und Flexion des Ellbogens sowie der Abschlaghöhe und des Body-Mass-Indexes beim Angriffsschlag feststellen.

Coleman erstellte die erste dreidimensionale Wettkampfanalyse für den Angriffsschlag (1993) und für den Sprungaufschlag (2005). Coleman stellt darin heraus, dass die Parameter, die einen signifikanten Einfluss auf die resultierende Ballgeschwindigkeit haben, beim Angriffsschlag und beim Sprungaufschlag weitestgehend identisch sind: Für beide Angriffshandlungen konnten die Winkelgeschwindigkeit des Ellbogens und des Humerus identifiziert werden. Der Hauptunterschied der Bewegung liegt in der größeren linearen Parallelverschiebung beim Sprungaufschlag, die in einer reduzierten Geschwindigkeit des Masseschwerpunktes sowie einer längeren Extension der Beine resultiert.

### *Physische Faktoren*

Eine Reihe von Untersuchungen hat den Zusammenhang zwischen anthropometrischen Parametern und der konditionellen Leistungsfähigkeit von Volleyballspielern betrachtet. Forthomme (2005, S.1517) untersuchte 19 männliche belgische Spitzenathleten und stellte Korrelationen zwischen dem Body-Mass-Index und der resultierenden Ballgeschwindigkeit beim Angriffsschlag heraus. Des Weiteren konnte er den Einfluss des Kraftniveaus der dominanten Schulter sowie der Sprungkraft nachweisen. Die passive Beweglichkeit der Schulter hat jedoch keine signifikante Bedeutung, so das Ergebnis.

Stamm (2007, S.30ff.) führte eine Studie mit 46 weiblichen Volleyballerinnen im Alter zwischen 13 und 16 durch und konnte Korrelationen für die Bereiche Anthropometrie und motorisches Fähigkeitsniveau sowie Fertigkeiteniveau nachweisen. Die Sprungkraft hat einen hohen signifikanten Einfluss auf die Effektivität der Spielerinnen im Wettkampf.

Zhang (2010, S.85ff.) konzipierte eine Untersuchung mit 100 weiblichen chinesischen Leistungssportlern und konnte nur wenige Zusammenhänge zwischen anthropometrischen Daten und dem motorischen Leistungsniveau herausstellen. Die anthropometrischen Parameter hat lediglich einen Anteil von 12%.

Fattahi (2012, S.716ff.) widerspricht den Ergebnissen von Zhang (2010) und weist einen signifikanten Einfluss einer Reihe von anthropometrischen Parametern wie Gewicht, Unterschenkellänge, Wadenumfang etc. auf die Sprunghöhe nach.

Zur Überprüfung der sportartspezifischen, konditionellen Leistungsvoraussetzungen sowie des Fertigniveaus wurden verschiedene Tests und Testbatterien entwickelt und empirisch überprüft:

Brack (1983) präsentiert eine umfangreiche Testbatterie zur Erfassung der leistungsbestimmenden Merkmale im Volleyball (vgl. S.31f.).

Buekers, Boutmans und Thielen haben bereits 1986 (S.22f.) eine Testbatterie für Spitzenspieler im Volleyball entworfen und diese auf Gültigkeit hin überprüft. Das Ziel war es das Fertigniveau von Spitzenspielern abzubilden, um diese von anderen Spielklassen abgrenzen zu können. Die Testbatterie umfasst einen Test zum Pritschen, Baggern, Angriffsschlag und Aufschlag. Die Bundesligaspieler zeigten signifikant bessere

Ergebnisse als die Spieler der Verbands- und Kreisklasse. Die Standardisierung und Genauigkeit der Verfahren ist jedoch fraglich.

Zur Diagnostik der volleyballspezifischen Sprungkraft entwickelten Auguste et al. (2004, S.1f.) eine Testbatterie:

- Counter Movement Jump mit Armeinsatz (CMJmA): Exzentrisch- konzentrische Streckung mit Koordinierung von Arm- und Beineinsatz
- Counter Movement Jump ohne Armeinsatz (CMJoA): Exzentrisch- konzentrische Streckung
- Squat Jump (SJ): Konzentrische Streckung
- Drop Jump (DJ): Reaktives Sprungverhalten
- Frontaler Angriffsschlag (A TT): Volleyballspezifisches Sprungverhalten
- Blocksprung nach Side-Step (BLOCK): Volleyballspezifisches Sprungverhalten
- Sprungkraftausdauererprobung (SPA)

Die einzelnen Sprünge weisen hohe Korrelationen miteinander auf, mit Ausnahme des Drop-Jumps. Die entwickelte Testbatterie konnte aufgrund der Gütekriterien als sehr geeignet eingestuft werden.

### *Schlussfolgerungen*

Der momentane Forschungsstand zur Leistungsstruktur im Volleyball zeigt, dass es keine neuen Ansätze zur Erstellung einer Leistungsstruktur gibt, die alle leistungsbestimmenden Merkmale berücksichtigt. Das Modell von Brack ist ein empirisch-analytisch fundiertes Leistungsstrukturmodell, das auf Grundlage einer großen Stichprobe aus mehreren Leistungsklassen erstellt wurde. Dieses Modell wurde für den weiblichen Leistungsbereich konzipiert. Das Spiel hat sich in den letzten dreißig Jahren verändert und die äußere sowie die innere Struktur haben sich aufgrund der Einführung neuer Regeln weiterentwickelt. Das Spiel ist nachweislich schneller und intensiver geworden. Eine zentrale Veränderung, die durch die Regeländerung beschrieben wurde, ist die steigende Bedeutung des Sprungaufschlages (vgl. Bacher, 2008; Asterios, 2009 & Drikos, 2009). „Sowohl die Sprungaufschläge als auch taktische Aufschläge spielen im Männerbereich eine deutlich größere Rolle als im Frauenbereich.“ (Papageorgiou & Spitzley, 2010, S. 306) Es wurden bisher eine Reihe an Technikanalysen für den Angriffsschlag durchgeführt (Coleman, 1993; Roemer, 2008; Kuhlmann, 2010), für den Sprungaufschlag gibt es jedoch nur wenige Analysen, die im Wettkampf erhoben wurden<sup>9</sup>. Die vorliegende Arbeit versucht an dieser Stelle anzuknüpfen und den Sprungaufschlag ganzheitlich integrativ in Training und Wettkampf zu analysieren. Dabei soll die Effektivität im Zusammenhang mit kinematischen Kenngrößen untersucht werden. Weiterhin sollen direkt und indirekt leistungsbestimmende Parameter für den Sprungaufschlag identifiziert werden, um folglich ein Leistungsstrukturmodell für den Sprungaufschlag zu erstellen. Die Reduktion auf eine Technik ist durch die Komplexität des Sportspiels Volleyball begründet und stellt den ersten Schritt zur Erstellung einer komplexen Leistungsstruktur dieser Sportart dar.

Dieses Modell soll nach der Vorgehensweise des empirisch-analytischen Forschungskonzepts nach Letzelter & Letzelter (1982, S.352f.) zur Erstellung einer Leistungsstruktur erfolgen. Folglich werden zunächst Merkmalsgruppen hierarchisiert. Diese Merk-

---

<sup>9</sup> vgl. Tabelle 3, S. 29

malsgruppen werden auf Grundlage theoretischer fachwissenschaftlicher Erkenntnisse, Bewegungsanalysen, struktureller Merkmale und Forschungsergebnisse erstellt und logisch-leistungsrelevante Merkmale werden extrahiert (2.4). Die leistungsrelevanten Merkmale werden ebenenimmanent und ebenenübergreifend geordnet und in direkte und indirekte Einflussgrößen differenziert. Dafür wird ein vorläufiges Modell erstellt, die Merkmale werden operationalisiert (4.) und Hypothesen generiert. Die Überprüfung des Modells und der Hypothesen erfolgt auf Grundlage einer Testbatterie, die die unterschiedlichen Parameter empirisch-analytisch untersucht.

## 2.4 Leistungsvoraussetzungen des Sprungaufschlages

### 2.4.1 Einordnung des Sprungaufschlages

Der Sprungaufschlag beschreibt als spieleinleitendes Element die Komplex 0 -Situation, stellt die erste Angriffshandlung dar und ist losgelöst von allen anderen Spielhandlungen. Auf nationaler Ebene ist der Aufschlag mit 19,4% das am meisten angewendete Element des Volleyballspiels. Der Anteil der Annahme mit 14,6% impliziert auf nationaler Ebene eine hohe Quote an Aufschlagfehlern. Im nationalen und internationalen Bereich gibt es vier verschiedene Techniken, die im Spiel angewendet werden: der harte Sprungaufschlag, Sprungflatter, der taktische Sprungaufschlag und der Flatteraufschlag im Stand. Insgesamt hat sich der Anteil der Sprungaufschläge über die letzten Jahrzehnte deutlich erhöht. Bei den olympischen Spielen 1992 verwendeten nur 27% der Sportler den Sprungaufschlag während es 2008 bereits 70,8% waren. (vgl. Bacher, 2008, S.87f.) Sowohl national als auch international ist der Anteil der harten Sprungaufschläge dabei die meist verwendete Technik, gefolgt vom taktischen Sprungaufschlag und dem beidbeinigen Sprungflatteraufschlag wie Abbildung 13 zeigt.

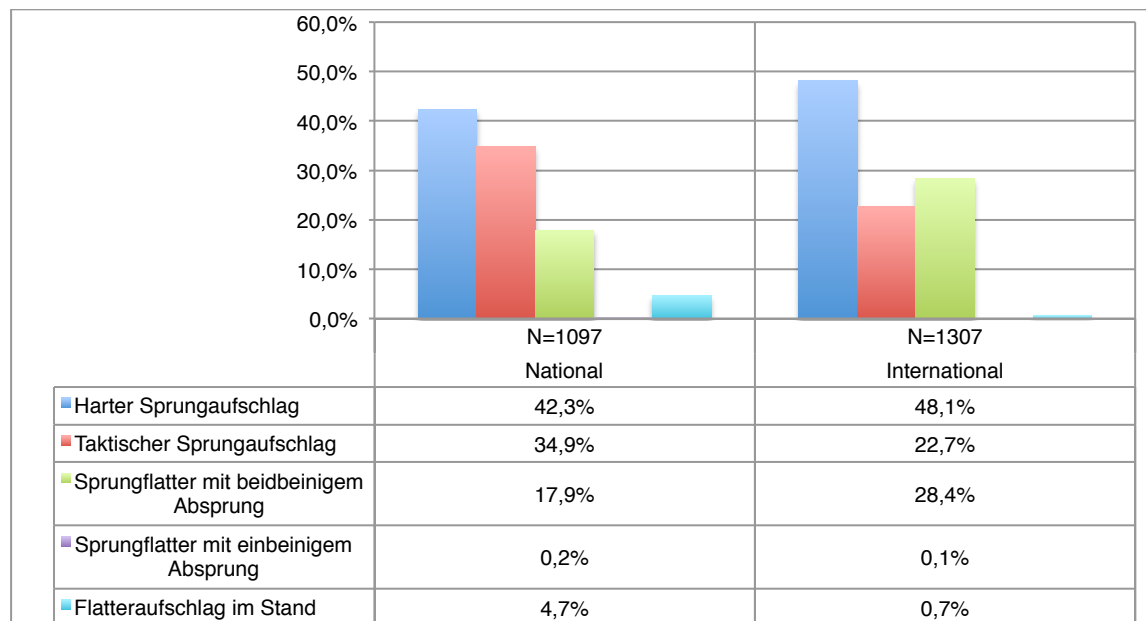


Abbildung 13: Prozentuale Verteilung der Aufschlagstechniken (Bacher, 2008, S.25)

Diese Entwicklung verdeutlicht die Bedeutung des Sprungaufschlages im nationalen sowie internationalen Leistungssport der Männer seit Einführung des Rallye-Point-Systems, da der Aufschlag nun die erste Möglichkeit darstellt, einen Punkt zu erzielen. “ (Marcelino, 2008, S. 5). Marcelino bringt damit zum Ausdruck, dass bei einem einfach

geschlagenen Aufschlag, der Punktgewinn durch den Gegenangriff sehr wahrscheinlich ist. Diese Entwicklung verstärkt sich weiterhin durch den Einsatz eines Liberos als Annahmespezialist. Ziel eines effektiven Aufschlages ist es folglich, den Angriffsaufbau des Gegners zu verhindern (vgl. Marcelino, 2008). Wenn das Aufschlagrisiko erhöht wird, steigert sich die Fehlerrate. Für den Sprungflatter wird im nationalen Bereich eine Fehlerrate von 33,8% und für den harten Sprungaufschlag von 34,1 % verzeichnet. International werden deutlich weniger Aufschlagfehler produziert (Sprungflatter: 5,6%; harter Sprungaufschlag 23,7%) (vgl. Bacher, 2008, S.27).

Aufschlagfehler treten zu 51,3 % bei diagonaler Schlagrichtung auf. Am häufigsten werden Fehler am Ende des Satzes registriert, wobei die häufigste Fehlerquelle das Grundlinienaus ist.

Insgesamt überwiegen deutlich die lang geschlagenen Bälle mit einem Verhältnis von 9:1 gegenüber kurzen Aufschlägen. Der Aufschlag bei den Männern erfolgt nahezu ausschließlich im Bereich 0-3 m hinter der Grundlinie (vgl. Bacher, 2008, S.26).

Papageorgiou benennt den Sprungaufschlag als „spielentscheidendes Element“ (2010, S.76) für den Männerbereich, da die Dominanz des Angriffs somit aus der Annahme heraus geschwächt werden kann. Zielsetzung für den Sprungaufschlag sind nach Papageorgiou (2010, S.81):

1. „Der direkte Punktgewinn bzw. schlechter 1. Pass
2. Die Ausgangsposition des vorderen Annahmespielers so weit wie möglich nach hinten zu verlagern
3. Den Laufweg des Zuspielers zu verlängern
4. Die Vorbereitungszeit der Angreifer zu verkürzen
5. Eine veränderte Annahmeformation durch die Hinzunahme eines weiteren Annahmespielers erzwingen
6. Die Vorbereitungszeit des zusätzlichen Annahmespielers als Vorderspieler oder Hinterfeldangreifer wesentlich zu verkürzen.“

Die Aufschlagtaktik verlangt im oberen Leistungsbereich eine Variationsbreite der Aufschlagtechnik sowie der angespielten Positionen. Ein Spieler muss in der Lage sein, den Ball kurz oder lang, frontal oder diagonal und positionsspezifisch zu platzieren. Eine hohe Effektivität des Aufschlages verlangt eine niedrige Anflughöhe des Balles, um die Reaktionszeit des Gegners zu verkürzen. Es ist die taktische Zielstellung, die Schwächen des Gegners in der Annahme auszunutzen, indem

- die schwächere Seite des Annahmespielers angespielt wird,

- Überschneidungszonen der Annahmespieler angespielt werden,
- der vordere Annahmespieler seitlich nach hinten getrieben wird,
- schwächere und psychisch labile Annahmespieler angespielt werden,
- Aufschläge in den Bereich des Schnellangreifers, den Laufweg des Zuspielers oder Angreifers gespielt werden,
- kurze Aufschläge auf Position II und III gespielt werden. (vgl. Papageorgiou, 2010, S.81).

Taktische Anweisungen verlangen ein gewisses Maß an Variabilität und Zielgenauigkeit. Man unterscheidet im oberen Leistungsbereich zwischen Risikoaufschlägen mit Härte- oder Flattereffekt und Risikoaufschlägen auf Zielgenauigkeit. Diese Anforderungen stellen für den Aufschlagspieler eine besondere psychische Belastungssituation dar, insbesondere, da ein Aufschlagfehler einen direkten Punkt für den Gegner bedeutet.

#### **2.4.2 Allgemeine Bewegungsbeschreibung des Sprungaufschlages**

Der Angriffsschlag im Volleyball wurde vielfältig untersucht (Coleman, 1993; Kuhlmann 2010; Kuhlmann & Roemer, Tilp 2003; Mann, 2008; Palao, 2000), während umfassende und aussagekräftige Bewegungsanalysen für den Sprungaufschlag nur von wenigen Autoren vorliegen (Peikenkamp, Natrup & Nicol, 1993; Coleman, 1993; Alexander, 2009).

Als Ausgangspunkt für die Bewegungsbeschreibung wird das generelle biomechanische Modell von Peikenkamp, Natrup & Nicol (1993) gewählt.

Dieses biomechanische Modell besteht aus Modulen, die über die Zergliederung der Bewegung in räumliche und zeitliche Komponenten definiert wird. Räumlich wird die Bewegung in drei Subsysteme unterteilt:

- Subsystem I<sup>10</sup> : Athlet ohne Schlagarm
- Subsystem II<sup>11</sup>: Schlagarm
- Subsystem III<sup>12</sup>: Ball

Das Subsystem I hat die Funktion den Schlagarm in eine gute Ausgangsposition zu bringen, wobei dieser eine maximale Beschleunigung des Balles bewirken soll.

---

<sup>10</sup> Im Weiteren wird Subsystem I synonym für Athlet ohne Schlagarm genutzt

<sup>11</sup> Im Weiteren wird Subsystem II synonym für die Schlaghand verwendet

<sup>12</sup> Im Weiteren wird Subsystem III synonym für Ball genutzt



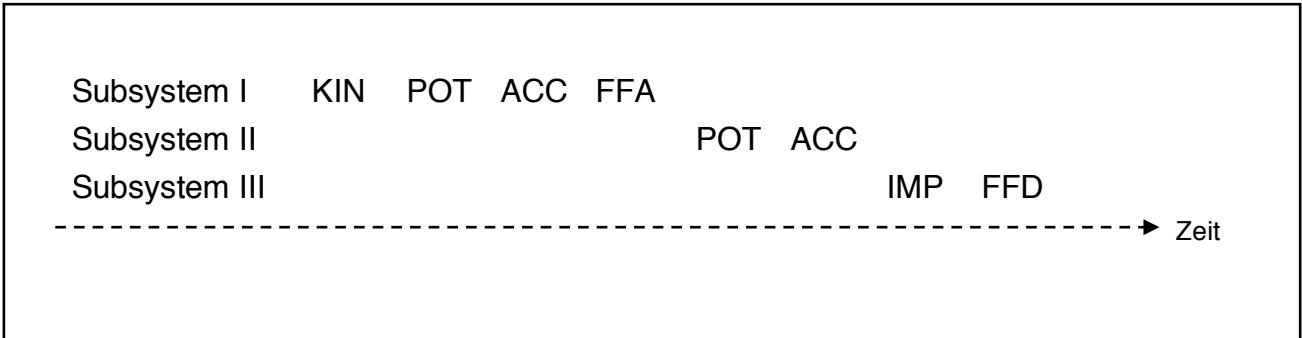


Abbildung 14: Räumliche und zeitliche Aufteilung der Bewegung (Peikenkamp, Natrup & Nicol, 1993, S.96)

KIN: nicht beschleunigte Bewegung	POT: federelastisches Abbremsen
ACC: gleichmäßig beschleunigte Bewegung	FFA: Flug mit $v^2$ -Reibung
IMP: unelastischer exzentrischer Stoß	FFD: wie FFA

Die zeitliche Untergliederung erfolgt in Aufgabenphasen: Das Subsystem I führt Anlauf, Absprung und Flugphase aus. Abbildung 14<sup>13</sup> zeigt, dass zunächst mit dem Anlauf Energie erzeugt wird (KIN), die dann durch Abbremsen der Bewegung umgewandelt wird (POT). Schließlich erfolgt eine aktive Beschleunigung (ACC), um eine möglichst hohe Abfluggeschwindigkeit für den Absprung (FFA) zu gewährleisten. In der folgenden Flugphase wird der Schlagarm zurückgeführt, um den Schlagarm bei der Schlagbewegung zu beschleunigen (ACC) und eine hohe Geschwindigkeit des Schlagarmes vor der Impulsübertragung zu produzieren. Beim Kontakt der Hand mit dem Ball (IMP) wird der Impuls des Schlagarmes auf den Ball übertragen, der als Stoßbewegung charakterisiert ist (vgl. Kollath, 1996, S. 134) und die Flugphase (FFD) des Balles folgt. (vgl. Peikenkamp, Natrup & Nicol, 1993, S.95f.).



Abbildung 15: Bewegungsablauf Spieler 8 (Messung 5.02.2011)

### *Ausgangsposition und Anwurf*

Die folgende Bewegungsbeschreibung wird für den Rechtshänder erstellt. Die Ausgangsposition des Aufschlägers ist im Durchschnitt 5m hinter der Grundlinie mit paralleler Fußstellung. In dieser Phase wird der Ball angeworfen und der Anlauf wird eingeleitet. Der Schlagarm sollte ebenso der Wurfarm sein, da dies einen höheren Bewegungsradius (ROM) für den Schlagarm und Oberkörper gewährleistet, weil eine größere Hebelwirkung erzeugt werden kann (vgl. Alexander & Honish, 2009, o.S.). Der Ball wird nach vorne oben bis kurz über die rechte Schulter geführt. Der Anwurf ist gekennzeichnet durch eine Flexion der Schulter und des Ellbogens kombiniert mit einer Extension des Rumpfes.

Der Ball rollt bei Abwurf über die Fingerspitzen, um eine Rotation des Balles zu erzeugen, die in einem Topspin resultiert. Die Ballfreigabe soll über Kopfhöhe bei voller Schulterflexion erfolgen, um eine höchstmögliche Genauigkeit zu garantieren. Während des Abwurfs wird der Körperschwerpunkt nach vorn über den rechten Fuß verlagert und der Körper besitzt eine niedrige horizontale Geschwindigkeit. Beim Abwurf fliegt der Ball in einer parabolischen Flugkurve bis maximal 10 m nach oben und 2 m in das Feld (vgl. Alexander & Honish, 2009, o.S.).

### *A Anlauf*

Der Anlauf besteht aus vier Schritten und produziert die Anfangskraft für den Absprung. Die Anfangsgeschwindigkeit wird durch eine exzentrische Kontraktion des Hüft-, Knie- und Fußstreckers abgestoppt. In Folge senkt sich der Körperschwerpunkt, die Hüfte und das Knie werden gebeugt und gehen in die Vordehnung für den Absprung. Aus einem längeren Anlauf resultiert nachweislich eine höhere Sprunghöhe, wobei vier Schritte als ideale Anlauflänge identifiziert werden. (Maxwell, Bratton et al., 1980, S.23).

Ziel ist es, eine hohe horizontale Geschwindigkeit zu erreichen, da diese eine höhere Abschlaggeschwindigkeit des Balles garantiert (vgl. Tant & White, 1991, S.346). Diese wird durch die Summe der horizontalen Geschwindigkeit des KSP und der Geschwindigkeit der Arme erzeugt. Folglich wirken die Arme als unterstützende Schwungelemente. Der erste Schritt ist lang und explosiv und hat einen signifikanten Einfluss auf die horizontale Geschwindigkeit. Der zweite Schritt von links auf rechts ist als längster Schritt charakterisiert und umfasst bei Spitzensportlern 80% der Körpergröße. Die

Funktion dieses Schrittes ist die Vorbereitung der Stembewegung für den Absprung. Beim Stemschritt wird die horizontale Geschwindigkeit abgebremst, indem der rechte Fuß über den Hacken belastet wird. Dabei sind das Knie und die Hüfte flektiert. Der linke Fuß wird dann vor den rechten Fuß gebracht und rotiert nach innen, sodass die Zehen zur Seitenlinie zeigen und eine Stembewegung erfolgt.

Während des Anlaufs werden die Arme bis zur maximalen Schulterextension nach hinten geführt, wobei der Rumpf um  $20^\circ$  nach vorn gebeugt ist, um einen größeren Winkel bei der Hyperextension der Schulter zu erreichen, wie Abbildung 16 zeigt. Die Vorwärtsbewegung der Arme und die Extension des Rumpfes verursachen höhere Bodenreaktionskräfte, die eine optimale Voraussetzung für den Absprung bilden (vgl. Alexander & Honish, 2009; Tilp, 2004).



Abbildung 16: Stemschritt rechts mit maximaler Hyperextension der Schulter und Vorneigung des Rumpfes (Alexander & Honish, 2009, S.7)

## *B Absprung*

Vor dem Absprung sind die Knie und Hüfte gebeugt und der KSP ist am tiefsten Punkt. Die Extension der Beine und des Rumpfes leiten den Absprung ein und maximieren die Bodenreaktionskräfte. Das hintere rechte Bein wird zuerst gestreckt. Bei vollständiger Streckung der Beine ist der Vorschwung der Arme abgeschlossen. Der Armschwung unterstützt die vertikale Impulsübertragung auf den Rest des Körpers.

Die gesamte Bewegung wird durch die Flexion der Schulter mit einer Extension des Rumpfes eingeleitet, in deren Folge die Hüfte und Knie gestreckt werden. Schließlich erfolgt eine Plantarflexion des Fußes, durch die Aktivierung der Wadenmuskulatur. Die

Streckmuskulatur wird von proximal nach distal aktiviert (vgl. Tilp, 2004, S.5). Die volle Streckung des Körpers resultiert in einer größeren Sprunghöhe und der KSP wird erhöht. 60% der Sprunghöhe können über das Anheben des KSP beim Absprung erreicht werden (vgl. Alexander & Honish, 2009, o.S.).

Die durchschnittliche horizontale Geschwindigkeit beim Absprung beträgt für den männlichen Hochleistungsbereich 2,76 m/s und die vertikale Geschwindigkeit 2,77m/s. (Coleman, 2005, o.S.). Alexander und Honish (2009) konnten Geschwindigkeiten von 3,65 m/s vertikal und 4,2 m/s horizontal nachweisen.

### *C Flugphase mit Rückschwung der Arme*

Der Rückschwung des Armes erfolgt während der Flugphase aus erhöhter Position vor dem Körper. Es gibt zwei Varianten den Schlagarm zurückzuführen: 1. Der Arm bewegt sich unterhalb des Schultergelenks, während die Hand auf Hüfthöhe ist und wird zurückgeführt oder 2. der Arm bleibt parallel zum Boden und wird nach hinten geführt. Dabei rotiert der Rumpf aus der parallelen Position der Schulterachse zum Netz nach rechts und begibt sich in eine Hyperextension. Der Schultergürtel rotiert nach innen während der Beckengürtel vorwärts rotiert und diese zwei Subsysteme erzeugen eine Verwindung. Diese Gegenbewegung ist notwendig, um entsprechend des 3. Newtonschen Axioms den Drehmoment um die Längsachse zu erhalten, die durch den Schultergürtel erzeugt wird. Der Rumpf rotiert sowohl um die Längs- als auch um die Transversalachse. Während der Überstreckung des Rumpfes in die Rücklage und dem Aufbau der Bogenspannung erfolgt ebenso eine Hyperextension der Hüfte und die Flexion der Knie. Bei maximaler Kniebeugung und Rückwärtsrotation des Rumpfes wird der Schlagarm abduziert und medial rotiert, um die laterale Rotation des Rückschwungs vorzubereiten. Durch die Beugung der Knie verschiebt sich der KSP in den Rumpf. Der Kopf bleibt bei dieser Bewegung in einer stabilen vertikalen Position. Während der Seitwärtsrotation der Schulterachse nach rechts, rotiert der Schlagarm nach innen, um die lateralen Rotatoren für die Schlagbewegung vorzudehnen. Das Resultat ist eine maximale laterale Rotation der Schlagschulter und ein nach links geneigter hyperextendierter Rumpf wie Position C in Abbildung 17 zeigt:

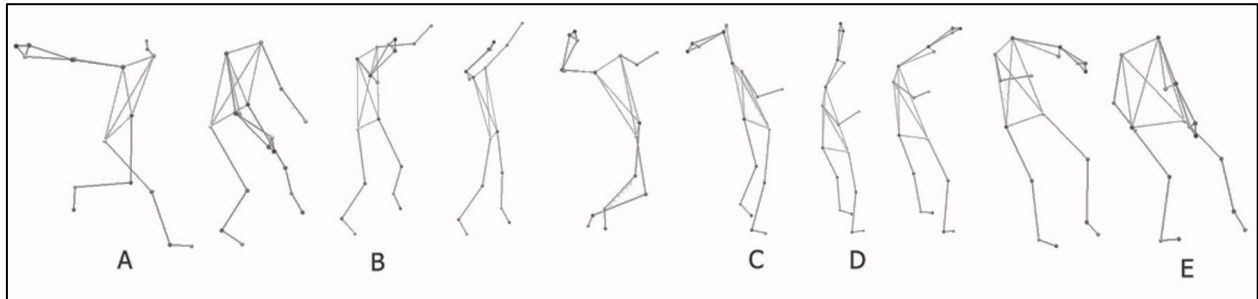


Abbildung 17: Bewegungsablauf des Sprungaufschlages vom Stemmschritt (A), Absprung (B), Schlagauslage (C), Schlagbewegung (D) und Landung (E) (Reeser et al., 2010, S.370)

### D Schlagbewegung

Aus der Position der „Schlagauslage“ werden Rumpf und Schulter kraftvoll vorwärts rotiert und die Bogenspannung wird aufgelöst. Während der Vorwärtsrotation befindet sich der Rumpf parallel zum Netz. Diese Bewegung hat einen signifikanten Einfluss auf die daraus resultierende Handgeschwindigkeit (vgl. Alexander & Honish, 2009). Der Schlagarm rotiert dabei weiter rückwärts. Die Vorwärtsbewegung des Schlagarmes wird mit einer medialen Rotation der Schulter und der horizontalen Abduktion des Armes eingeleitet. Der Ellenbogen wird gestreckt, der Unterarm proniert und das Handgelenk gebeugt und adduziert. Die Hand ist beim Ballkontakt hohl und entspannt, bei voller Extension des Ellenbogens. Die Hand berührt den Ball mit der Handinnenfläche bei gestreckten Fingern und bewegt sich dann über den Ball, um einen Topspin zu produzieren. Der Schlag ist als nicht elastischer Stoß charakterisiert (vgl. Kollath, 1996; Tilp, 2004). Ein exzentrischer Stoß bewirkt eine Rotation des Balles, welche einen Spin produziert wie 18 zeigt:

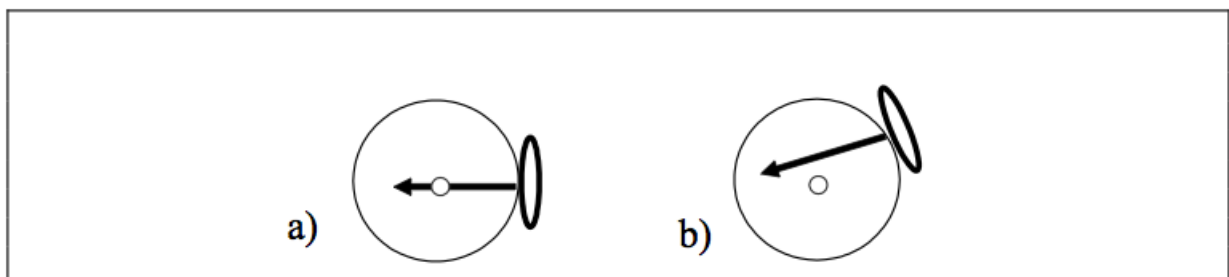


Abbildung 18: Schematische Darstellung eines zentralen (a) und exzentrischen Stoßes (b) (Tilp, 2004, S.14)

Der Topspin bewirkt eine Rotation des Balles, so, dass dieser schneller sinkt und sich die Reaktionszeit für den Annahmespieler reduziert. Das linke Bein wird während der Schlagbewegung abduziert, um das Massenträgheitsmoment um die Längsachse zu

maximieren. Durch die Abduktion des Beines wird eine Gegenkraft zur Rotation aufgebaut, sodass der restliche Körper weniger Einfluss auf die Handlung des Armes hat. Das Handgelenk wird dann gebeugt und rotiert vorwärts. Die Geschwindigkeit der Hand ist die wichtigste Variable für die Geschwindigkeit des Balles. Die resultierende Ballgeschwindigkeit ist immer größer, als die Geschwindigkeit der Hand, da die Impulsübertragung vom Arm und von der Hand auf den leichteren Volleyball erfolgt. Die Handgeschwindigkeit (15,4 m/s) macht ungefähr 70% der Ballgeschwindigkeit (22,4 m/s) aus (vgl. Tant, Greene et al., 1993, S.345). Alexander und Honish (2009, o.S.) konnten eine durchschnittliche Ballgeschwindigkeit von 23,48 m/s im männlichen Hochleistungsbereich nachweisen. Der Ball sollte bei maximaler Sprunghöhe und maximaler Extension des Armes geschlagen werden. Der Rumpf beugt sich nach links, um die Reichhöhe zu vergrößern, wie 19 zeigt. Eine größere Seitneigung des Rumpfes führt zu einer erhöhten Geschwindigkeit des Balles, wobei eine zu große Neigung Instabilität produziert.

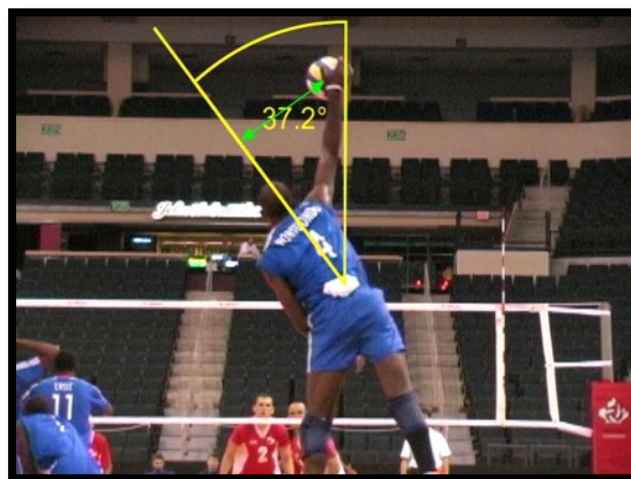


Abbildung 19: Seitneigung bei der Schlagbewegung  
(Alexander & Honish, 2009, S.16)

### *E Landung*

Der Schlagarm bewegt sich weiter nach vorn, bei voller Extension der Schulter und Flexion des Rumpfes. Die Phase nach dem Abschlag sollte zum Abbremsen der Geschwindigkeit des Schlagarmes genutzt werden. Der Spieler sollte des Weiteren auf beiden Füßen landen, um auf ihn einwirkende Kräfte zu amortisieren. Die Landung sollte gewährleisten, dass der Spieler schnellstmöglich seine Position auf dem Feld einnehmen kann.



### 2.4.3 Forschungsstand zum Sprungaufschlag

Es gibt verschiedene Einflussfaktoren, die auf die Effektivität des Aufschlages wirken. Eine Reihe von Autoren stellen den Anwurf und die optimale Flugbahn des Balles als wichtige Voraussetzungen für einen erfolgreichen Sprungaufschlag heraus (Cisor, 1999; Skondell & Reynaud, 2002; Lehnert, Janura & Stromsik, 2003).

Lehnert, Janura & Stromsik haben neben dem Steigungswinkel des angeworfenen Balles (AN), die Abschlaghöhe (HH) als signifikante Einflussfaktoren identifiziert, wie Abbildung 20 illustriert.

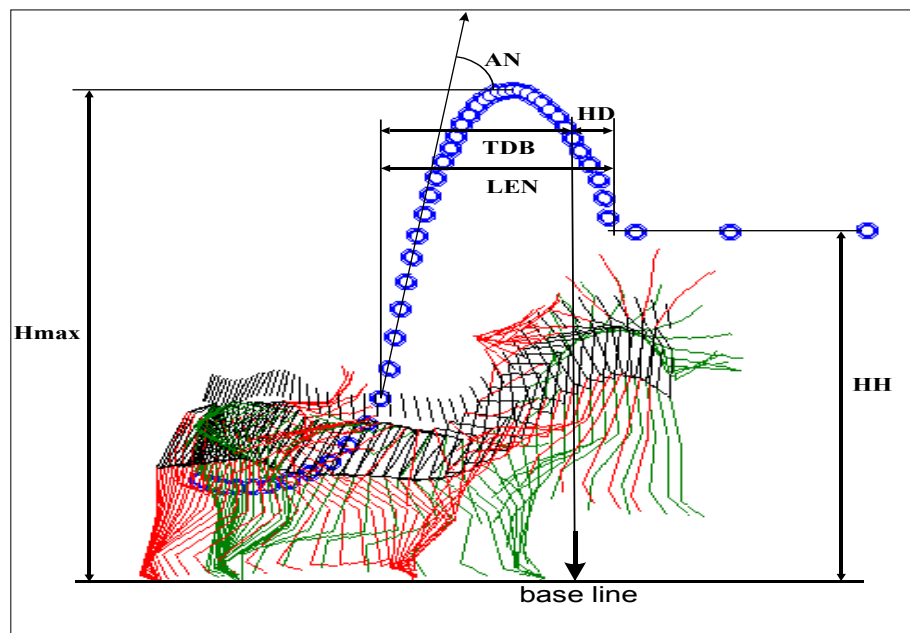


Abbildung 20: Untersuchungsvariablen (Lehnert, Janura & Stromsik, 2003, S. 3)

Die Geschwindigkeiten der Hand vor dem Abschlag und die resultierende Ballgeschwindigkeit wurden mehrfach untersucht. Tabelle 4 fasst die Ergebnisse zusammen und zeigt, dass die Geschwindigkeit der Hand von 12 – 16,3 m/s differiert, während die Streuung der durchschnittlichen Ballgeschwindigkeiten von 22,4-25,4 m/s kleiner ausfällt. Die Untersuchung von Reeser (2010, S.372) zeigt, dass die Werte der Damen im oberen Leistungsbereich deutlich hinter denen der Männer zurückbleiben.

Tabelle 4: Übersicht der Ergebnisse ausgewählter Studien zu Geschwindigkeitsverläufen

Autor	Gruppierung	Stichprobe	V <sub>Hand</sub>	V <sub>Ball</sub>
Alexander & Honish (2009)	2D Bewegungsablauf im Wettkampf	300 Sprungaufschläge bei NORSECA Championships Herren (Kuba, USA, Kanada etc.)	k.A.	23,48 m/s
Colemann (2005)	3D Bewegungsablauf im Wettkampf und Training	11 britische Nationalspieler	16,3 m/s	23,7 m/s
Huang & Hu (2007)	3D Bewegungsablauf im Wettkampf	13 internationale Topathleten	12,0 m/s	25,4 m/s
Lehnert, Janura & Stromski (2003)	3D Bewegungsablauf im Wettkampf	Einzelfallanalyse 3 tschechische Nationalspieler	k.A.	26/m/s – 31,3 m/s
Reeser et al. (2010)	3D Laboranalyse	14 College Spielerinnen NCAA	k.A.	15,5 m/s
Tant & Greene (1993)	Laboranalyse	5 College Spieler NCAA	15,4 m/s	22,4 m/s

Peikenkamp, Natrup und Nicol (1993, S.101) fanden heraus, dass die relative Geschwindigkeit des Balles beim Auftreffen im gegnerischen Feld hyperbolisch von der Handgeschwindigkeit abhängt und einen größeren Einfluss als die Sprungweite hat.

Coleman (2005, o.S.) konnte Korrelationen zwischen den Winkelgeschwindigkeiten des Ellenbogens, des Humerus und der Handgeschwindigkeit beim Abschlag und der resultierenden Geschwindigkeit des Balles nachweisen. Weiterhin identifizierte er Zusammenhänge zwischen der Geschwindigkeit des KSP beim Absprung und der finalen Sprunghöhe.

Huang und Hu (2007, S.49ff.) untersuchten 13 internationale Topspieler und stellten Korrelationen zwischen der Ballgeschwindigkeit und der Geschwindigkeit des Ellenbogens, des Handgelenks und der Finger heraus sowie Zusammenhänge mit der horizontalen Geschwindigkeit des KSP beim Absprung. Die Sprunghöhe ist abhängig von der vertikalen und horizontalen Geschwindigkeit des Körpers beim Absprung.

Die Untersuchung von Alexander und Honish (2009), Forthomme (2005) und von Tant und Greene (1993) bestätigen den signifikanten Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit der Hand und des Balles.

Lithio (2006, S.4ff.) hat drei Modelle zur Identifikation der Parameter berechnet, die die Ballgeschwindigkeit und Flugzeit des Balles beeinflussen. Seine Ergebnisse zeigen, dass die Abschlagshöhe des Balles nur eine geringe Wirkung auf die Gesamtflugzeit hat.



Die zurückgelegte Distanz des Balles hat einen signifikanten Einfluss auf die Flugzeit und die Geschwindigkeit. Optimal ist ein flacher, langer Ball an die Endlinie. Die Schlagrichtung beeinflusst die Flugzeit nur gering, ein diagonal geschlagener Ball generiert jedoch höhere Geschwindigkeiten. Ein erhöhter Topspin führt zu einer signifikant kürzeren Flugzeit.

Ciccarone (2007, S.43f.) konnte nachweisen, dass die Effektivität des Sprungaufschlages bzw. des Angriffsschlages unmittelbar von der Handlungshöhe abhängen. Coleman (2005) zeigte auf, dass sich die kinematischen Kennwerte des Angriffsschlages und die des Sprungaufschlages sehr ähnlich sind und sich lediglich durch eine größere Parallelverschiebung beim Sprungaufschlag voneinander unterscheiden.

Lidor, Arnon, Hershko et al. (2007, S.937ff.) haben einen Fertigkeitstest zur Zielgenauigkeit für den Aufschlag entwickelt. Zielstellung war es für jeden Spieler, zehn Aufschläge unter erholten Bedingungen und zehn Aufschläge nach einer Belastung auszuführen und möglichst viele Punkte anhand der Zielzonen, die in Abbildung 21 abgebildet sind, zu erzielen. Dabei wurden die Zielzonen so gewählt, dass die zentralen und weniger effektiven Zielzonen weniger Punkte einbrachten. Die Zielzone mit sieben Punkten wurde sowohl ohne Belastung als auch nach der Belastung mit insgesamt 54% am häufigsten getroffen. Der Belastungszustand hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis. Bei diesem Test wurden keine kinematischen Parameter erhoben und die Aufschlagform war nicht festgelegt. Daher kann dieser Test zwar Aussagen zur Genauigkeit treffen, die Schlaghärte bzw. Geschwindigkeit des Balles wurden jedoch nicht berücksichtigt und es kann folglich keine Aussage zu Effektivitätswerten getroffen werden.

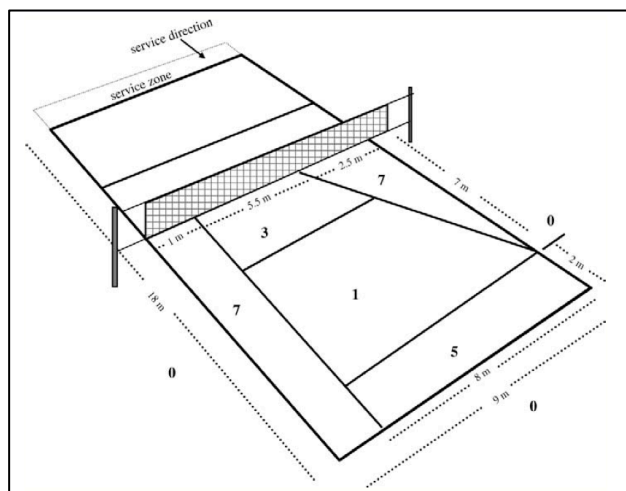


Abbildung 21: Zielzonen des Aufschlagtests nach Lidor, Arnon & Hershko et al. (2007, S.938)

Laios und Kountouris (2010, S.2ff.) haben die Effektivität des Aufschlages in Abhängigkeit von der Aufstellung untersucht und konnten nachweisen, dass das aufschlagende Team lediglich eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 34,6 % hat, den Punkt zu gewinnen. Der Zuspieler auf Position 1 als Aufschläger konnte als effektivste Läuferposition bestimmt werden. Eine Reihe an Autoren haben die gestiegene Bedeutung des Sprungaufschlages im Bedingungsgefüge der Spielsituation herausgestellt und benennen die Erfolgs- und Fehlerrate als aussagekräftigen Prädiktor für den Spielerfolg. (vgl. Asterios, 2004; Marcelino, 2005; Lobietti, 2006 & Drikos, 2009)

### *Schlussfolgerungen*

Die Forschungsergebnisse zeigen, dass es trotz der gestiegenen Bedeutung des Sprungaufschlages nur wenige Studien gibt, die umfassende signifikante Kennwerte dieser Technik offenlegen. Ein Großteil der vorliegenden Untersuchungen beschäftigt sich mit kinematischen Kenngrößen des Sprungaufschlages, insbesondere mit der Geschwindigkeit des Balles, für die mehrfach ein signifikanter Zusammenhang mit der Geschwindigkeit der Hand beim Abschlag nachgewiesen werden konnte. Die Aussagen zum Einfluss der Sprunghöhe bzw. Abschlaghöhe widersprechen sich und können nicht eindeutig belegt werden. Der Einfluss der vertikalen und horizontalen Geschwindigkeit des Körpers auf die Sprunghöhe konnte demgegenüber jedoch mehrfach nachgewiesen werden. Hinreichend belegt ist die zentrale Rolle des Anwurfs beim Sprungaufschlag.

Es liegen mehrere Studien vor, die im Wettkampf erhoben wurden, jedoch fehlt es an Längsschnittanalysen, die es ermöglichen intraindividuelle Unterschiede sowie die Konstanz der Leistung und der korrelativen Stabilität abzubilden. Des Weiteren werden die leistungsbestimmenden konditionellen und anthropometrischen Faktoren nur für die allgemeine Leistungsstruktur im Volleyball erhoben und nicht in Bezug zu kinematischen Kenngrößen des Sprungaufschlages gesetzt.

Die gestiegene Bedeutung des Sprungaufschlages als meistverwendete Technik und als spielentscheidender Faktor (Papageorgiou & Spitzley, 2010, S.17f.) sowie die Aufschlagquote des Sprungaufschlages als Prädiktor für den Spielerfolg fordern die Erstellung eines ganzheitlichen und integrativen Strukturmodells, das empirisch begründet ist, um Aussagen über die Eignung von Spielern im Leistungssport treffen zu können.

Die Aufschlagleistung des Sprungaufschlages kann als Teilleistung der komplexen Spiel-leistung betrachtet werden.

#### **2.4.4 Logisch-leistungsrelevante Merkmale**

Bei der Betrachtung der aktuellen Forschungsergebnisse, der Fachliteratur, des Bewegungsablaufs des Sprungaufschlages und der Leistungsstruktur im Volleyball konnten folgende Faktoren als logisch-leistungsrelevant extrahiert werden:

Brack (2002, S.103) ordnet die Konstitution als einen Faktor der Leistungsvoraussetzungen für die Spielfähigkeit und folglich der Spielleistung in das Strukturmodell der komplexen individuellen Spielleistung ein.

Eine Reihe von Untersuchungen hat den unmittelbaren Zusammenhang zwischen anthropometrischen Parametern und der Leistung von Hochleistungssportlern im Volleyball bestätigt (vgl. Paolo et al., 2008; Stamm et al., 2003; Ciccarone, 2007; Ling et al., 2007; Duncan et al., 2008). Es konnte insbesondere eine Wirkung auf die maximale Sprunghöhe nachgewiesen werden, die eine unabdingbare Voraussetzung für den Sprungaufschlag darstellt, daher ist es notwendig, ausgesuchte anthropometrische Kennwerte im Rahmen der Untersuchung zu berücksichtigen.

Papageorgiou (2010, S.15) unterstreicht die psychische Stresssituation im Wettkampf, die durch die Struktur des Volleyballspiels entsteht. Spätestens nach Einführung des Rallye-Point-Systems im Jahr 1999 besteht eine erhöhte Drucksituation für den Aufschlagspieler, da sich jeder Spielzug direkt auf das Ergebnis auswirkt. Für den Aufschlag bedeutet folglich ein Fehler, den direkten Punktgewinn für den Gegner.

Angst und Stress können im Wettkampf zur Leistungsminderung führen, indem sie unsere Kognitionen blockieren, „also unsere Fähigkeit uns zu konzentrieren, wichtige – kritische- Situationen im Wettkampf zu analysieren und zielgerichtet zu handeln“ (Alfermann & Stoll, 2012, S.79).

Diese Wechselwirkungen wurden für den Volleyball im internationalen Bereich mehrfach untersucht (vgl. Yamada et al.,2012; Raglin & Morris, 1994; Patsiaouras et al., 2008) und stellen für den Sprungaufschlag eine Leistungsvoraussetzung dar.

Während Papageorgiou und Spitzley (2010, S.309) die Zahl der Sprunghandlungen mit 71 pro Spieler in einer Stunde reiner Spielzeit beziffern, korrigiert Czimek (2012, S.29) diese Zahl auf 55 Sprünge pro Stunde für den internationalen Bereich und 42,5 Sprünge innerhalb des nationalen Spielgeschehens. Die zentrale Bedeutung der Sprunghandlungen bleibt jedoch bestehen, da die durchschnittliche Sprungdichte nach wie vor hoch ist (vgl. Czimek, 2012, S.29). Auf internationaler Ebene wurde mehrfach nachgewiesen, dass die Sprungkraft einen essentiellen Leistungsfaktor im Sportspiel Volleyball darstellt (vgl. Xing et al., 2006; Zhang et al., 2006). Ciccarone (2007, S.43f.) hat bestätigt, dass ein direkter Zusammenhang zwischen der Angriffs- und Blockleistung sowie der Leistung des Sprungaufschlages mit der Sprunghöhe und somit der Sprungkraft der Spieler besteht. Daher ist die Überprüfung der Sprungkraft als Leistungsfaktor für den Sprungaufschlag unabdingbar.

Nachgewiesenermaßen ist die Schnellkraft der oberen Extremitäten ein wichtiger Leistungsfaktor im Volleyball. Stamm (2007, S.47f.) hat eine hohe Korrelation der „upper arm strength“ mit der Effektivität des Angriffsschlages herausgestellt: „The upper body and arm strength was found to contribute to 22% of the efficiency of attack“ (Zhang, 2010, S. 34 ). Forthomme (2005, S.1516) bestätigt diese Ergebnisse. Eine hohe Schlagkraft bedingt die Beschleunigung des Schlagarmes und der Hand. Da die Korrelationen zwischen der Handgeschwindigkeit und der resultierenden Ballgeschwindigkeit mehrfach nachgewiesen wurden (vgl. Alexander, 2009; Coleman, 2005; Tant & Greene, 1993), ist die Betrachtung der Schnellkraft der oberen Extremitäten als Leistungsfaktor notwendig.

Die Bedeutung der Beweglichkeit der oberen Extremitäten im Volleyball, insbesondere der Schulter, wurde bisher kaum untersucht. Forthomme et al. (2005, S.1516) haben überprüft, welche Einflussfaktoren mit der Geschwindigkeit des Balles beim Angriffsschlag korrelieren und stellten heraus, dass bestimmte Aspekte des Bewegungsumfanges der Schulter signifikante Zusammenhänge mit der Endgeschwindigkeit des Balles aufweisen. Coleman (2005) konnte nachweisen, dass die Winkelgeschwindigkeit des Oberarmes (humerus) beim Sprungaufschlag einen signifikanten Einfluss auf die Ballgeschwindigkeit hat.

Durch eine hohe Belastungsdichte mit vielen kurzzeitigen maximalen Belastungen ist die muskuläre Beanspruchung im Volleyball in Belastungsphasen anaerob-alkalisch determiniert (vgl. Papageorgiou & Spitzley, 2010, S.309). Insgesamt liegt auf Grund der wechselnden Intensitäten eine aerob-anaerob gemischte Ausdauer zu Grunde (vgl. Hohmann, Lames & Letzelter, 2010, S.53). Der Sprungaufschlag wird stets nach einer Belastung ausgeführt und muss auch am Satzende im fortgeschrittenen Spielgeschehen noch hohen technischen Anforderungen genügen. Die Betrachtung der Ausdauer ist zwar nicht zentraler Bestandteil dieser Untersuchung, wird aber zur Vollständigkeit des konditionellen Spektrums begleitend erfasst.

Die Bewegungsanalysen mehrerer Autoren haben die unterschiedlichen Wirkungen kinematischer Parameter insbesondere der Geschwindigkeiten und der Sprunghöhe untersucht (Lehnert, Janura & Stromski, 2003; Coleman, 2005; Huang & Hu, 2007; Alexander & Honish, 2009) Dabei steht die Geschwindigkeit des Balls (Subsystem III) als Zielgröße im Mittelpunkt.

Die horizontale und vertikale Geschwindigkeit von Subsystem I (Körper ohne Schlagarm), die Sprunghöhe sowie die Geschwindigkeit von Subsystem II (Schlagarm) können als bestimmende Leistungsfaktoren extrahiert werden. Der Einfluss des Anwurfes auf die Bewegung ist hinreichend belegt und wird an dieser Stelle nicht näher betrachtet.

Die Effektivität der Aufschlaghandlung wird über die Spielwirksamkeit abgebildet und ist als übergeordnetes Konstrukt des Bedingungsgefüges als Zielgröße zu betrachten und muss folglich erfasst werden. Neben der Ballgeschwindigkeit ist der zweite entscheidende Faktor, der die Effektivität direkt beeinflusst, die Positionierung des Balles. Daher ist die Erfassung der Zielgenauigkeit und der Zielzonen unabdingbar.

Aufgrund der identifizierten logisch-leistungsrelevanten Leistungsvoraussetzungen wird ein Modell a priori erstellt, das darauffolgend anhand verschiedener Testverfahren empirisch überprüft wird.

## 2.5 Anforderungen an Messverfahren

Die Beschreibung und Erklärung einer sportlichen Bewegung in allen Dimensionen erfordert die Entwicklung geeigneter methodischer Grundlagen. Die Struktur der Bewegung soll durch das Einbeziehen quantitativer Merkmale verschiedener Disziplinen der Bewegungswissenschaft analysiert werden. Bös (1994, S.346) formuliert bereits 1994 drei Beobachtungsebenen, die zur Beschreibung und Erklärung von Bewegungshandlungen unabdingbar sind:

- physikalische Gegebenheiten,
- physiologische Prozesse,
- psychische Erscheinungen.

Die physikalischen Gegebenheiten, insbesondere die räumlich-zeitlichen und dynamischen Bewegungsmerkmale und Bewegungsfertigkeiten werden durch die Biomechanik abgebildet und stellen die Außenperspektive dar. Die physiologischen Aspekte werden mittels sportmedizinischer Untersuchungsmethoden erfasst, während die psychischen Erscheinungen mittels sportpsychologischer Diagnostik untersucht werden. Die beiden letzten Disziplinen bilden die Innenperspektive der Bewegungshandlung. Diese drei Teildisziplinen garantieren eine empirisch-analytische Herangehensweise an die Strukturanalyse der Bewegungsfertigkeiten. Eine umfassende Analyse der Leistungsstruktur des Sprungaufschlages mit aussagekräftigen Ergebnissen ist nur unter Einbeziehung der drei genannten Beobachtungsebenen möglich.

Die Anwendung sportmotorischer Tests legt die persönlichkeits-theoretische Annahme von Eigenschaften, Fähigkeiten oder Fertigkeiten zur Beschreibung von Bewegungshandlungen zu Grunde (vgl. Bös 1994, S.349f.). Innerhalb dieser Ebenen werden in der differentiellen Motorikforschung die motorischen Merkmale weiterhin in Fähigkeiten und Fertigkeiten unterteilt (vgl. Gropler & Thiess, 1976; Bös 1994; Roth & Williczik, 1999, Roth 2002), die in jeder Sportart eine andere Gewichtung und Ausprägung haben. Die Tests der vorliegenden Diagnostik sind sportartspezifisch zugeschnitten und bilden die direkten Leistungsvoraussetzungen auf verschiedenen Ebenen ab. Für eine allgemeine Kategorisierung und Strukturierung der einzelnen Leistungsfaktoren ist das empirisch-analytisch überprüfte Strukturmodell der komplexen individuellen Spielleistung nach Brack und Hohmann (vgl. 1983, S.9) richtungsweisend.

In der vorliegenden Arbeit sollen empirische Befunde erhoben werden, die es ermöglichen, eine komplexe Leistungsstruktur für den Sprungaufschlag im Volleyball zu erstellen. Ziel ist es, eine Rangordnung der einzelnen Leistungsfaktoren zu identifizieren und Wechselwirkungen zu analysieren. Im Zentrum der Analyse steht die Frage, welche Faktoren die Abschlag- und Abfluggeschwindigkeit des Balles signifikant beeinflussen und inwiefern die Geschwindigkeitsparameter mit der Zielgenauigkeit und Effektivität des Aufschlages korrelieren.

Die trainingswissenschaftlichen und testtheoretischen Darstellungen bilden die Grundlage für eine adäquate Methodik zur Erhebung des gewählten Sachverhaltes und ergeben folgende Bedingungen für die vorliegende Untersuchung:

1. Berücksichtigung der drei Beobachtungsebenen (Bös 1994, S.346)
  - a. physikalische Gegebenheiten,
  - b. physiologische Prozesse,
  - c. psychische Erscheinungen,
2. Auswahl sportmotorischer Tests auf Grundlage der persönlichkeits-theoretischen Differenzierung in sportmotorische Fähigkeiten und Fertigkeiten (Bös 1994, Roth & Willimczik 1999, Roth 2002)
3. Betrachtung sportartspezifischer Aspekte im Wettkampf/Leistungssport (Bös 1994, Brack 2002)
4. Hierarchisierung der Leistungsfaktoren entsprechend der Systematik im Sportspiel (Brack & Hohmann, 1983).

Die empirisch-analytische Überprüfung der Systematik einer Bewegungshandlung erfordert eine Auseinandersetzung auf mehreren Ebenen, dabei müssen sowohl die Innenperspektive als auch die Außenperspektive abgebildet sein (vgl. Bös, 1994, S.346). Die Analyse der biomechanischen Kennlinien der Bewegung in Wettkampf und Training repräsentiert den phänomenologischen Aspekt des Sprungaufschlages und beschreibt somit das motorische Fertigkeitenniveau. Die physiologischen und psychologischen Leistungsvoraussetzungen bilden auf der untersten Ebene die Basis für die motorischen Fähigkeiten. Die sportartspezifischen konditionellen Fähigkeiten, insbesondere die speziellen Leistungsvoraussetzungen für den Sprungaufschlag, bilden die Grundlage für die Herausbildung eines hohen Fertigkeitenniveaus. Im Fokus der Analyse der Bewegungshandlung auf der Ebene der motorischen Fertigkeiten sind die Geschwindigkeits- und

Zielgenauigkeitsparameter. Im Leistungsstrukturmodell von Brack und Hohmann (vgl. 1983, S.9) bildet die Spielleistung die übergeordnete Instanz, die das Ergebnis der Bewegungshandlung in Form der Spielwirksamkeit konkretisiert. Die Wirkung des Sprungaufschlages wird mit Hilfe eines Effektivitätsindex bewertet und bildet die übergeordnete Ebene, die das Resultat quantifiziert.

Die geforderten Untersuchungen müssen in Wettkampf und Training durchgeführt werden, da während des Wettkampfes nur ein Teilbereich an Tests realisierbar ist und im Training die reale Wettkampfsituation nicht simuliert werden kann.

„Zwischen Leistungsfähigkeit, Leistung im Wettkampf und sportlichem Erfolg besteht kein einfacher, linearer Zusammenhang, sondern eine komplex determinierte, situationsabhängige, „chaotische“ und damit nicht zufrieden stellend prognostizierbare Beziehung.“

(Hohmann, Lames & Letzelter, 2010, S.199)

Die Umsetzung Leistungsfähigkeit im Wettkampf wird durch bestimmte situative Bedingungen wie „Variabilität von Teilleistungen, motivationale Prozess, Umfeldbedingungen wie Gegnerinteraktion“ (Hohmann, Lames & Letzelter, 2010, S.199) beeinflusst bzw. gestört.



### **3 Problemstellung und Formulierung der Forschungsfragen**

#### **3.1 Problemstellung**

Der Sprungaufschlag gilt als effektivste Aufschlagtechnik, die jedoch durch eine Reihe konditioneller, koordinativer und psychisch-kognitiver Leistungsvoraussetzungen determiniert wird. Die komplexen Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Fähigkeiten und Fertigkeiten sind sportartspezifisch zu hinterfragen, um Aussagen zur Trainingsgestaltung treffen zu können die eine Optimierung dieser Technik fokussiert. Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht die Wechselwirkung der Geschwindigkeits- und Genauigkeitsparameter sowie die Wirksamkeit dieser Bewegungsmerkmale im Wettkampf. Weiterhin soll der Stellenwert der einzelnen konditionellen Parameter in der Leistungsstruktur des Sprungaufschlages herausgestellt sowie die korrelativen Zusammenhänge dieser Leistungsvoraussetzungen mit Geschwindigkeits- und Genauigkeitsparametern in Wettkampf und Training nachgewiesen werden. Die Bewertung der Wirksamkeit des Sprungaufschlages im Wettkampf und deren Korrelationen mit biomechanischen und konditionellen Parametern im Längs- und Querschnitt bilden den Ausgangspunkt für die Entwicklung einer modellhaften Leistungsstruktur. Die umfassende Datenerhebung liefert verlaufsbezogene Informationen zum Leistungsstand des Sprungaufschlages als Teilkomplex der Spielleistung. Die erfasste Wertigkeit der einzelnen Faktoren wird als Grundlage für die spezifische Leistungsstruktur des Sprungaufschlages angesehen.

### 3.2 Forschungsfragen

1. Inwiefern haben die anthropometrischen und konditionellen Parameter einen Einfluss auf die Geschwindigkeitsparameter der einzelnen Subsysteme beim Sprungaufschlag in Training und Wettkampf und welche Wechselwirkungen können identifiziert werden?
  - 1.1 *Welche Wechselwirkungen bestehen zwischen anthropometrischen und konditionellen Parametern und inwiefern verändern sich diese Größen über den Saisonverlauf?*
  - 1.2 *Welchen Einfluss haben die Schnellkraftparameter der oberen Extremitäten auf die Geschwindigkeit der Hand (Subsystem II) beim Schlag?*
  - 1.3 *Welchen Einfluss haben Sprungkraftparameter auf die Sprunghöhe und Geschwindigkeiten von Subsystem I? (Training)*
  - 1.4 *Welchen Einfluss haben die Sprunghöhe und Abschlaghöhe auf die Geschwindigkeitsparameter der einzelnen Subsysteme in Training und Wettkampf?*
  - 1.5 *Welchen Einfluss haben die Beweglichkeitsparameter auf den Arm-Rumpf-Winkel beim Sprungaufschlag und welchen Einfluss hat der Arm-Rumpf-Winkel auf die Geschwindigkeit der Hand und des Balles?*
  - 1.6 *Welche Wirkungszusammenhänge können zwischen den Geschwindigkeitsparametern der einzelnen Subsysteme herausgestellt werden? (Training und Wettkampf)*
2. Welche Gewichtung haben die Parameter der Bewegungsgeschwindigkeit, Zielzonen und Wettkampffähigkeit bei der Effektivitätsbewertung des Sprungaufschlages im Wettkampf?
  - 2.1 *Welchen Einfluss haben die Geschwindigkeiten der Subsysteme und die Sprunghöhe auf die Effektivität des Sprungaufschlages im Wettkampf?*
  - 2.2 *Inwiefern ist ein Zusammenhang zwischen den Zielzonen und Effektivität im Wettkampf nachweisbar?*
  - 2.3 *Inwiefern wirkt die generelle Disposition der Wettkampffähigkeit auf die Effektivitätswerte im Wettkampf?*
3. Inwiefern beeinflussen die Geschwindigkeitsparameter der Subsysteme die Zielgenauigkeit?

## 4 Hypothesen- und Modellbildung

### 4.1 Modellbildung

Entsprechend der Vorgehensweise von Hohmann und Brack bei der Strukturierung sportlicher Spielleistung (vgl. Hohmann & Brack, 1983, S.7ff.) soll im ersten Schritt die Hierarchisierung der Leistungsfaktoren auf der Grundlage theoretisch-fachwissenschaftlicher Erkenntnisse erfolgen.

Dafür wurden zunächst in Form einer Literaturbesprechung und Analyse bestehender Modelle, Theorien und Studien alle relevanten Faktoren extrahiert. Jede Leistung besteht im Sportspiel aus einer kollektiven und individuellen Dimension. (vgl. Hagedorn, 1972, S.30f.) Der Aufschlag ist die einzige Spielhandlung im Volleyball, die losgelöst von allen anderen Handlungen erfolgt und somit unabhängig von den Handlungen der Mitspieler ist. Daher eignet sich insbesondere die Untersuchung des Aufschlages als Teilaspekt der Spielleistung.

Die Aufschlagleistung ist ausschließlich individuell determiniert. Daher wird die kollektive Dimension der Spielleistung für das Strukturmodell außen vor gelassen. Der harte Sprungaufschlag wurde als Technik ausgewählt, weil er im internationalen und nationalen Bereich die dominierende und effektivste Aufschlagvariante darstellt.

#### *Hierarchisierung nach Erklärungsebenen*

Die Erstellung der Leistungsstruktur erfolgt auf Grundlage der drei Erklärungsebenen, auf die das Pyramidenmodell von Hohmann und Brack (vgl. 1983, S.8f.) aufbaut: Die vertikale Gliederung ordnet dieses Bedingungsgefüge nach Komplexität und danach, ob diese Faktoren die Spielleistung direkt oder indirekt beeinflussen. Dabei beschränkt sich die Spielleistung lediglich auf das technische Element Sprungaufschlag.

Die erste Erklärungsebene bildet das Wettkampfverhalten ab und als Teilbereich der Spielleistung in diesem Modell die Aufschlagleistung. In Anlehnung an die Spielwirksamkeit als Indikator für die Spielleistung (vgl. Hohmann & Brack 1983, S.8), dient in diesem Modell ein Effektivitätsindex als Merkmal für die Aufschlagleistung.

Die zweite Erklärungsebene bildet die Spielfähigkeit ab, die durch systematische Beobachtung des Wettkampfverhaltens erfasst werden kann. Die beiden Hauptkomponenten, die die Spielfähigkeit des Sprungaufschlages abbilden, sind die Geschwindigkeit des Balles und die Zielzonen, da diese beiden Faktoren die Aufschlagleistung direkt

beeinflussen. Da die untersuchte Spielhandlung eine Technik darstellt, wird der Output mit Hilfe kinematischer Kenngrößen beschrieben. Auf Grundlage des generellen biomechanischen Modells für den Sprungaufschlag werden die drei Subsysteme in die Leistungsstruktur integriert und die Ballgeschwindigkeit als Zielgröße innerhalb der zweiten Erklärungsebene übergeordnet.

Kondition, Technik und Taktik sind die Grundpfeiler für die Ausführung der Bewegung und somit indirekt leistungsbestimmend.

Die dritte Erklärungsebene bildet die allgemeinen Leistungsvoraussetzungen ab und umfasst die anthropometrischen Voraussetzungen bzw. die Konstitution, die Persönlichkeit und koordinative Aspekte.

Schließlich entsteht ein inhaltlich-logisches Leistungsstrukturmodell zum Sprungaufschlag, das auf einer logisch-deduktiven Strukturhypothese gründet.

Auf Grundlage des inhaltlich-logisch konstruierten Strukturmodells wurde eine Testbatterie entworfen, die alle drei Erklärungsebenen empirisch erfasst und die empirisch-statistische Überprüfung dieses Modells zulässt.

Abbildung 22 zeigt die vertikale Ordnung der untersuchten Leistungsfaktoren, in der die dritte Erklärungsebene durch die anthropometrischen Voraussetzungen sowie die Wettkampftätigkeit als psychologischen Einflussfaktor gebildet wird. Die übergeordnete zweite Ebene umfasst, wie oben beschrieben, die konditionell-determinierten Leistungsfaktoren auf denen die kinematischen Bewegungsmerkmale gründen. Die Effektivität des Sprungaufschlages im Wettkampf beschreibt die erste Erklärungsebene und repräsentiert die Zielgröße.

Abbildung 23 erweitert die vertikale Ordnung der Leistungsfaktoren in Anlehnung an das Pyramidenmodell von Hohmann und Brack (1983) und hierarchisiert die für den Sprungaufschlag relevanten Merkmale und visualisiert horizontale Beziehungen.



Abbildung 22: Vertikale Ordnung der Leistungsfaktoren

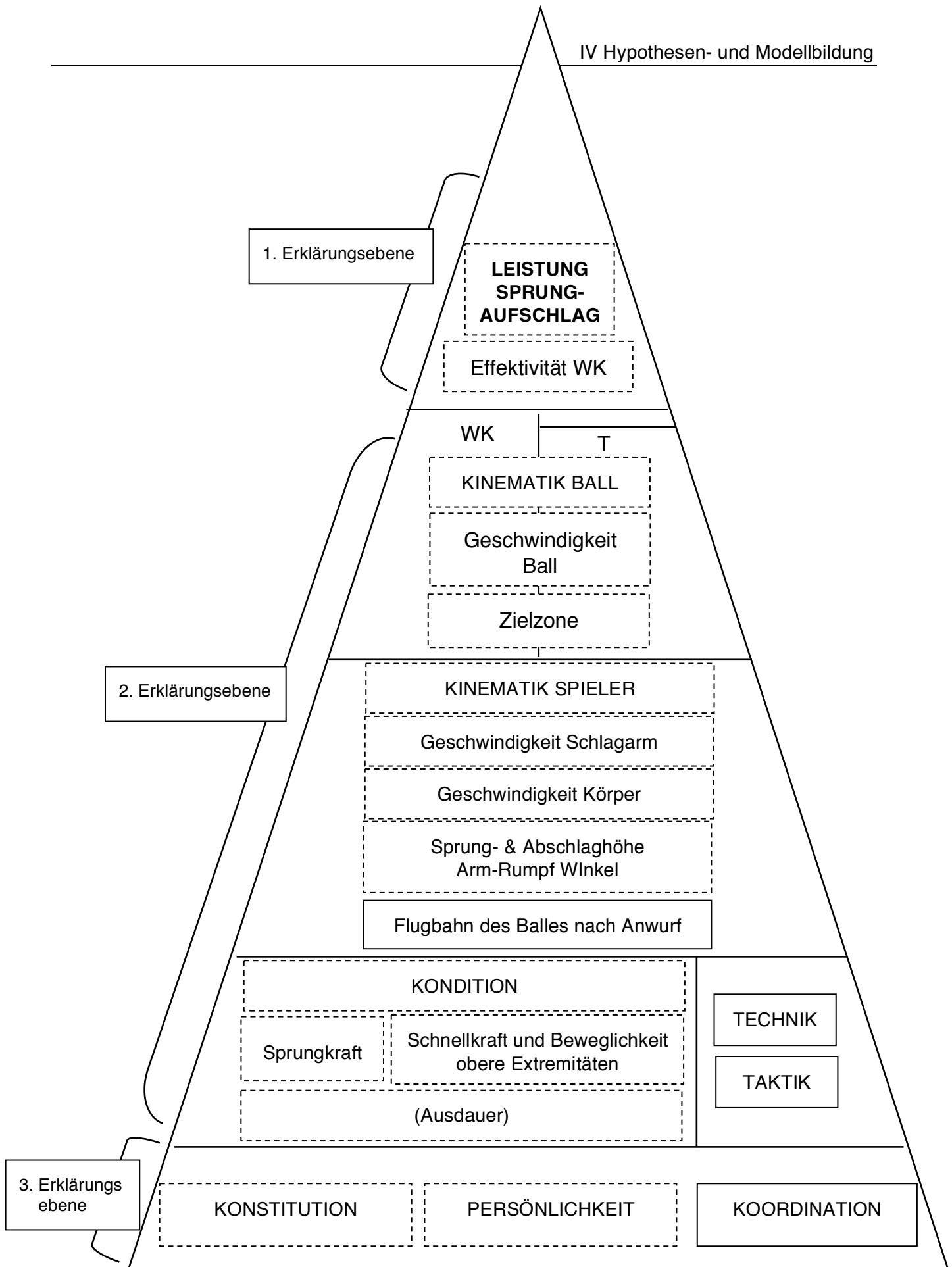


Abbildung 23: Vorläufiges Leistungsstrukturmodell für den Sprungaufschlag in Anlehnung an Hohmann & Brack (1983, S.9) für die untersuchten Parameter

## 4.2 Hypothesenformulierung

Auf Grundlage des erstellten Leistungsstrukturmodells für den Sprungaufschlag und der dargestellten logisch-leistungsrelevanten Merkmale können folgende Hypothesen formuliert werden:

### *Fragestellung I:*

- $H_1$  (1.1) Es kann ein Zusammenhang zwischen anthropometrischen und den relevanten konditionellen Parameter für den Sprungaufschlag identifiziert werden.
- $H_2$  (1.1) Das Ausprägungsniveau der anthropometrischen und konditionellen Parameter bleibt über die Saison stabil.
- $H_3$  (1.2) Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Schnellkraft der oberen Extremitäten und der Geschwindigkeit der Hand bei der Schlagbewegung.
- $H_4$  (1.3) Je höher das Niveau der Sprungkraft, desto höher ist die maximale Sprunghöhe von Subsystem I beim Sprungaufschlag.
- $H_5$  (1.3) Je höher das Niveau der Sprungkraft, desto höher ist die Geschwindigkeit von Subsystem I beim Sprungaufschlag.
- $H_6$  (1.4) Es kann ein Zusammenhang zwischen der Sprunghöhe und der Geschwindigkeit von Subsystem I identifiziert werden.
- $H_7$  (1.4) Es kann ein Zusammenhang zwischen der Sprunghöhe und der Geschwindigkeit von Subsystem II identifiziert werden.
- $H_8$  (1.4) Es kann ein Zusammenhang zwischen der Sprunghöhe und der Geschwindigkeit von Subsystem III identifiziert werden.
- $H_9$  (1.5) Je höher die Beweglichkeit der oberen Extremitäten, desto größer ist der Arm-Rumpf-Winkel beim Sprungaufschlag.
- $H_{10}$  (1.5) Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Arm-Rumpf-Winkel und der Geschwindigkeit von Subsystem II.
- $H_{11}$  (1.6) Je höher die Geschwindigkeit von Subsystem I, desto höher ist die Geschwindigkeit von Subsystem II bei der Schlagbewegung.
- $H_{12}$  (1.6) Je höher die Geschwindigkeit von Subsystem I, desto höher ist die resultierende Geschwindigkeit von Subsystem III.
- $H_{13}$  (1.6) Je höher die Geschwindigkeit von Subsystem II bei der Schlagbewegung desto höher ist die resultierende Geschwindigkeit von Subsystem III.

*Fragestellung II*

- $H_{14}$  (2.1) Je höher die Geschwindigkeit von Subsystem I, desto höher ist die Effektivität des Sprungaufschlages.
- $H_{15}$  (2.1) Je höher die Geschwindigkeit von Subsystem II, desto höher ist die Effektivität des Sprungaufschlages.
- $H_{16}$  (2.1) Je höher die Geschwindigkeit von Subsystem III desto höher ist die Effektivität des Sprungaufschlages.
- $H_{15}$  (2.1) Je höher die Sprunghöhe beim Abschlag, desto höher ist die Effektivität des Sprungaufschlages.
- $H_{16}$  (2.2) Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Zielzonen und der Effektivität im Wettkampf.
- $H_{17}$  (2.3) Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Wettkampfstärke und der Effektivität im Wettkampf.

*Fragestellung III*

- $H_{18}$  Je höher die Geschwindigkeit der Subsysteme beim Sprungaufschlag, desto niedriger ist die Zielgenauigkeit.



### 4.3 Konstrukt- Operationalisierung

In Anlehnung an Felser (2012) „geht es in diesem Abschnitt um die Wahl geeigneter Messindikatoren und -verfahren, sog. sportmotorische Tests, die eine quantitative Beurteilung der einzelnen leistungsrelevanten Merkmale gewährleisten.“ (S.52) Die Messindikatoren werden kategorisiert und grafisch dargestellt.

#### *Messindikatoren Anthropometrie*

Die konstitutionellen Voraussetzungen werden anhand verschiedener Größen abgebildet, die Aussagen über körperbauliche Merkmale und die Zusammensetzung zulassen, wie Abbildung 24 zeigt:

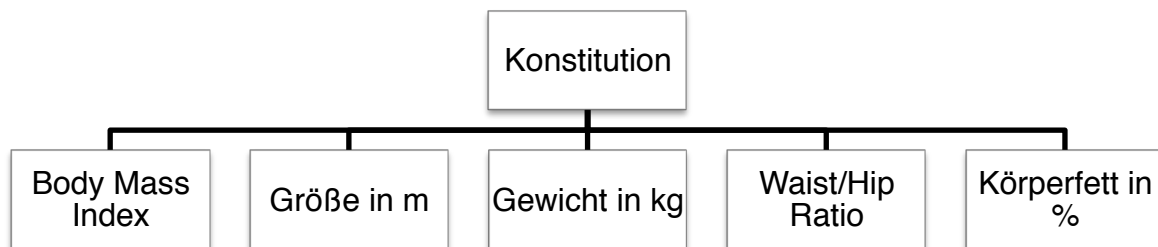


Abbildung 24: Messindikatoren Anthropometrie

Für die Überprüfung der ausgewählten Größen werden die gängigen anthropometrischen Verfahren eingesetzt, die in der Methodik<sup>14</sup> näher erläutert werden.

#### *Messindikatoren Persönlichkeit*

Als Indikator für die Persönlichkeit wurde aufgrund der Drucksituation der WAI-T als Test zur Überprüfung der Wettkampffähigkeit gewählt. Die Indikatoren sind Scores der Kategorien somatische Angst, Besorgnis und Konzentrationsstörung (vgl. Abb.25):

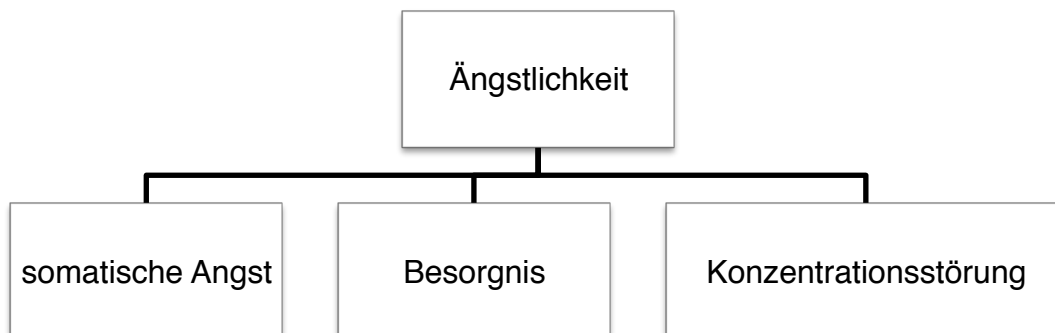


Abbildung 25: Messindikatoren der Persönlichkeit/ Wettkampffähigkeit

<sup>14</sup> vgl. Punkt 5, S. 65

*Messindikatoren Kondition*

Die ausgewählten konditionellen Merkmale untergliedern sich in die Bereiche Sprungkraft, Schnellkraft und Beweglichkeit der oberen Extremitäten und die Ausdauer.

Die Sprungkraft wird mit Hilfe eines standardisierten volleyballspezifischen Sprungkrafttests untersucht und bildet sich über die Sprunghöhen verschiedener Sprungformen ab, wie Abbildung 26 darstellt.

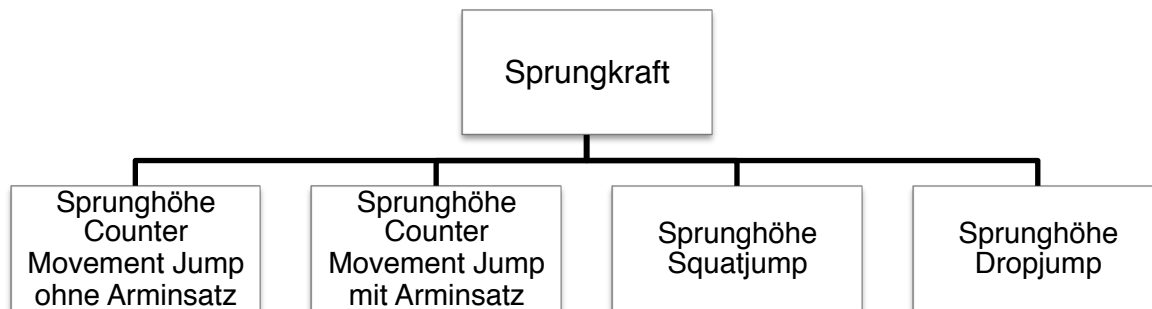


Abbildung 26: Messindikatoren für die Sprungkraft

Die Grundlage der Erfassung der Schnellkraft der oberen Extremitäten bildet der Medizinballstoß aus der Testbatterie des KATS-K, der von Bös (1994) entwickelt wurde. Des Weiteren wird in Anlehnung an Viitasalo (1988) ein Wurf test verwendet. Die Summe der Wurf- bzw. Stoßweiten dieser Tests bildet den Messindikator (vgl. Abb. 27):

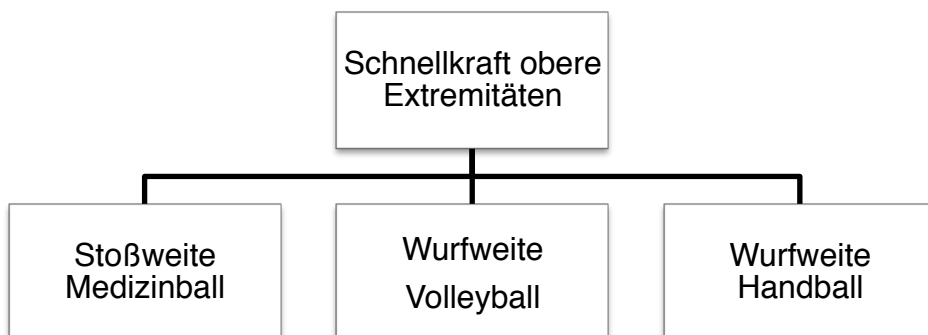


Abbildung 27: Messindikatoren der Schnellkraft der oberen Extremitäten

Die Beweglichkeit der oberen Extremitäten wird mit Hilfe einer videometrischen Erfassung und Auswertung der Retroversion der Arme in Hochhalte erfasst. Dabei bilden die Messindikatoren die Winkelgrößen der maximalen Retroversion bei unterschiedlicher Fassbreite, wie Abbildung 28 zeigt:

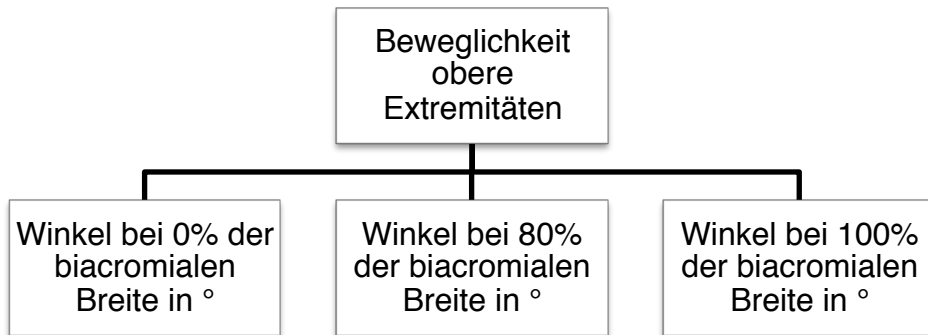


Abbildung 28: Messindikatoren der Beweglichkeit der oberen Extremitäten

Die Erfassung der Ausdauer erfolgt unter Verwendung des Multi Stage Fitness Tests, der als Messindikator die maximale Sauerstoffkapazität ( $v_{O_2max}$ ) ausgibt.

#### Messindikatoren Kinematik Spieler

Die kinematischen Kennlinien des Spielers werden mit Hilfe videometrischer Erfassung und der Weiterverarbeitung mit SIMI Motion erfasst. Dabei wurden für Subsystem I und Subsystem II unterschiedliche Parameter untersucht (vgl. Abb. 29):

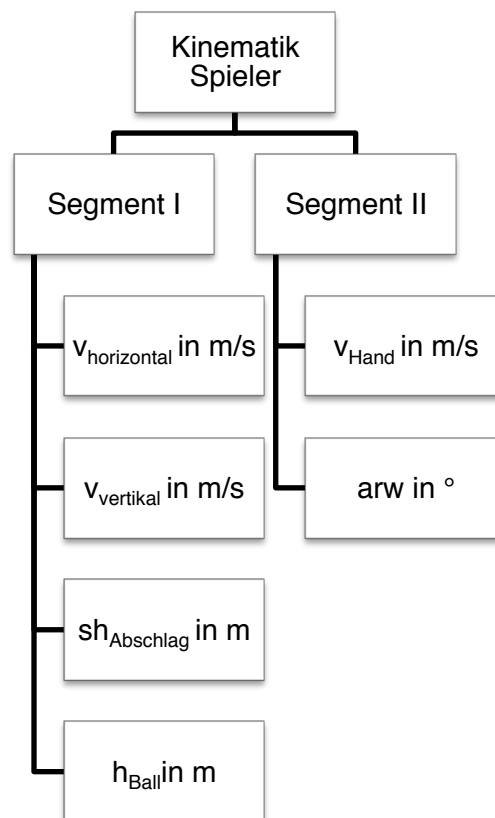


Abbildung 29: Messindikatoren für die Kinematik des Spielers

### Messindikatoren Kinematik Ball

Die Merkmale des Balles werden ebenso videometrisch erfasst, die Zielzonen und Zielgenauigkeit anhand von Spielbeobachtung dokumentiert, wie Abbildung 30 verdeutlicht:

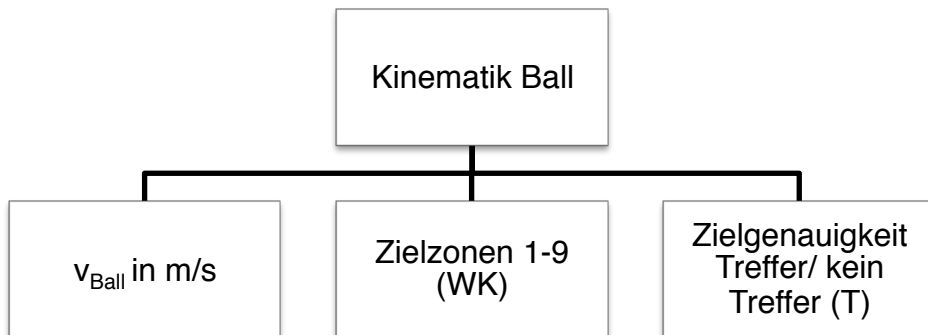


Abbildung 30: Messindikatoren der Kinematik des Balles

### Messindikatoren Effektivität

Die Effektivität der Spielhandlung wird auf Grundlage eines standardisierten Spielanalyseprogramms Data-Volley bewertet, das die Effektivität des Aufschlags in fünf Kategorien unterteilt:

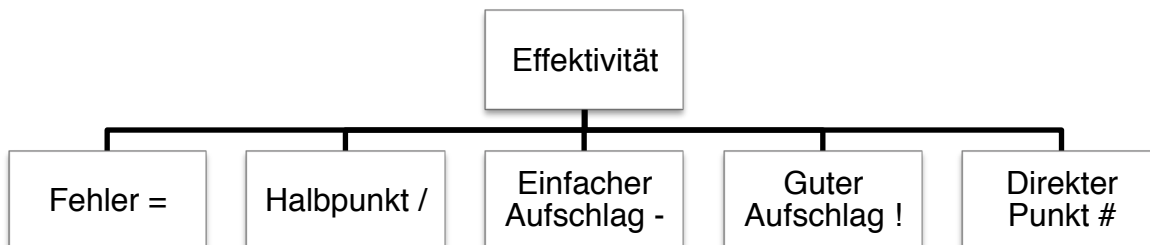


Abbildung 31: Messindikatoren für die Effektivität

Abbildung 32 fasst die Merkmalsgruppen zusammen und stellt das methodische Vorgehen auf den unterschiedlichen Ebenen dar. Abbildung 33 bildet die Anzahl der erhobenen Datensätze und die Skalenniveaus ab. Die Messindikatoren werden entsprechend des vorläufigen Modells hierarchisiert und des Weiteren den Fragestellungen zugeordnet. Die Pfeile visualisieren die untersuchten Wechselwirkungen in Training und Wettkampf.

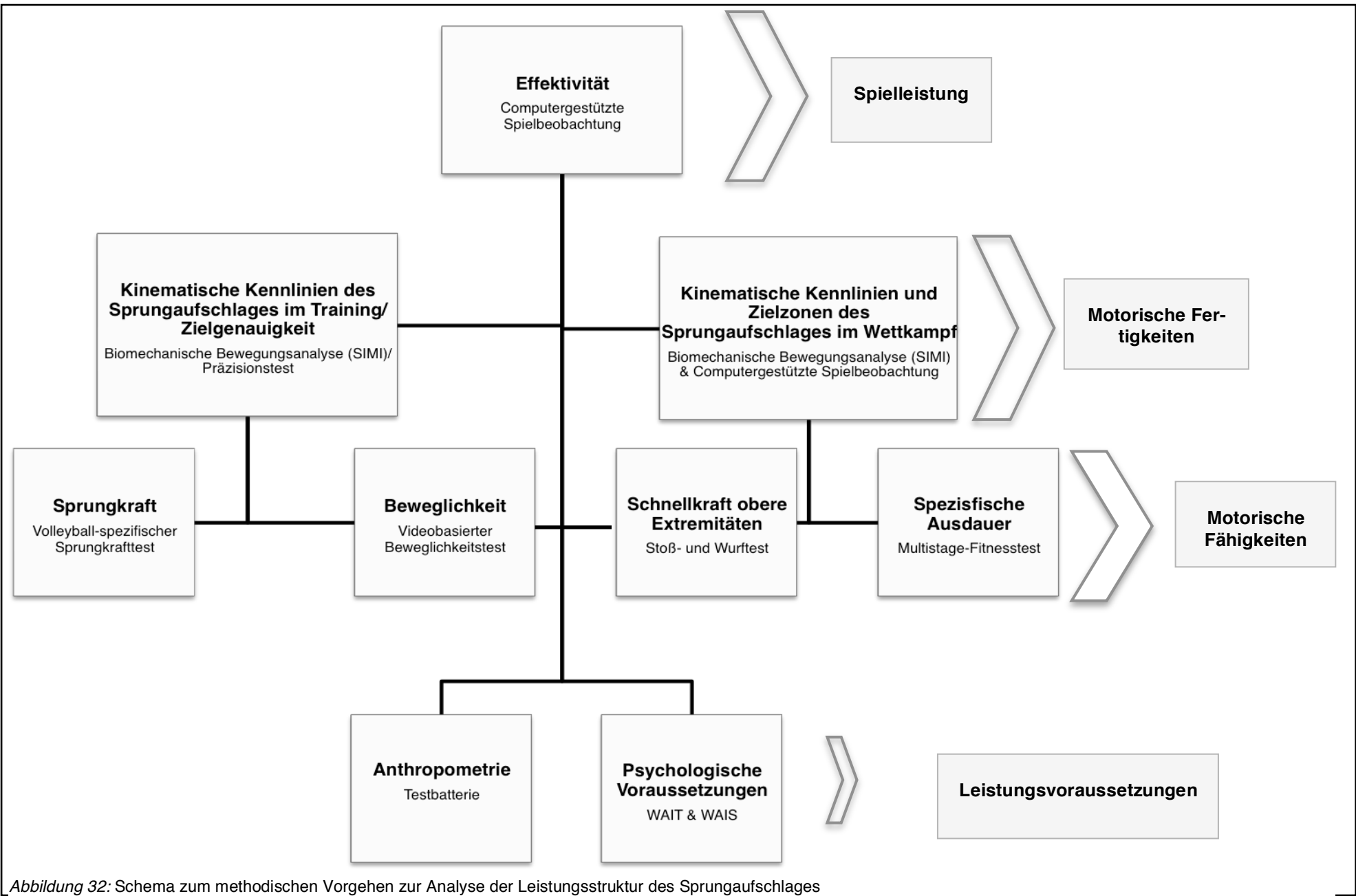


Abbildung 32: Schema zum methodischen Vorgehen zur Analyse der Leistungsstruktur des Sprungaufschlages

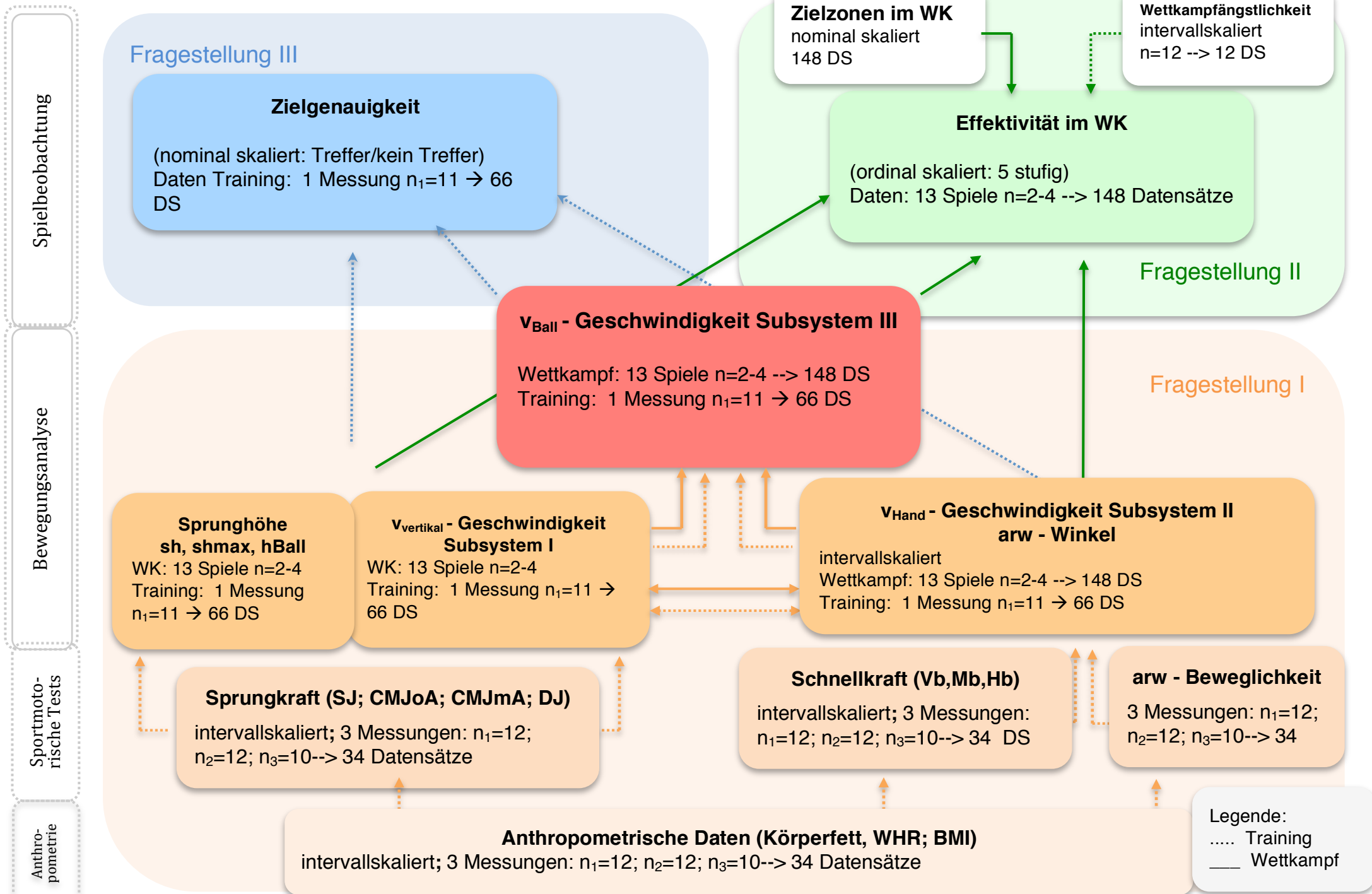


Abbildung 33: Darstellung der Datensätze (DS) der untersuchten Variablen und Wechselwirkungen im Kontext der Fragestellungen

## 5 Methodik

### 5.1 Untersuchungsdesign

Im Rahmen des Projektes wurde die Herren-Bundesligamannschaft des Chemie Volley Mitteldeutschland wissenschaftlich begleitet. Die Mannschaft umfasst 13 Spieler, die an den Erhebungen teilgenommen haben. Der Erhebungszeitraum erstreckte sich über die Saison 2010/2011, während die Saison 2009/2010 für die Pilotstudie genutzt wurde. Es wurden ausschließlich Daten aus Heimspielen erhoben. Die sportmotorische Diagnostik wurde zu drei Messzeitpunkten im Saisonverlauf durchgeführt und stellt somit eine Längs- und Querschnittsanalyse dar.

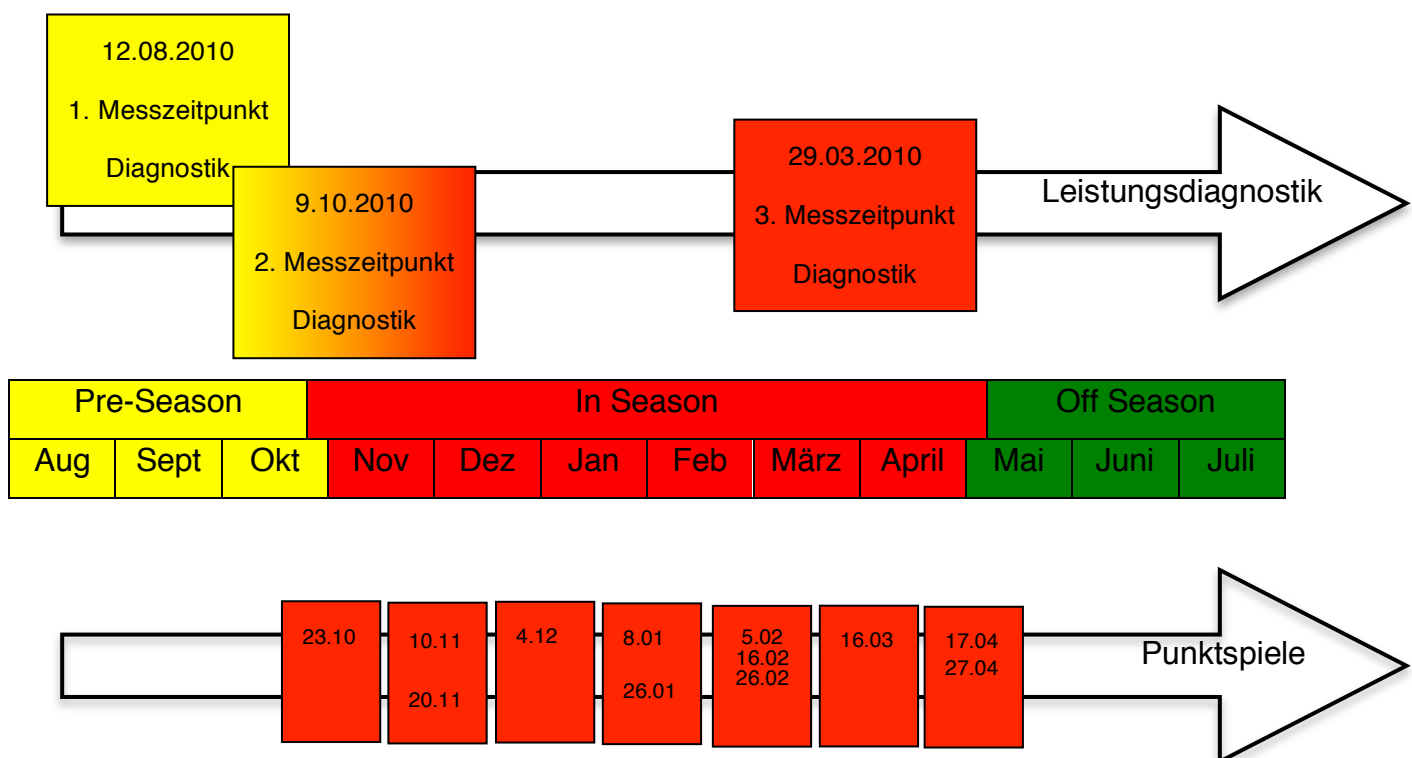


Abbildung 34: Zeitlicher Verlauf der Messzeitpunkte der Leistungsdiagnostik und der analysierten Heimspiele in der Saison 2010/2011

## 5.2 Methoden der Datenerfassung

Die folgende Tabelle zeigt die erhobenen Merkmale sowie die verwendeten Variablennamen:

Tabelle 5: Übersicht über die Merkmale der Datenanalyse

<b>Merkmal</b>	<b>Variablenname</b>
Körperfett	KF
Waist/ Hip Ratio	WHR
Körpergröße	KG
Körpergewicht	G
Wurfweite Volleyball	Vb
Wurfweite Handball	Hb
Stoßweite Medizinball	Mb
Schnellkraft obere Extremitäten (Summe Vb; Hb & Mb)	SKoE
Sprunghöhe Squatjump	SJ
Sprunghöhe Counter Movement Jump ohne Armeinsatz	CMJoA
Sprunghöhe Counter Movement Jump mit Armeinsatz	CMJmA
Sprungkraft (Summe aus SJ; CMJoA & CMJmA)	SK
Arm-Rumpf Winkel bei 0% der Schulterbreite	Bewe_0
Arm-Rumpf Winkel bei 80% der Schulterbreite	Bewe_80
Arm Rumpf Winkel bei 120% der Schulterbreite	Bewe_120
Maximale Sauerstoffaufnahmekapazität	Vo <sub>2</sub> max
Geschwindigkeit der Hand (Subsystem 2) bei Abschlag	V <sub>Hand</sub>
Geschwindigkeit der Balles (Subsystem 3) nach Abschlag	V <sub>Ball</sub>
Sprunghöhe bei Abschlag	sh
Maximale Sprunghöhe beim Sprungaufschlag	sh <sub>max</sub>
Horizontale Geschwindigkeit Subsystem 1	V <sub>horizontal</sub>
Vertikale Geschwindigkeit Subsystem 1	V <sub>vertikal</sub>
Höhe des Balles bei Abschlag	h <sub>Ball</sub>
Arm-Rumpf-Winkel bei Abschlag	arw
Zielgenauigkeit	ZG
Effektivitätswert des Aufschlags im Wettkampf	EFF

### 5.2.1 Anthropometrische Untersuchungen

Anthropometrische Eigenschaften sind die Grundvoraussetzungen für sportmotorische Fähigkeiten und Fertigkeiten und beeinflussen somit die Leistung der Athleten maßgeblich (vgl. Duncan et al., 2006, S.651). Mit Hilfe der Anthropometrie können körperbauli-



che Merkmale, wie Größe, Gewicht, Körperproportionen und -zusammensetzung erfasst werden sowie Aussagen zu den konstitutionellen Voraussetzungen getroffen werden.

Brack (2002, S.103) ordnet die Konstitution als einen Faktor der Leistungsvoraussetzungen für die Spielfähigkeit und folglich der Spielleistung in das Strukturmodell der komplexen individuellen Spielleistung ein. Eine Reihe von Untersuchungen hat den unmittelbaren Zusammenhang zwischen anthropometrischen Parametern und der Leistung von Hochleistungssportlern im Volleyball bestätigt (vgl. Paolo et al., 2008; Stamm et al., 2003; Ciccarone, 2007; Ling et al., 2007; Duncan et al., 2008). Daher ist es notwendig, ausgesuchte anthropometrische Kennwerte im Rahmen der Untersuchung zu berücksichtigen. Der Fokus liegt auf den Parametern Körperhöhe, Körpermasse sowie deren Relation. Weiterhin werden konstitutionelle Faktoren wie Körperproportionen und Körpermassenzusammensetzungen betrachtet.

Für die Durchführung der Tests wurden eine Standwaage, ein Harpenden Skinfold Caliper, ein Ultraschallmessgerät sowie ein flexibles Umfangsmaßband verwendet. Jede Messung wurde pro Untersuchungszeitpunkt zweimal von der gleichen Untersuchungsperson durchgeführt, sodass die Werte anschließend gemittelt und auf eine Stelle nach dem Komma genau notiert wurden.

Die Berechnung des *Body-Mass-Index* nach Keys (1972, S.329ff.) setzt die Bestimmung von Körpergröße in Meter und des Körpergewichtes in Kilogramm voraus. Die Körpergröße wurde mit Hilfe eines Ultraschall-Messgerätes bestimmt und das Körpergewicht mit einer Personenstandwaage. Anschließend wurde der BMI anhand der folgenden Formel berechnet:

$$\text{BMI} = \text{Wt (kg)} \div \text{Ht (m)}$$

Der *Waist-Hip-Ratio* wurde nach standardisierten Vorgaben der WHO (2008) erfasst. Der Taillenumfang wurde folglich am Median zwischen Beckenkamm (*crista illiaca*) und der 12. Rippe (*costa*) gemessen, während der Hüftumfang an der breitesten Stelle des Gesäßes bestimmt wurde.

Der Anteil des Körperfettes wurde mittels metrischer Erfassung der Hautfaltendicke mit der Methode der Kalipermetrie erfasst. Es wurde eine Vierpunktmessung nach Durning

& Womersley (1974, S.79f.) mit einer Harpender Skinfold Caliper vorgenommen. Die Messung wurde stehend und mit freiem Oberkörper an der nicht dominanten Seite ausgeführt. Zunächst werden die exakten Messpunkte (vgl. Abb. 35) mit Hilfe eines Lineals ermittelt. Während des Messvorgangs wird eine Hautfalte mit Daumen und Zeigefinger senkrecht abgezogen. Die Caliper wird senkrecht zur Hautfalte am Messpunkt ange-setzt. Die Messpunkte sind nach Durning und Womersley (1974, S.82) wie folgt definiert:

- (1) Bizeps – Median Humerus Innenseite (*musculus biceps brachii*)
- (2) Trizeps- Median zwischen Akromion und Olecranon
- (3) Subscapular- kaudal des *angulus inferior scapulae*
- (4) Suprailiac – 2 cm cranial des *spina illiaca anterior superior*

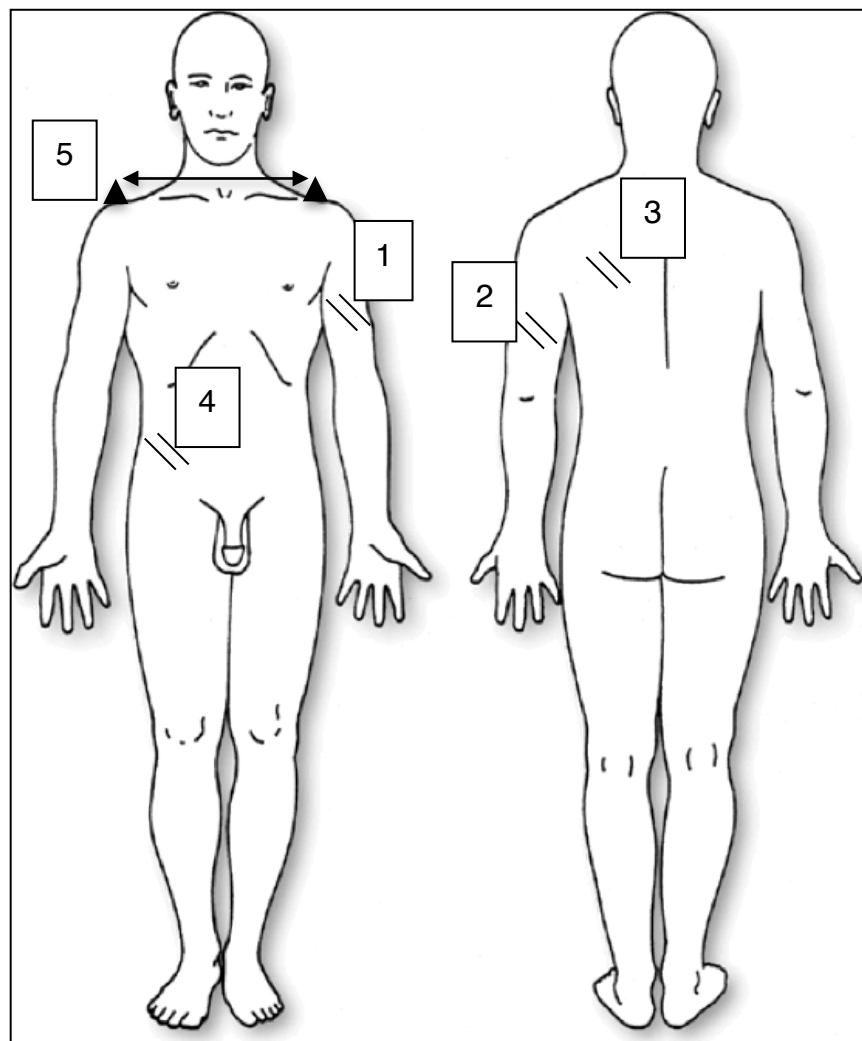


Abbildung 35: Messpunkte der Vierpunktmessung (1-4) nach Durning & Womersley (1974) und der Erfassung biakromialen Schulterbreite (5)

Die biakromiale Schulterbreite wurde nach Norton und Olds (1996, S.67) erfasst, indem die Distanz zwischen den beiden höchsten Punkten (vgl. Abbildung 35) des Schulterblattes (*acromion*) gemessen wird.

### 5.2.2 Psychologische Diagnostik

Das Anforderungsprofil eines Sportspielers enthält neben einer Reihe sportmotorischer Voraussetzungen ebenso den Faktor Persönlichkeit, der verschiedene psychologische Merkmale beinhaltet (vgl. Brack, 2002, S.103f.). Papageorgiou (2010, S.316f.) unterstreicht die psychische Stress- und Beanspruchungssituation im Wettkampf, die durch die Struktur des Volleyballspiels entsteht.

Bei den bisher durchgeführten Untersuchungen im internationalen Bereich kam das *state trait anxiety inventory* von Spielberg (1972, S.23ff.) zum Einsatz, das die Ausprägung der Angst und Ängstlichkeit allgemein untersucht. In Anlehnung an diesen Test wurde in der englischsprachigen Literatur ein sportpsychologisches Inventar zur Überprüfung der Wettkampfangst und -ängstlichkeit entwickelt: die „Sport Anxiety Scale“ (SAS; Smith, Smoll & Schutz, 1990, S.263ff.).

Für die vorliegende Untersuchung wurde der deutschsprachige Fragebogen WAI-T (Brand, Ehrlenspiegel & Graf, 2009) eingesetzt, der strukturell dem SAS zur Messung der Wettkampfangstlichkeit (generelle Prädisposition) entspricht.

Der erste Wert steht für die somatische Angst. Er beschreibt die individuen-spezifische Neigung, in Wettkampfsituationen die körperlich spürbare Aufregung wahrzunehmen (wie beispielsweise feuchte Hände, Herzklopfen).

Der nächste Wert steht für die kognitive Angstkomponente Besorgnis und charakterisiert die individuen-spezifische Neigung, in Wettkampfsituationen Selbstzweifel und spezifische Sorgen zu entwickeln oder negative Erwartungen zu bilden.

Der letzte Wert, Konzentrationsstörungen, erfasst eine andere Facette der kognitiven Ängstlichkeit, nämlich die Neigung, sich während des Wettkampfes durch Störungen von außen ablenken zu lassen.“ (Brand, Ehrlenspiegel & Graf, 2009)

Die Erhebung der Daten fand zu Beginn der Saison statt. Auf die Überprüfung des situativen Angstzustandes direkt vor dem Wettkampf musste aufgrund automatisierter Routinen zur Wahrung der Konzentrationsphase verzichtet werden.

## 5.2.3 Sportmotorische Tests

### 5.2.3.1 Sprungkraftdiagnostik

Das Testmanual zur Überprüfung der sportartspezifischen Sprungkraft orientiert sich am volleyballspezifischen Sprungkrafttest von Auguste et al. (2005), die den Standard-sprungkrafttest (Schmidtbleicher, 1985; Frick, Schmidtbleicher & Wörn, 1991) um zusätzliche Testitems erweitert haben.

Der Standardsprungkrafttest (SSKT) beinhaltet die Sprungformen:

1. Squat Jump (Konzentrische Streckung) (SJ),
2. Counter Movement Jump (Exzentrische-konzentrische Streckung) (CMJoA),
3. Drop Jump (Reaktives Sprungverhalten) (DJ).

Um dem Anforderungsprofil im Volleyball gerecht zu werden, wurde das Testmanual um vier weitere sportartspezifische Sprungformen erweitert (vgl. Auguste et. Al, 2005, S.2f.; Salimi, 2008, S.44):

4. Counter Movement Jump mit Armeinsatz (Exzentrische-konzentrische Streckung mit Koordinierung Armeinsatz) (CMJmA),
5. Sprungkraftausdauerterest: Sprungfolge zehn maximale Sprünge (SPA),
6. Frontaler Angriffsschlag,
7. Blocksprung nach Sidestep.

Für die vorliegende Untersuchung wurden die Testitems 1-5 übernommen. Die Items sechs und sieben sind für die Untersuchung nicht relevant, da der Sprungaufschlag als Technik im Mittelpunkt steht und die Sprunghöhen bei der Technikausführung mit Hilfe videometrischer Datenerfassung in Training und Wettkampf erhoben werden.

Um trotz der Feldbedingungen eine zufriedenstellende Validität zu garantieren, wurde die Untersuchung unter Einsatz einer Tapping Matte durchgeführt, sodass die Sprunghöhen über die Flugzeiten berechnet werden konnten.

Die Testbatterie wurde in der folgenden Reihenfolge durchgeführt:

Tabelle 6: Reihenfolge des Sprungkrafttests

Sprung	Versuch
SJ	Versuch 1
SJ	Versuch 2
CMJoA	Versuch 1
CMJoA	Versuch 2
CMJmA	Versuch 1
CMJmA	Versuch 2
DJ	Versuch 1
DJ	Versuch 2
SPA	Versuch 1

Um eine vollständige Erholung der Spieler zwischen den einzelnen Versuchen zu gewährleisten, wurden entsprechende Pausen von zwei Minuten eingehalten (vgl. Salimi, 2008, S.45). Abschließendes Element der Testbatterie stellte der Sprungkraftausdauer-test dar, bei dem zehn aufeinanderfolgende Counter Movement Jumps mit Armeinsatz durchgeführt wurden.

### 5.2.3.2 *Diagnostik der Schnellkraft der oberen Extremitäten*

Zum Überprüfen der Schnellkraft der oberen Extremitäten sind in der Literatur nur wenig adäquate volleyballspezifische Tests zu finden. Stamm (2007) und Zhang (2010) verwenden den Medizinballwurf über Kopf nach Viitasalo (1988, S.9ff.).

Für die Erfassung der Schnellkraft der oberen Extremitäten unter Feldbedingungen wird man in der deutschen Literatur bei Bös et al (2001, 17ff.) fündig. Das für Kinder konzipierte Karlsruher Testsystem (KATS-K) integriert den Medizinballstoß (MEDB-SK) zur Erhebung der Schnellkraft. Dieser Test stellt den ersten Test in der Testbatterie dar.

Um die relevanten Schnellkraftfähigkeiten der oberen Extremitäten abzubilden, die für den Sprungaufschlag von Bedeutung sind, muss das Bewegungsmuster des Schlagarmes imitiert werden. Die Schlagbewegung des Sprungaufschlages kann nach Kollath als Stoßbewegung klassifiziert werden (vgl. Kollath, 1996, S.134f.). Die direkte Erfassung der Kraft dieser Stoßbewegung ist lediglich mit einem isometrischen Kraftaufnehmer oder einer Kraftmessplatte, die die Kraft des Balles erfasst, möglich. Da während der Felduntersuchung keines dieser Instrumente zur Verfügung stand, wurden in Anlehnung an Viitasalo (1988) für die Erfassung der Schnellkraft der oberen Extremitäten Wurfbewegungen ausgewählt. Während der Medizinballwurf bei Viitasalo mit beiden Armen über dem Kopf auszuführen ist, wird die Wurfbewegung in der vorliegenden Untersuchung unilateral mit je einem Handball und einem Volleyball absolviert.

Um die Wurfbewegung zu isolieren und die Impulsübertragung des Unterkörpers auszuschließen, war die Ausgangsposition der Parallelstand an der Linie. Die Ausholbewegung des Oberkörpers wurde durch die Platzierung der Abwurfmarkierung 50 cm vor der Wand begrenzt.

Ziel war es, einen Volleyball und einen Handball mit dem Wurfarm nach einer Ausholbewegung so weit wie möglich zu werfen. Die Versuchsperson steht aufrecht mit dem

Rücken zur Wand und die Schuhspitzen (Füße schulterbreit) berühren die Abwurfmarkierung. Das Schwungholen mit dem Oberkörper und Arm bis zur Wand ist erlaubt.

Diese drei Tests bilden die Testbatterie zur Erfassung der Schnellkraft der oberen Extremitäten:

1. Medizinballweitstoß (MEDB-SK)
2. Volleyballweitwurf (m= 270 g; U= 66 cm)
3. Handballweitwurf (m= 450 g; U= 59 cm)

Die Weite des Stoßes und der Würfe wurde auf 10 cm genau gemessen. Jede Versuchsperson hat zwei Wertungsversuche. Der weiteste Stoß ergibt den Messwert. Wird ein Stoß oder Wurf falsch ausgeführt, ist er zu wiederholen. Als Fehler gilt das Überschreiten der Bodenmarkierung während des Versuchs sowie eine fehlerhafte Ausführung (z. B. Wurf des Medizinballes) (vgl. Bös et al, 2001, S.30ff.).

#### 5.2.3.3 *Beweglichkeitsdiagnostik*

Um einen Beweglichkeitstest auf Grundlage funktionell-anatomischer Argumente auszuwählen, ist es notwendig, den Bewegungsablauf der Armbewegung beim Sprungaufschlag näher zu betrachten.

Der Rückschwung des Schlagarmes wird durch eine mediale Rotation des Schultergelenks eingeleitet, die durch eine Vorwärtsrotation und die Flexion des glenohumeralen Gelenks sowie in einer maximalen lateralen Rotation resultiert, sodass der Schlagarm und die -hand hinter dem Rumpf positioniert sind. In dieser Position sind die medialen Rotatoren und die Ellenbogen Extensoren in Vordehnung, die dann zu einer hohen Bewegungsgeschwindigkeit der Hand beitragen (vgl. Alexander, 2009).

Die Beweglichkeitsdiagnostik sollte folglich die Flexion sowie die maximale laterale Rotation des glenohumeralen Gelenks berücksichtigen.

Ein Test, der diesen Kriterien entspricht, wird in der Leistungsdiagnostik von Schwimmern beim dvs zur Überprüfung der Beweglichkeitsmerkmale angewendet (vgl. Spikermann, 2000, S.68ff.): die Retroversion der Arme in Hochhalte.

Ausgangspunkt des Tests ist die Bestimmung der Schulterbreite. Die Tests mit Schwimmern werden in der Rückenlage mit erhöhter Position der Unterschenkel durchgeführt, sodass die Wirbelsäule komplett aufliegt. Die gestreckten Arme werden aktiv zurückgeführt, ohne die Wirbelsäule von der Unterlage zu lösen. Die Überprüfung der

Retest-Reliabilität ergab Vertrauensintervalle von 4,48 Grad für die rechte und 6,23 Grad für die linke Seite.

Dieser Test wurde für die Spieler leicht modifiziert. Entgegen des ursprünglichen Tests standen die Testpersonen aufrecht gegen eine vertikale Ebene. Die Scapula befand sich oberhalb der Ebene, so dass eine Flexion in Hüft- und Kniegelenk vorhanden war. Die Testaufgabe war identisch und wurde mittels Basler Kamera senkrecht zur Bewegung aufgezeichnet. Um zu gewährleisten, dass sich die Wirbelsäule nicht von der vertikalen Ebene löst, wurde hinter der Lendenwirbelsäule eine Lichtquelle installiert, so dass bei der videometrischen Erfassung der Bewegung das Abbruchkriterium durch einen Lichtstrahl festgelegt war. Um eine größtmögliche interne Validität zu garantieren, waren drei Fassbreiten anhand der Schulterbreite jedes Spielers berechnet (0%; 80%; 120%) worden.

Die Messwerte wurden abschließend mittels Winkelvermessung in SIMI Motion bestimmt.

#### 5.2.3.4 *Diagnostik der sportartspezifischen Ausdauer*

Bei der Testauswahl für die sportartspezifische Ausdauer muss der Belastungsdynamik im Volleyball entsprochen werden, um valide Ergebnisse zu erhalten (vgl. Salimi, 2008). Salimi (2008, S.46) formuliert drei Ansprüche an einen volleyballspezifischen Ausdauer-test:

- „Die Belastungsdichte soll der Aktionsdichte innerhalb der Ballwechsel im Volleyball ähneln, um eine standardisierte Abbildung der Volleyballbelastung zu erlangen.
- Es soll eine volleyballähnliche Ermüdungsakkumulation hervorgerufen werden,
- Neben dem momentanen Leistungsstand soll auch die Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit über den gesamten Saisonverlauf gemessen werden.“

Für die Erfassung der Ausdauerfähigkeit, die die Effektivität und Leistung des Sprungaufschlages beeinflusst, ist insbesondere der zweite Punkt von zentraler Bedeutung. Da der Aufschlag das spieleinleitende Element ist, für das jeder Spieler einen Zeitrahmen von acht Sekunden zur Verfügung hat, ist der erste Punkt nur indirekt signifikant.

In Anlehnung an Stamm (2007) und den Deutschen Fußball Fitness Test wurde der Multistage-Fitnesstest et al, 1988, S.93ff.) als Testinstrument genutzt, da dieser standardisierte Feldtest ein international anerkanntes Testinstrument zur Erhebung

der aeroben Ausdauer darstellt (vgl. Flouris et al., 2005; Ramsbottom et al., 1988). Die Belastungsstruktur ist so angelegt, dass die Startgeschwindigkeit von 8,5 km/h jede Minute um 0,5 km/h bis zur maximalen Beanspruchung erhöht wird und somit eine Ermüdungsakkumulation hervorgerufen wird. Mit Hilfe einer standardisierten Formel wird das absolvierte Level in einen  $VO_2\text{max}$  Faktor umgerechnet.

#### 5.2.4 Bewegungsanalyse

Zur Beschreibung des motorischen Fertigniveaus des Sprungaufschlages ist eine Analyse kinematischer Kennlinien notwendig, um die einzelnen Parameter der Gesamtleistung über metrische Daten abbilden zu können. Diese Analyse ist in Training und Wettkampf unerlässlich, da sich die Wettkampfsituation maßgeblich von der Trainingssituation unterscheidet, insbesondere durch die fehlende Interaktion mit dem Gegner (vgl. Hohmann, Lames & Letzelter, 2010, S.198f.).

Die Bewegungsanalyse des Sprungaufschlages geschieht in der vorliegenden Arbeit mittels Videometrie. In Anlehnung an Kollath (1996, S.28f.) wurde eine zweidimensionale Analyse durchgeführt. Die Genauigkeit dieses Verfahrens erfährt aufgrund der Vernachlässigung der Bewegungsanteile in der Tiefenebene bestimmte Einschränkungen. Um die Genauigkeit dieses Verfahrens zu überprüfen, wurde folglich ein Vergleich des 2D- und 3D-Messsystems durchgeführt und mit Hilfe des Bland-Altman Tests<sup>15</sup> belegt, dass die 2D-Analyse innerhalb tolerierbarer Grenzen geeignet ist.

##### *Bewegungsanalyse im Training*

Die Aufgabe der Spieler war es, neun Sprungaufschläge zu absolvieren, wobei drei Versuche in der Zielzone sieben und drei in der Zielzone 9 platziert werden sollten. Drei weitere Aufschläge wurden ohne Zielvorgabe ausgeführt.

Die Erwärmung fand standardisiert entsprechend der Erwärmung vor dem Wettkampf statt und nahm einen Zeitrahmen von 30 Minuten ein. Zwischen den Aufschlagversuchen wurden Pausen zur vollständigen Regeneration eingehalten.

Die Aufschläge sind mit einer 200 Hz Hochgeschwindigkeitskamera des Contemplas Systems aufgezeichnet worden, die sich orthogonal zur Bewegungsebene des Sportlers befand (vgl. Abb. 36)

---

<sup>15</sup> vgl. S. 84



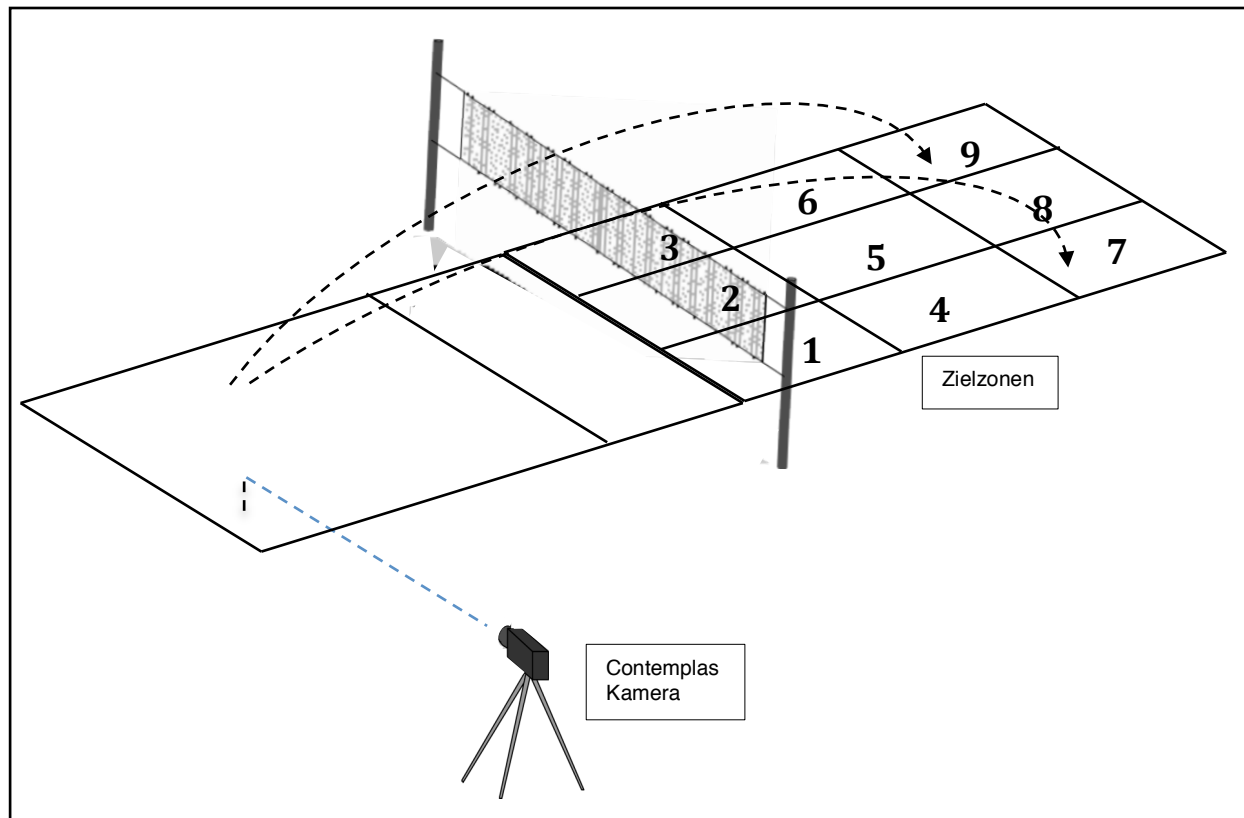


Abbildung 36: Versuchsaufbau Fertigkeitstest mit Zielzonen 1-9

Die Kalibrierung wurde mit Hilfe eines zweidimensionalen, rechteckigen Bezugssystems durchgeführt (3,03m\*1,98m). Da die Grundlinie 9m lang ist und die Aufschlagzonen der Spieler innerhalb dieses Bereiches stark variieren, wurde in einem Abstand von 1,5m sechs Zonen entlang der Grundlinie kalibriert, beginnend bei 0,75m parallel zur Seitenauslinie (vgl. Abb.38). Die Spieler wurden mit Markern an ausgewählten Gelenkzentren versehen:

Tabelle 7: Markerpositionen Bewegungsanalyse Training

Gelenkzentrum	Seite/ Position
Glenohumerales Gelenk	1 Marker: rechts
Ellbogen	4 Marker: rechts und links, innen und außen
Handgelenk	4 Marker: rechts und links, innen und außen
Hüftgelenk	1 Marker rechts
Kniegelenk	2 Marker: rechts außen und links innen
Fußgelenk	2 Marker: rechts außen und links innen

Parallel zur videometrischen Erfassung wurden die Zielzonen der Aufschläge notiert.



Abbildung 37: Markerpositionen 3D-Bewegungsanalyse

Für die simultane Bewegungsanalyse zur Überprüfung der Messgenauigkeit wurden 31 Marker positioniert wie Abbildung 37 zeigt.

### *Bewegungsanalyse im Wettkampf*

Der Versuchsaufbau in Training und Wettkampf war identisch, um die Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten. Im Wettkampf wurden alle Aufschläge aufgezeichnet, die auf der linken Spielfeldhälfte ausgeführt wurden, da die Wettkampfbedingungen keine andere Versuchsanordnung zuließen.

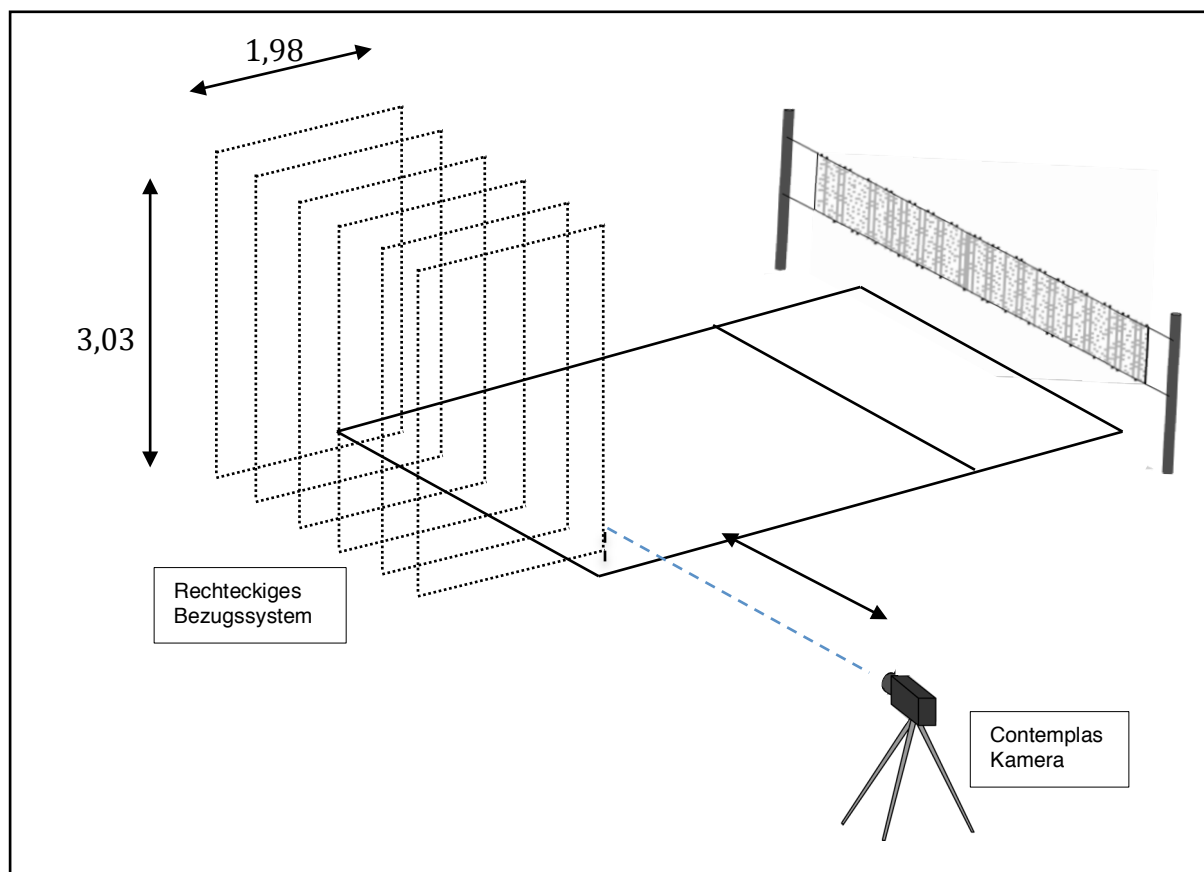


Abbildung 38: Versuchsaufbau 2D-Analyse Training und Wettkampf mit Kalibrierungssystem

Parallel zur videometrischen Erfassung wurden computergestützte Daten mit Hilfe von Data-Volley erfasst sowie Punktstände, Aufschlagzonen und Zielzonen protokolliert.

### 5.2.5 Systematische Spielbeobachtung

Zur Bewertung der Wettkampfleistung, insbesondere der Aufschlagsleistung der einzelnen Spieler, ist es notwendig, ein geeignetes Verfahren der Spielbeobachtung auszuwählen.

Für die vorliegende Untersuchung wurde das computergestützte System Data-Volley ausgewählt, das von einem erfahrenen ausgebildeten Scout der ersten Bundesliga bedient wurde. Die systematische Spielbeobachtung mit Data-Volley ist hoch standardisiert und erfasst alle Daten, die zur Beurteilung des Sprungaufschlages notwendig sind:

- Zielzone,
- Aufschlagzone,
- Art des Aufschlags,
- Punktstand,
- Effektivität.

Tabelle 8: *Data-Volley Codes zur Beschreibung der Effektivität des Aufschlages*

Merkmal	Code
Fehler	=
Halbpunkt (Dankeballsituation)	/
Einfacher Aufschlag (Annahmespieler nimmt einfach an)	-
Guter Aufschlag (keine Kombinationen und nur hohe Pässe möglich)!	!
Guter Aufschlag (kein 1. Tempo möglich)	+
Direkter Punkt	#

Als Ergebnis der Spielbeobachtung liegen Rohdaten vor, die für die Auswertung in Maßzahlen umgerechnet werden.

### 5.3 Methoden der Datenauswertung

Die Daten wurden empirisch-analytisch erhoben und mathematisch-statistisch ausgewertet. Die Sprunghöhen der Sprungkraftdiagnostik sind mit Hilfe der Metior Software ermittelt worden. Die Winkel der Beweglichkeitsdiagnostik wurden anhand von Videoaufnahmen unter Verwendung von SIMI Motion bestimmt. Die Ausdauerleistungen

(VO<sub>2</sub>max) sind nach den Vorgaben von Ramsbottom et al. (1988, S.144) anhand des erreichten Levels bestimmt worden.

Die Zahlenwerte des WAI-T wurden nach Brand, Ehrlenspiegel und Graf (2009) berechnet und mit SPSS weiterverarbeitet.

Die Daten der systematischen Spielbeobachtung wurden mittels Data-Volley erhoben und ausgewertet und für die statistische Weiterverarbeitung in Maßzahlen umgerechnet.

Die Berechnung der Kennwerte der Sprungaufschlagleistung in Training und Wettkampf erfolgte über die Bearbeitung des Videomaterials mit SIMI-Motion, die im Anschluss mit SPSS 20 und Excel 2008 statistisch ausgewertet und dargestellt wurden.

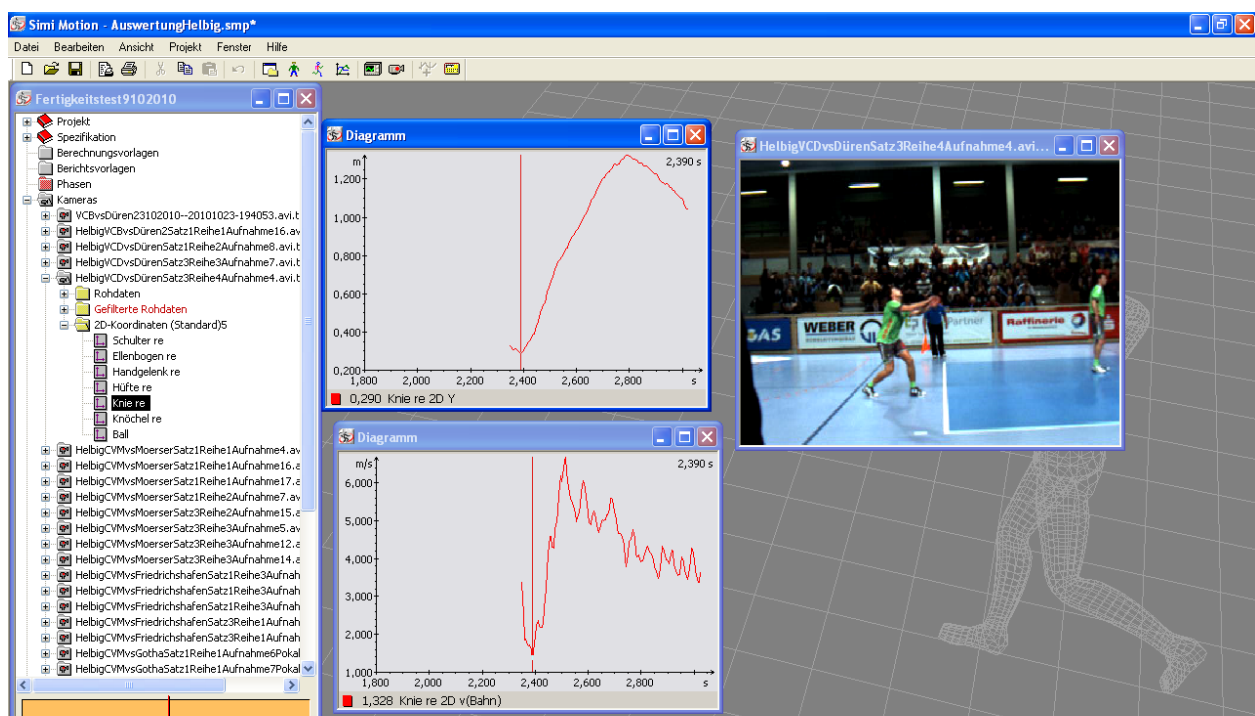


Abbildung 39: Programmfenster SIMI Motion; Auswertung der Koordinaten Knie rechts Spieler 8 CVM vs evivo Düren 23.10.2010

Zunächst wurden die Mittelwerte und die Streuung mit Hilfe der deskriptiven Statistik untersucht.

Die erhobenen Daten sind dann für alle Testzeitpunkte mittels Kolmogorov-Smirnov und Shapiro Wilk auf Normalverteilung hin getestet worden.

Um die Stabilität der Merkmale zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten zu überprüfen, wurde das allgemeine lineare Modell mit Messwiederholung gewählt. Dies ist für die gesamte Untersuchungsgruppe  $n=12$  für die drei Messzeitpunkte im Training durch-

geführt und für einzelne Sportler ( $n=3$ ) mit den Messzeitpunkten der Punktspiele über die Saison hinweg angewendet worden.

Anschließend wurde die interne Ordnung der vertikalen und horizontalen Ebene des Modells überprüft, indem zunächst eine lineare Regressionsanalyse rückwärtig durchgeführt wurde. Diese Ergebnisse sind anschließend mit Hilfe korrelationsstatistischer Berechnungen überprüft worden. Für die parametrischen intervallskalierten Daten wurden die Korrelationskoeffizienten nach Pearson berechnet. Die Korrelationen mit der ordinal-skalierten Effektivität wurden anhand der Rangkorrelation nach Spearman berechnet. Zur Überprüfung des Zusammenhangs der Zielgenauigkeit und den Geschwindigkeitsparametern wurde das allgemeine lineare Modell mit dem festen Faktor Treffer/kein Treffer eingesetzt.

Abschließend ist die Gültigkeit des Leistungsstrukturmodells des Sprungaufschlages mittels konfirmatorischer Faktorenanalyse geprüft worden.

## 5.4 Gütekriterien

### *WAI-T*

Die Testgüte ist insgesamt als zufriedenstellend einzuschätzen (vgl. Brand, Ehrlenspiel & Graf, 2009). Die Reliabilität liegt für alle drei Skalen im befriedigenden bis guten Bereich (somatische Ängstlichkeitskomponente  $\alpha = .811$ ; Besorgnis  $\alpha = .826$ ; Konzentrationsstörungen  $\alpha = .768$ ). Die Interkorrelation der drei Skalen ist akzeptabel, da die somatische Angst und die Besorgnis einen Korrelationskoeffizienten von  $r=0,544$  aufweisen. Die Korrelationen mit der Skala Konzentrationsstörung sind deutlich niedriger ( $r=0,374$ ;  $r=0,206$ ). Die Re-test-Reliabilität ist ebenso als zufriedenstellend einzuschätzen. Die Pearson-Korrelationskoeffizienten für somatische Angst und Besorgnis liegen im Bereich von  $r > .70$ . Der Wert für die Konzentrationsstörung liegt nur wenig darunter.

### *Sprungkraft*

Zur Überprüfung der Gütekriterien des Sprungkrafttests sind die Werte von Auguste (2004) zu Grunde gelegt. Da die Durchführung der Tests 2003/2004 (Auguste et. al, 2004) mit einer KISTLER-Kraftmessplatte unter Laborbedingungen durchgeführt wurden, war es jedoch notwendig eine Reliabilitätsprüfung durchzuführen. Die Werte sind

zufriedenstellend, wie Tabelle 9 zeigt. Lediglich für den Drop Jump, der das reaktive Sprungverhalten überprüft, ist ein unzureichender Reliabilitätskoeffizient erkennbar. Für den Sprungkraftausdauerstest wurde keine erneute Prüfung vorgenommen, da dieser eine Abfolge von Counter Movement Jumps darstellt, dessen Testgüte hinreichend bewiesen wurde.

Tabelle 9: Reliabilitätskoeffizienten 1

Sprungtyp	$r_{tt}$	
	Auguste et al. 2003/2004 (n=22)	2010/2011 (n=12)
SJ	0,81	0,954
CMJoA	0,92	0,99
CMJmA	0,91	0,965
DJ	0,87	0,488

### *Schnellkraft obere Extremitäten*

Zur Einschätzung der Testgüte wurde für jeden Einzeltest eine Reliabilitätsprüfung (Retestreliabilität) durchgeführt, die befriedigende Werte aufweist, wie Tabelle 10 zeigt.

Tabelle 10: Reliabilitätskoeffizienten 2

Test	$r_{tt}$
MEDB-SK	0,596
VB	0,896
HB	0,816

Des Weiteren wurde für den Volleyball- und Handballweitwurf eine Paralleltest-Reliabilität von 0,681 berechnet. Die Reliabilität für die Testbatterie ist damit für alle Items zufriedenstellend.

### *Multistage-Fitnesstest*

Laut Untersuchungen von Grant et al. (1995, S.150) und Ramsbottom et al.(1988, S.142) ist die Validität des Tests zur Überprüfung der maximalen Sauerstoffaufnahme zufriedenstellend ( $r=0,86$ ;  $r=0,84$ ).

### *Bewegungsanalyse*

Da die kinematischen Daten nur zweidimensional erfasst wurden, ist eine Prüfung des Messverfahrens notwendig. Die simultane Erfassung der kinematischen Parameter des

Sprungaufschlages in 2D und 3D ermöglicht Aussagen zur Genauigkeit des gewählten Messverfahrens, indem die Abweichung der Werte beider Messungen prozentual berechnet und in einem Bland-Altman Diagramm grafisch dargestellt werden

Tabelle 11: *Mittelwerte der prozentualen Abweichung zwischen 2D- und 3D-Analyse*

<b>Parameter</b>	<b>Mittelwerte Prozentuale Abweichung in %</b>
Sprunghöhe in m	3,32 %
hBall	0,99 %
tSprung	2,46 %
vHand	3,92 %
vBall	2,58 %

Tabelle 11 verdeutlicht, dass die prozentuale Differenz der erhobenen Werte aus beiden Messverfahren kleiner als 5% ist. Das belegt die geringfügige Abweichung zwischen der 2-D und 3-D-Analyse. Abbildung 40 zeigt das Bland-Altman-Diagramm für die Variable Ballgeschwindigkeit, das die Aussagen zur Genauigkeit bestätigt. 95 % der Werte liegen innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen (2xs) und bilden somit eine hinreichende symmetrische Verteilung ab. Dieser Nachweis konnte für alle vorliegenden Variablen erbracht werden.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> vgl. Anhang S. S.153f.

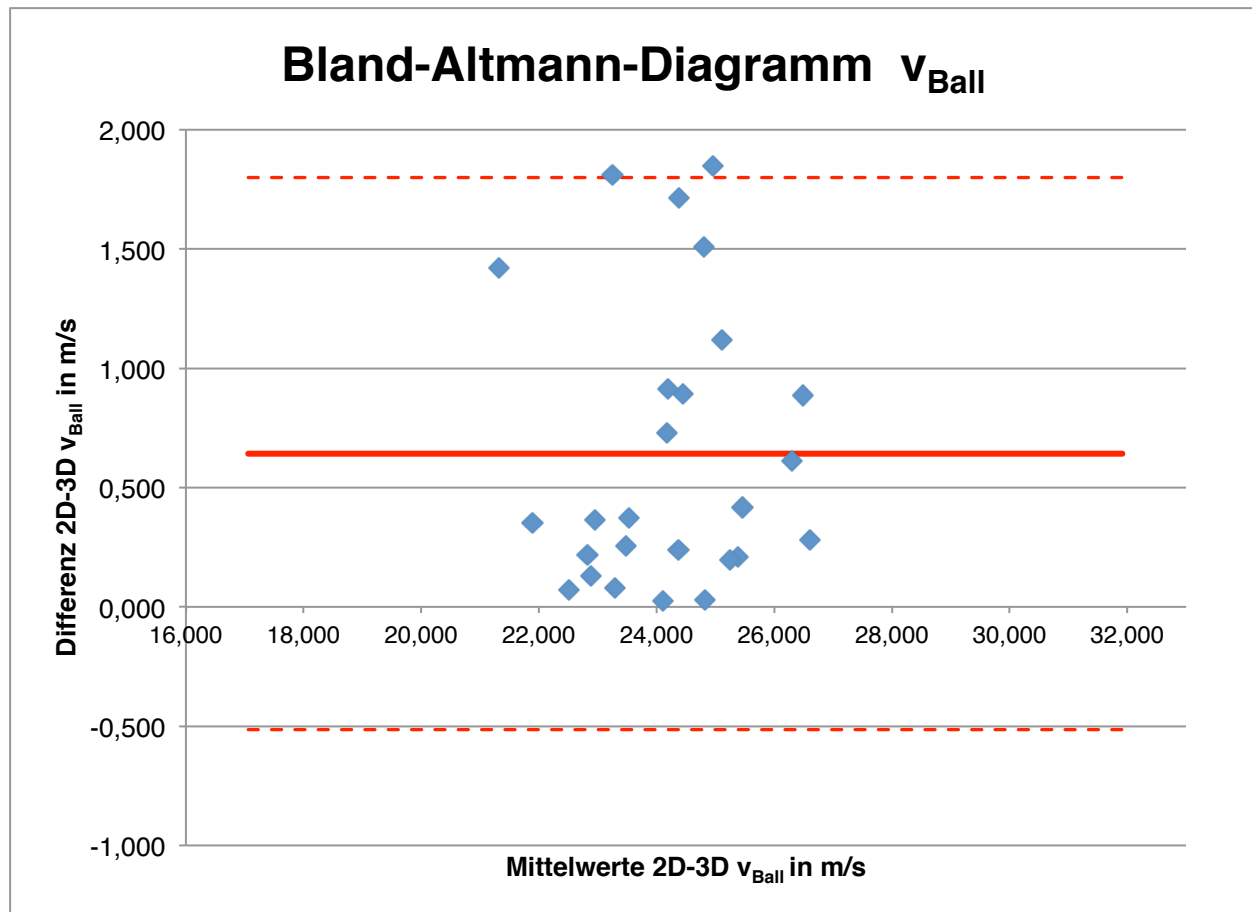


Abbildung 40: Bland-Altman-Diagramm vBall

## 5.5 Kritische Betrachtung der Methodik

Ziel der Studie war es, ein Leistungsmodell für den Sprungaufschlag im Hochleistungssport zu erstellen. Für dieses Vorhaben wurde eine Bundesligamannschaft aus Sachsen-Anhalt gewählt, die im unteren Tabellendrittel platziert ist. Folglich bestand die Untersuchungsgruppe aus 12 Spielern im Kader, wovon sechs Stammspieler waren, die regelmäßig in den Punktspielen eingesetzt wurden. Für die Analysen im Training konnte von einer Stichprobengröße  $N=12$  ausgegangen werden. Aufgrund von Erkrankungen reduzierte sich die Zahl teilweise auf 10 Probanden. Im Wettkampf konnten lediglich die Aufschläge von sechs Spielern analysiert werden. Aufgrund mangelnder technischer Stabilität führten jedoch nur drei (8; 14; 15) dieser Spieler einen Sprungaufschlag aus, wobei zwei dieser Probanden Linkshänder (14; 15) waren, was die Videoanalyse erschwerte. Zwei der Auswechselspieler (9; 6) setzten ebenso den Sprungaufschlag im Wettkampf ein. Durch ihre geringeren Einsatzzeiten konnten nur wenig Datensätze ge-



neriert werden. Insgesamt ist die Analyse der Wettkampfdaten als Einzelfallanalyse angelegt, da die externen Bedingungen im Hochleistungssport und insbesondere in dieser Untersuchungsgruppe keine andere Vorgehensweise ermöglichen.

Für die verwendeten Testverfahren konnten weitestgehend Daten erhoben werden, die den Gütekriterien entsprechen und valide Daten liefern. Nichtsdestotrotz können einige Defizite der Mess- und Auswertungsverfahren aufgedeckt werden.

Die Erfassung der konditionellen Parameter wurde auf Grundlage einer Testbatterie durchgeführt, die unter Feldbedingungen eingesetzt wurde. Die Schnellkraft der oberen Extremitäten wurde mit Hilfe von Wurfweiten operationalisiert, die nicht exakt die Schnellkraftfähigkeit der oberen Extremitäten abbildet. Eine höhere Genauigkeit bei der Messung könnte über den Einsatz isometrischer Kraftaufnehmer erzielt werden, die bei diesem Forschungsvorhaben jedoch nicht zur Verfügung standen.

Die Bestimmung der kinematischen Parameter anhand einer 2D-Analyse ist aufgrund der fehlenden Tiefenebene teilweise fehlerhaft. Zur Überprüfung dieser Messungenauigkeit wurde eine simultane 2D- und 3D-Analyse der Bewegung durchgeführt, um den prozentualen Fehler der Messung abzuschätzen. Die Ergebnisse dieses Paralleltestverfahrens waren zufriedenstellend und lassen die Schlussfolgerung zu, dass der Messfehler innerhalb tolerierbarer Grenzen liegt. Jedoch kann insbesondere die videometrische Erfassung der Geschwindigkeitsparameter des Balles in der 3D-Analyse genauere Messwerte garantieren.

Die unregelmäßige Struktur der Daten, wie die ungleichmäßige Anzahl an Datensätzen pro Messzeitpunkt und Spieler erschwerte die statistische Analyse der Daten. Für die Wettkampfdaten musste zunächst nachgewiesen werden, dass keine signifikanten Unterschiede für die Messzeitpunkte bestehen, um für die korrelationsstatistische Analyse den gesamten Datensatz einbeziehen zu können. Folglich wurde mit Hilfe des Allgemeinen linearen Modells mit Messwiederholung die Stabilität der Daten überprüft. Da dieses Verfahren jedoch nur die gleiche Anzahl an Daten pro Messzeitpunkt einbeziehen kann, mussten die Daten teilweise reduziert werden. Weiterhin waren für die korrelationsstatistische Analyse nur genügend Datensätze für drei Spieler (8; 14; 9) vorhanden. Die Stichprobengröße war in Bezug auf die Modellbildung mit Hilfe der konfirmato-

rischen Faktorenanalyse ebenso problematisch, da aufgrund der niedrigen Anzahl an Probanden kein gültiges Modell generiert werden konnte.

Folglich können die Zusammenhänge der Parameter nur anhand korrelationsstatistischer Berechnungen nachgewiesen werden und die statistische Prüfung des Gesamtmodells muss entfallen.

## 6 Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Hypothesen geprüft. Dabei werden zunächst in der deskriptiven Statistik die Ergebnisse der einzelnen Tests dargestellt und im zweiten Teil die Zusammenhänge der Merkmale aufgezeigt.

### 6.1 Deskriptive Statistik

#### 6.1.1 Anthropometrie

Tabelle 12: Übersicht der erfassten anthropometrischen Parameter von Messung 1-3

Nummer	Größe in m	Gewicht in kg			Körperfett in %			Waist to Hip Ratio		
		M 1	M 2	M 3	M 1	M 2	M 3	M 1	M 2	M 3
1	1,98	106,9	104,0	108,5	16,50	17,70	17,50	,944	,888	,935
4	2,04	107,3	105,2	108,5	17,30	17,60	17,00	,833	,857	,859
6	1,97	88,50	87,90	90,80	9,50	10,70	10,50	,822	,816	,832
7	1,94	78,40	77,60	77,70	13,10	13,30	12,00	,855	,891	,872
8	1,96	97,20	98,60	98,40	12,80	13,40	12,20	,833	,853	,881
11	2,04	100,2	99,70	K	14,50	14,40	K	,827	,825	K
13	1,82	79,00	78,60	76,20	16,20	15,40	13,50	,828	,857	,852
14	2,03	88,00	91,30	92,30	11,70	11,40	11,10	,815	,822	,841
15	1,96	86,70	88,10	92,10	15,30	16,00	16,00	,795	,804	,838
16	1,96	93,80	94,00	98,00	19,30	19,00	17,40	,788	,811	,857
18	1,98	98,60	97,70	K	15,20	14,50	K	,870	,843	K
9	1,99	102,8	105,0	99,80	16,90	17,90	14,40	,846	,888	,804

Die anthropometrischen Daten sind zu allen drei Messzeitpunkten normalverteilt. Die Werte sind über die Saison und die drei Messzeitpunkte hinweg stabil, da keine signifikanten Veränderungen nachgewiesen werden konnten. Lediglich der Anteil des Körperfettanteils veränderte sich und war zum Saisonbeginn (2. Messzeitpunkt) am höchsten und zum Ende der Saison am niedrigsten.

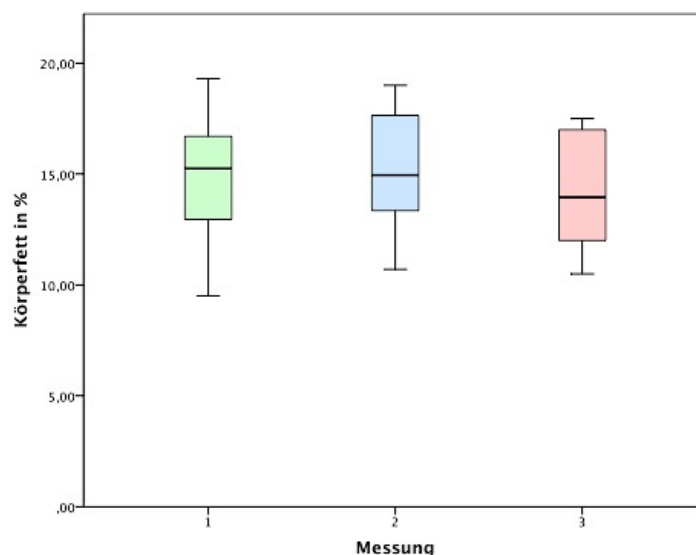


Abbildung 41: Verlauf des Körperfettanteils über die Saison

Das Boxplot-Diagramm in Abbildung 41 zeigt das Streuungsmaß des Merkmals Körperfett zu drei Messzeitpunkten. Die Box bildet 50% der Werte ab und zeigt mit dem waagerechten Strich den Median der erhobenen Daten an. Die Antennen (whiskers) umfassen 95% aller Werte. Die Abbildung macht deutlich, dass die dritte gegenüber der ersten Messung ein geringeres Streuungsmaß sowie einen geringeren Medianwert aufweist.

### 6.1.2 Psychologische Tests

Die Ergebnisse des WAI-T zeigen für die drei Dimensionen der Wettkampfangstlichkeit: somatische Angst, Besorgnis und Konzentrationsstörung weitestgehend normale bis niedrige Werte. Für die somatische Angst liegen die durchschnittlichen Vergleichswerte für Männer bei  $7,91 \pm 2,33$ . Für die Untersuchungsgruppe können normale bis niedrige Werte verzeichnet werden, wie Abbildung 42 zeigt. Für die Kategorie Besorgnis befinden sich die Werte ebenso im normalen bis niedrigen Bereich bei einem Vergleichswert von  $7,64 \pm 2,34$ .

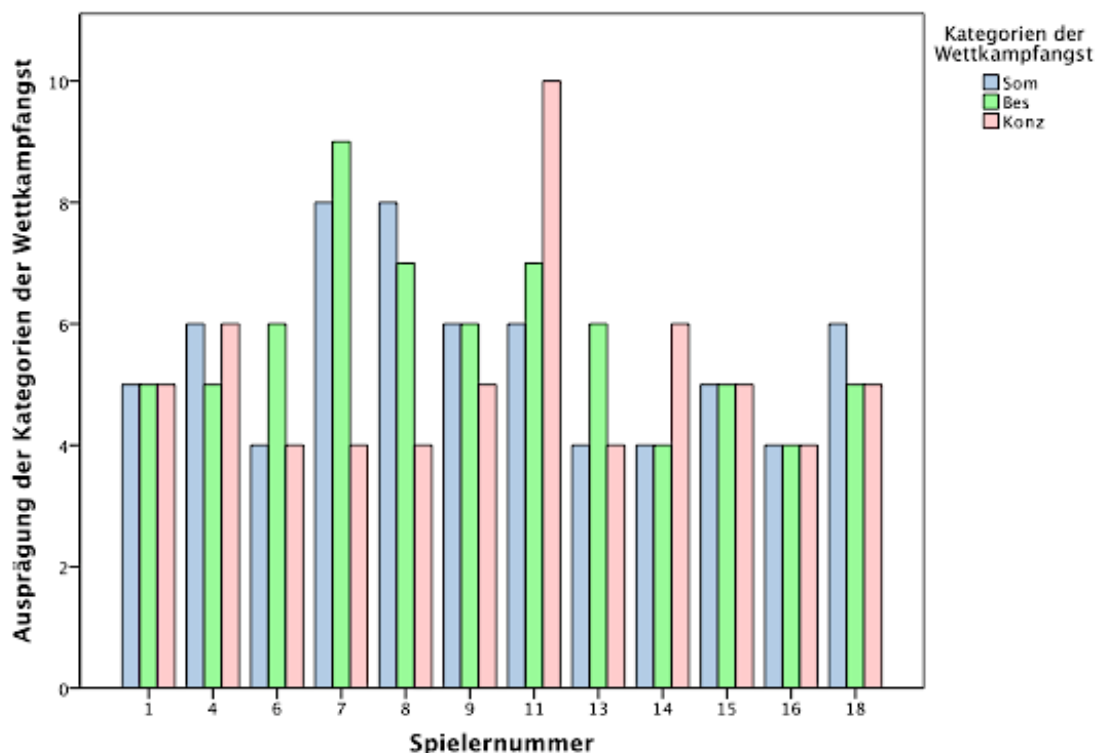


Abbildung 42: Übersicht der Werte der Kategorien der Wettkampfangstlichkeit für Spieler

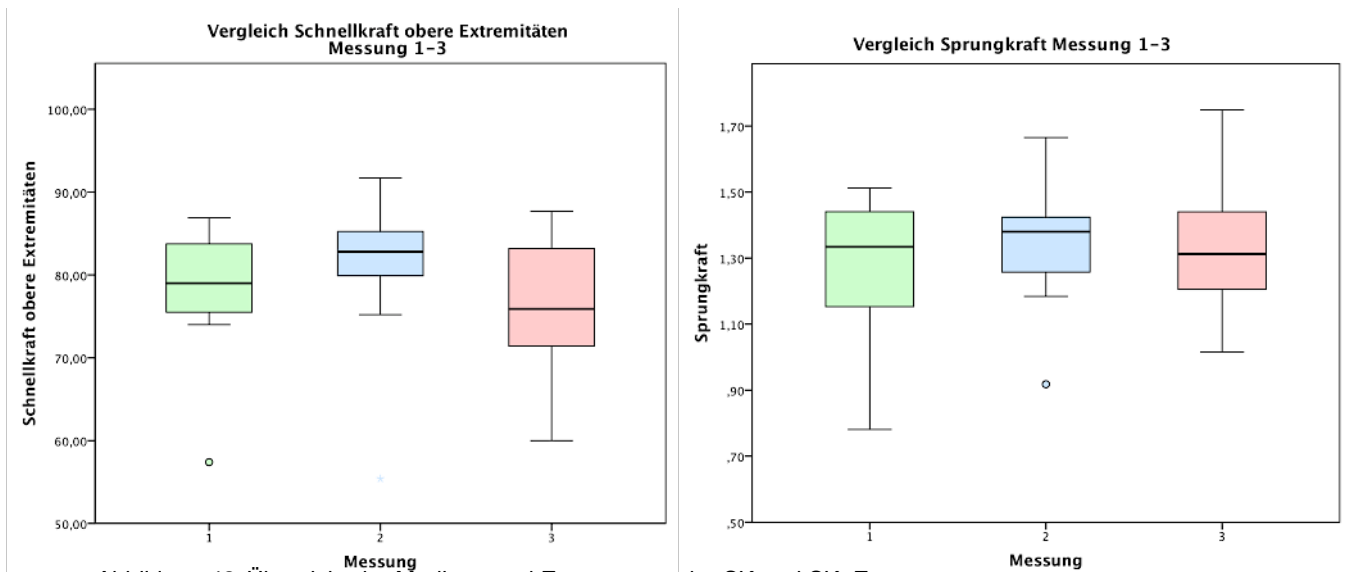
Lediglich der Spieler mit der Nummer 7 weist erhöhte Besorgniswerte auf. Der Spieler ist kein Stammspieler und mit 22 Jahren, der jüngste Sportler in dieser Mannschaft. Der Spieler mit der Nummer 11 zeigt deutlich erhöhte Werte in der Dimension Konzentrationsstörung. Der Rest der Mannschaft liegt im normalen bis niedrigen Bereich. (Vergleichswert:  $6,09 \pm 2,1$ ).

### 6.1.3 Sportmotorische Tests

Die Daten wurden unter Verwendung des Kolmogorov-Smirnov und Shapiro-Wilk Tests auf Normalverteilung für alle drei Messzeitpunkte überprüft, da diese Tests für metrische Daten bei kleiner Stichprobe geeignet sind. Bei der ersten Messung waren die Werte des Handballweitwurfes nicht normalverteilt und bei der zweiten Messung die Daten des summativen Wertes der Schnellkraft der oberen Extremitäten. Für alle anderen Variablen konnte eine Normalverteilung nachgewiesen werden. Die Mittelwerte und Standardabweichung wurden berechnet und tabellarisch zusammengefasst.

Tabelle 13: Deskriptive Statistik der sportmotorischen Tests

Deskriptive Statistik				
Variable	Messzeitpunkt	Mittelwert	Standardabweichung	N
Mb	1	13,3m	1,13	10
Mb	2	14,0m	1,22	10
Mb	3	13,7m	1,37	10
Vb	1	30,2m	4,5	10
Vb	2	31,7m	4,94	10
Vb	3	26,7m	10,37	10
Hb	1	33,9m	3,89	10
Hb	2	34,2m	4,96	10
Hb	3	29,8m	11,57	10
SKoE	1	76,4m	8,07	10
SKoE	2	79,7m	10,23	10
SKoE	3	76,5m	9,3	10
SJ	1	0,38m	0,06	10
SJ	2	0,41m	0,06	10
SJ	3	0,40m	0,06	10
CMJoA	1	0,41m	0,08	10
CMJoA	2	0,43m	0,08	10
CMJoA	3	0,44m	0,08	10
CMJmA	1	0,49m	0,08	10
CMJmA	2	0,51m	0,07	10
CMJmA	3	0,51m	0,08	10
SK	1	1,28m	0,24	10
SK	2	1,35m	0,23	10
SK	3	1,32m	0,21	10
Bewe_80	1	167,56°	22,8	10
Bewe_80	2	176,25°	8,47	10
Bewe_80	3	173,4°	9,36	10
Vo <sub>2</sub> max	1	49,98 ml/min/kg	3,8	10
Vo <sub>2</sub> max	2	48,57 ml/min/kg	5,37	10
Vo <sub>2</sub> max	3	44,73 ml/min/kg	3,9	10



Im nächsten Schritt wurde die Stabilität der Daten über die Messzeitpunkte hinweg mit Hilfe des Allgemeinen linearen Modells mit Messwiederholung überprüft.

Es konnten keine signifikanten Veränderungen der sportmotorischen Merkmale nachgewiesen werden, was eine hohe Stabilität der Werte im Saisonverlauf impliziert. Die Schnellkraft der oberen Extremitäten und die Sprungkraftwerte sind jeweils zum Saisonbeginn (2. Messzeitpunkt) am höchsten, wie Abbildung 43 zeigt.

### 6.1.4 Bewegungsanalyse

#### Fertigkeitstest (Training):

Bei der Prüfung der Normalverteilung konnten die Höhenmaße und Geschwindigkeiten als normalverteilt eingestuft werden. Lediglich die Sprunghöhe, die eine große Streuung aufweist, ist nicht normalverteilt sowie die Geschwindigkeit der Hand für Zone 7. Der Mittelwert der Handgeschwindigkeit liegt bei 13,22 m/s, während der Mittelwert der resultierenden Ballgeschwindigkeit bei 24,17 m/s liegt. Das erreichte Maximum waren 31,8 m/s. Signifikante Unterschiede der Werte in Abhängigkeit von der Zielzone konnten für die Parameter Handgeschwindigkeit und Arm-Rumpf-Winkel nachgewiesen werden. Die größte Geschwindigkeit der Hand wurde bei den Versuchen ohne Zielvorgabe erreicht (13,8 m/s). Der Arm-Rumpfwinkel weist bei einem Mittelwert von 181,8° die größten Werte bei Zielzone 7 im Vergleich zu 173,2 ° in Zielzone 9 und 177,8° ohne Zielvorgabe auf.

Tabelle 14: Deskriptive Statistik des Fertigkeitstests Messung 2

Zone		sh <sub>max</sub> in m	sh <sub>Schlag</sub> in m	h <sub>Ball</sub> Ab- schlag in m	v <sub>Hand</sub> in m/s	v <sub>Ball</sub> in m/s	v <sub>horizontal</sub> in m/s	v <sub>vertikal</sub> in m/s
7	Mittelwert	,82	,80	2,84	12,61	24,19	2,92	1,85
	N	30	30	31	31	31	30	30
	Standardabweichung	,094	,10	,11	1,84	2,85	,62	,26
9	Mittelwert	,83	,82	2,82	13,23	23,24	3,02	1,86
	N	31	31	31	31	31	31	31
	Standardabweichung	,077	,084	,092	2,00	3,58	,53	,21
0	Mittelwert	,84	,83	2,84	13,80	25,07	2,86	1,89
	N	31	31	31	31	31	31	31
	Standardabweichung	,10	,11	,11	1,51	2,94	,53	,22
G E S A M T	Mittelwert	,83	,82	2,83	13,21	24,17	2,93	1,86
	N	92	92	93	93	93	92	92
	Minimum	,66	,60	2,57	9,42	14,18	1,32	1,57
	Maximum	1,19	1,19	3,14	17,91	31,80	2,42	4,39
	Standardabweichung	,093	,10	,10	1,84	3,20	,56	,23

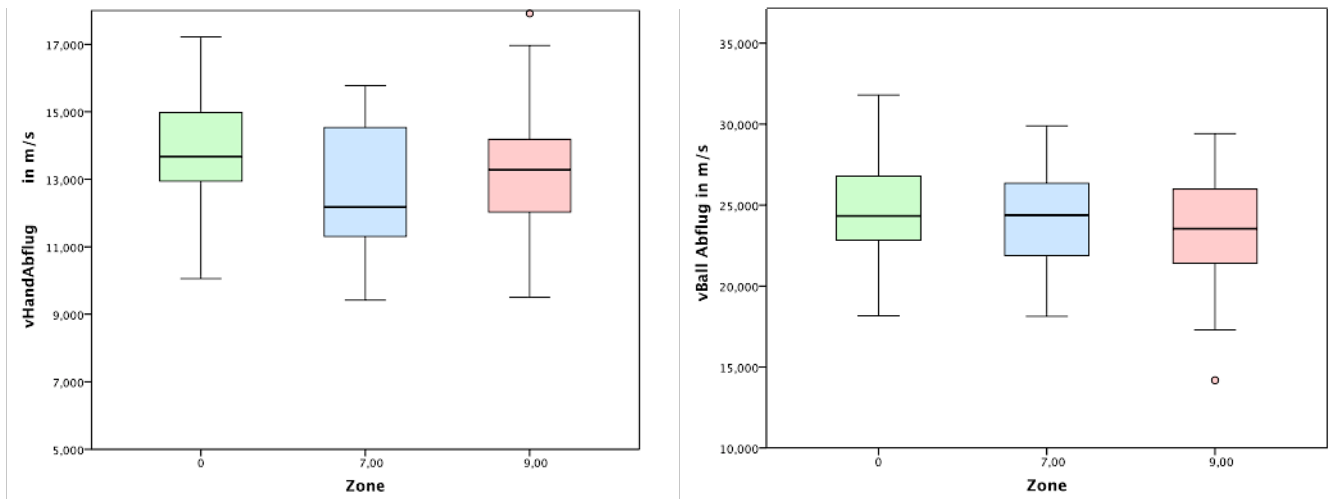


Abbildung 44: Darstellung der Geschwindigkeiten der Hand (Subsystem 2) und der Balles (Subsystem 3) nach Zonen

Abbildung 44 zeigt die Geschwindigkeiten von Subsystem 2 und 3 in den einzelnen Zonen. Dabei ist erkennbar, dass die höchsten Geschwindigkeiten bei den Versuchen ohne Zielvorgabe vorliegen. Acht von elf Spielern weisen eine niedrige Streuung der Ballgeschwindigkeit auf ( $< 2\text{m/s}$ ), wie Abbildung 45 illustriert.

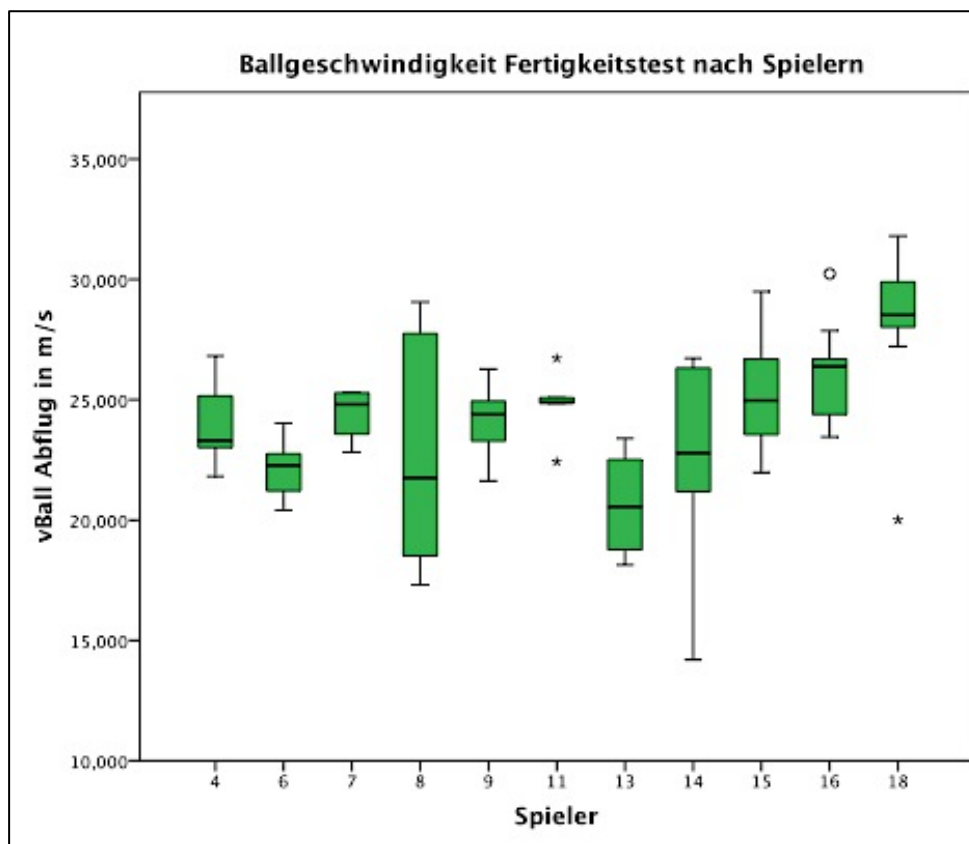


Abbildung 45: Darstellung der Ballgeschwindigkeiten (Subsystem 3) nach Spielern



**Wettkampf:**

Für die Messungen im Wettkampf liegen Daten einzelner Spieler vor. Die Auswahl der Spieler beschränkt sich auf vier, da nur diese Sportler den Sprungaufschlag im Wettkampf regelmäßig angewendet haben. Für den Spieler 8 liegen die meisten Daten vor, daher bezieht sich der Großteil der Auswertung im Wettkampf auf diesen Sportler.

Tabelle 15: Vergleich der Mittelwerte der kinematischen Parameter in Wettkampf und Training pro Spieler

Spieler		sh <sub>max</sub> in m	sh <sub>Schlag</sub> in m	h <sub>Ball</sub> Abschlag in m	v <sub>Hand</sub> in m/s	v <sub>Ball</sub> in m/s	v <sub>horizontal</sub>	v <sub>vertikal</sub>
8 WK	Mittelwert	,94	,93	2,94	14,46	21,28	3,17	1,98
	N	62	65	64	65	65	65	65
	Standardabweichung	,079	,077	,098	3,47	5,37	,66	,21
8 T	Mittelwert	,83	,82	2,85	12,35	22,46	3,58	1,79
	N	9	9	9	9	9	9	9
	Standardabweichung	,072	,074	,086	2,48	4,60	,38	,15
14 WK	Mittelwert	,91	,91	2,93	16,13	24,44	2,44	1,83
	N	55	55	55	55	55	55	55
	Standardabweichung	,06	,06	0,088	2,74	3,67	,042	,15
14 T	Mittelwert	,87	,87	2,86	12,81	21,49	2,78	1,94
	N	9	9	9	9	9	9	9
	Standardabweichung	,07	,06	,074	1,25	4,0	,89	,067
9 WK	Mittelwert	,95	,95	2,99	15,16	24,66	-	-
	N	14	14	14	14	14	-	-
	Standardabweichung	,33	,33	,057	1,76	2,87	-	-
9 T	Mittelwert	,79	,79	2,86	12,98	24,15	2,85	1,97
	N	9	9	9	9	9	9	9
	Standardabweichung	,021	,025	,031	,67	1,45	,31	,08
6 WK	Mittelwert	1,05	1,05	2,91	14,6	22,97	-	-
	N	8	8	8	8	8	-	-
	Standardabweichung	,078	,078	,038	2,13	2,32	-	-
6 T	Mittelwert	1,01	1,02	2,98	11,57	22,1	2,9	2,16
	N	9	9	9	9	9	9	9
	Standardabweichung	,104	,08	,086	0,96	1,21	,22	,14

Im Vergleich zum Fertigkeitstest im Training konnten die Sportler im Wettkampf höhere Geschwindigkeiten und Sprunghöhen beim Sprungaufschlag generieren. Für Spieler 8 konnten signifikante Unterschiede für die maximale Sprunghöhe und Sprunghöhe beim Abschlag sowie Abschlaghöhe des Balles und der vertikalen Geschwindigkeit von Subsystem 1 nachgewiesen werden.<sup>17</sup> Abbildung 46 zeigt deutlich, dass die Sprunghöhen im Wettkampf höher sind als die generierten Höhen im Fertigkeitstest.

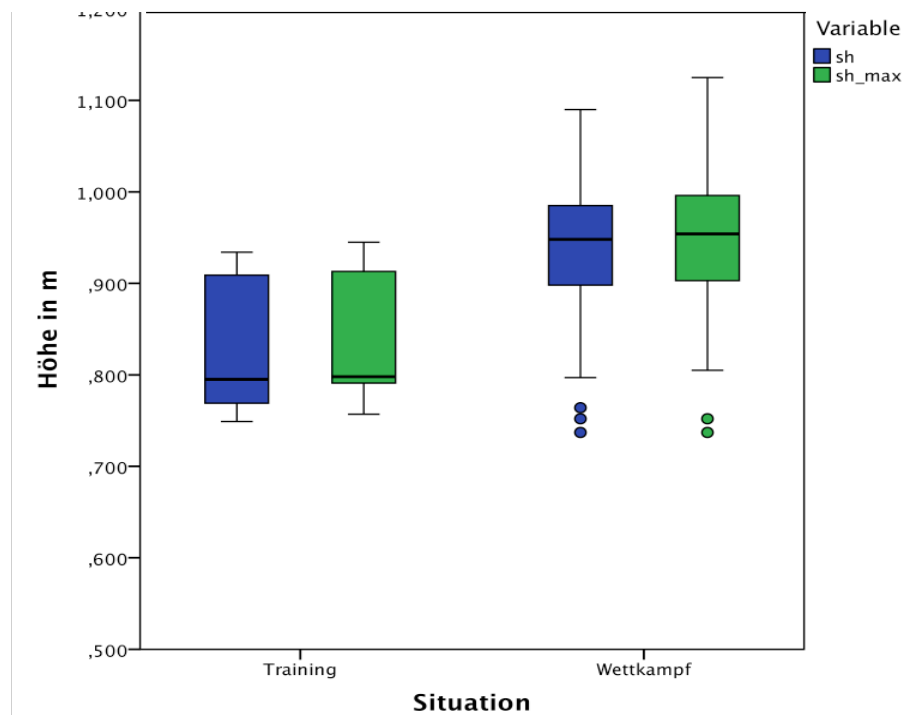


Abbildung 46: Vergleich der Sprunghöhen in Training und Wettkampf Spieler 8

Die anderen drei Sportler weisen ebenso erhöhte Werte im Vergleich von Training zum Wettkampf auf. Spieler 9 zeigt eine signifikant höhere Sprunghöhe sowie Abschlaghöhe im Wettkampf (+16 cm; +13 cm, während bei Spieler 14 und 6 (+ 4cm; +7cm) geringere Unterschiede identifiziert werden konnten. Für die Hand- und Ballgeschwindigkeit konnten für alle Sportler höhere Werte im Wettkampf gegenüber dem Training dokumentiert werden, wie Tabelle 15 aufzeigt.

<sup>17</sup> vgl. Anhang Seite 159

### 6.1.5 Systematische Spielbeobachtung

Die Daten wurden, wie Abbildung 47 zeigt, tabellarisch dargestellt und für den Aufschlag pro Mannschaft und pro Spieler ausgewertet. Eine spezielle Datenmatrix ermöglicht die genaue Zuordnung jedes einzelnen Aufschlages und der Effektivitätsbewertung.

<b>CV Mitteldeutschland</b>	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>107</b>	<b>05/02/20</b>	<b>1. Bundesliga Männer</b>	<b>Hauptrunde - 1. B</b>
<b>TV Bühl</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>97</b>	<b>19.30.00</b>	<b>Spergau</b>	

#### Analyse wählen

CV Mitteldeutschland | Details aller Spieler | Aufschlag | Satz Details

Aktion	Typ	Spieler	Z	Sat	Ind	*E%	Su	=	%	BP	SO	/	%	BP	SO	-	%	!	%	+	%	#	%	BP	SO
Aufschlag	Mannschaft	Spi	<b>3</b>		<b>33%</b>	<b>107</b>	15	14%	·	15	1	1%	·	·	57	53%	27	25%	2	2%	5	5%	5	·	
		1	<b>2</b>		<b>28%</b>	<b>25</b>	3	12%	·	3	·	·	·	·	15	60%	7	28%	·	·	·	·	·	·	
		2	<b>3</b>		<b>38%</b>	<b>24</b>	5	21%	·	5	·	·	·	·	10	42%	6	25%	2	8%	1	4%	1	·	
		3	<b>3</b>		<b>36%</b>	<b>22</b>	3	14%	·	3	·	·	·	·	11	50%	6	27%	·	·	2	9%	2	·	
		4	<b>4</b>		<b>19%</b>	<b>21</b>	1	5%	·	1	·	·	·	·	16	76%	3	14%	·	·	1	5%	1	·	
		5	<b>3</b>		<b>47%</b>	<b>15</b>	3	20%	·	3	1	7%	·	·	5	33%	5	33%	·	·	1	7%	1	·	

Abbildung 47: Darstellung der Effektivitätswerte im Aufschlag für das Spiel gegen VfB Friedrichshafen Sat: Satz E%: Effektivitätsindex Su: Summe der Aufschläge

Über die ganze Saison konnten nur 35% der Aufschläge den Bereich gut bis direkter Punkt abdecken. Der Großteil der Aufschläge war mit 45 % nur einfach geschlagen, sodass die gegnerischen Spieler den Ball problemlos annehmen konnten, wie Abbildung 48 zeigt.

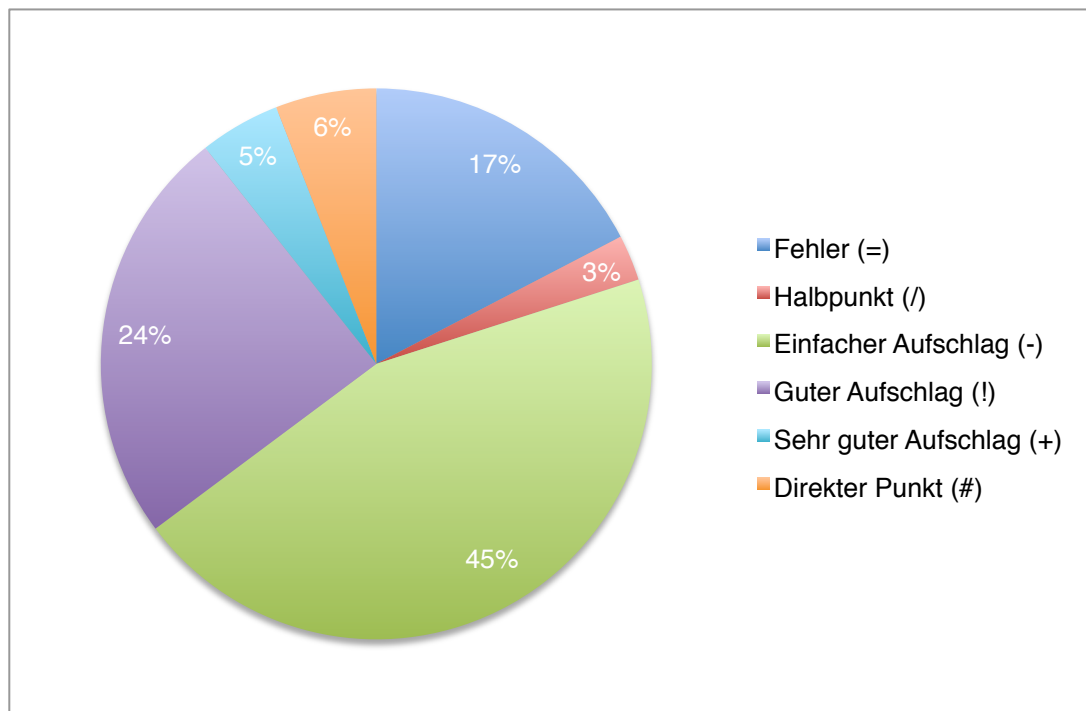


Abbildung 48: Verteilung der Effektivitätswerte aller Spieler in der Saison 2010/2011 N=1067 (Heimspiele)

Von insgesamt 1067 Aufschlägen während der Heimspiele waren 17 % direkte Fehler und nur 6 % als direkte Punkte zu verzeichnen. Diese Darstellung berücksichtigt die Aufschläge aller Spieler unabhängig von der Art des Aufschlages. Für Spieler 8, der ausschließlich den Sprung-Tennis-Aufschlag nutzt, verschieben sich diese Werte nach unten. Er weist mit 31,5 % eine deutlich höhere Fehlerquote auf und insgesamt können nur 19,7 % als positive Aufschläge gewertet werden. Die einfachen Aufschläge nehmen mit 47,54% den höchsten Anteil ein, wie Abbildung 49 verdeutlicht.

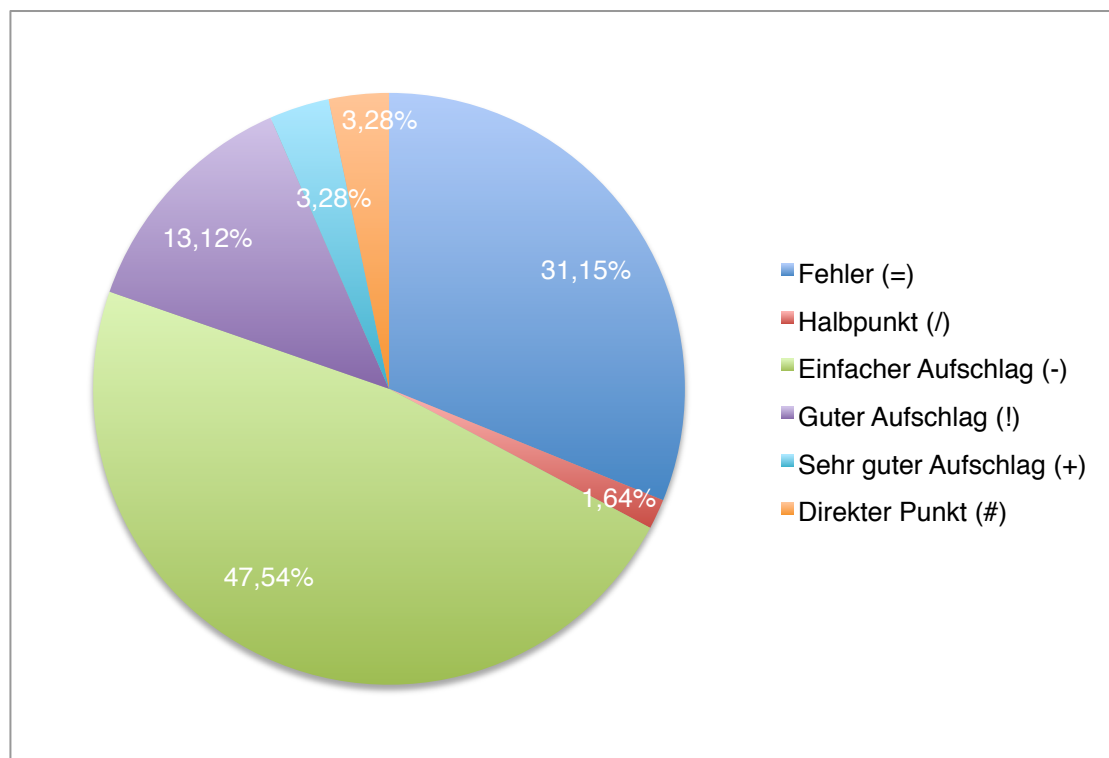


Abbildung 49: Verteilung der Effektivitätswerte Spieler 8 in der Saison 2010/2011  $N_{\text{Aufschläge}}=66$

Des Weiteren wurden die Zielzonen der Spieler im Wettkampf erfasst. Abbildung 50 visualisiert die Verteilung der Zielzonen im Wettkampf für alle Heimspiele. Die vorderen 3 Zielzonen (1-3) haben mit je 1% den geringsten Anteil, wie Abbildung 50 zeigt. Auf die zentralen Zonen 5 und 8 entfallen die meisten Aufschläge mit 20,8 % (5) und 23,8 % (8). Die fehlerhaften Aufschläge wurden entweder ins Netz oder in Aus geschlagen, während der Anteil der Bälle außerhalb des Spielfeldes mit 9,1 % überwiegt.

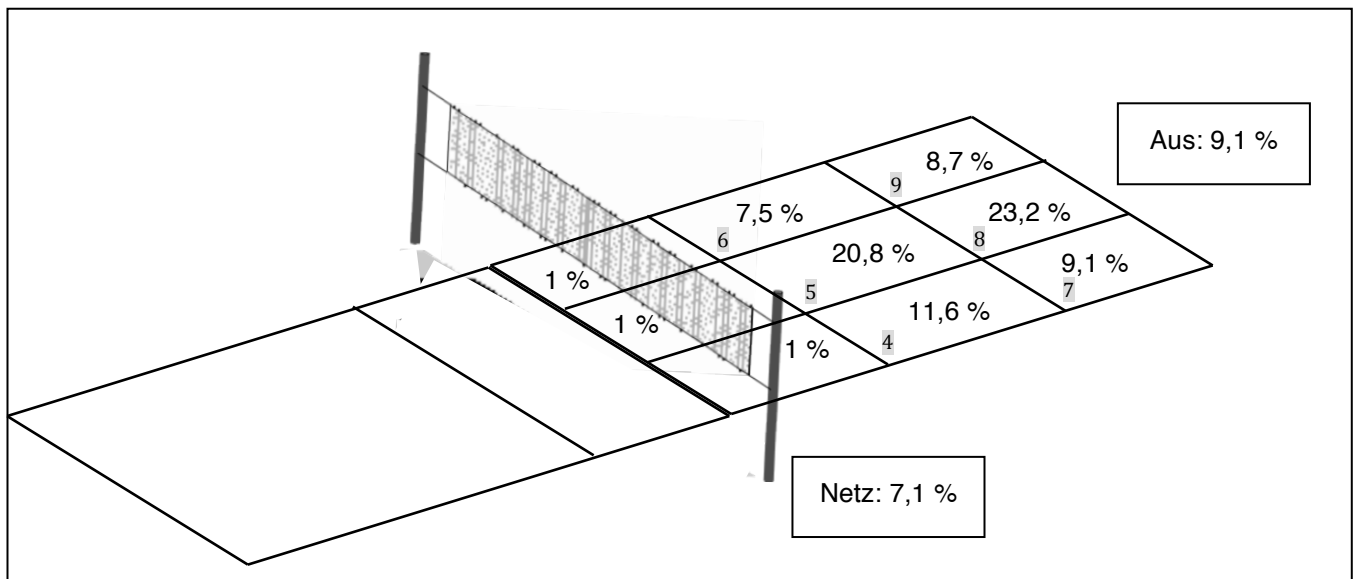


Abbildung 50: Verteilung der Aufschlagzonen der Mannschaft in der Saison 2010/2011

Für den Spieler mit der Nummer 8 entfallen 33,85 % auf die Zone 8. Aufgrund der hohen Fehlerquote sind im Vergleich zum Gesamtergebnis der Mannschaft eine hohe Anzahl im Aus (13,85%) bzw. im Netz (15,83%). Die hohe Fehlerquote resultiert aus einem höheren Risiko beim Sprungaufschlag.

## 6.2 Darstellung der Zusammenhänge

Um die Zusammenhänge der Merkmale abzubilden, wurde zunächst eine rückwärtige lineare Regressionsanalyse durchgeführt, die jedoch lediglich hypothesengenerierend wirkt. Im nächsten Schritt erfolgte die Berechnung von Korrelationen innerhalb einer Ebene und ebenenübergreifend, um Zusammenhänge der horizontalen und vertikalen Ordnung abzubilden. Abschließend wurde für ausgewählte Merkmalsgruppen ein Beziehungsgefüge modelliert und anhand der konfirmatorischen Faktorenanalyse überprüft.

### 6.2.1 Zusammenhänge anthropometrische und konditionelle Größen

#### *Regressionsanalyse linear (rückwärtig)*

Die Regressionsanalyse wurde für alle drei Messungen mit den anthropometrischen Merkmalen Gewicht, Körpergröße, Waist-Hip-Ration, Body-Mass-Index und Körperfett als unabhängige Variablen und den Sprungkraftparameter und Schnellkraftparameter der oberen Extremitäten als abhängige Variable ausgeführt.

Tabelle 16: *Anthropometrische* Merkmale, die signifikante Modelle für die abhängigen Variablen für die Messungen 1-3 ergeben

	KF	WHR	KG	G	BMI
SKoE	M3	M3	M3	M3	M3
SK	M1; M2; M3	M2	M2; M3	M1	M3
SJ	M1; M2; M3	-	M2; M3	M1	-
CMJmA	M1; M2; M3	M1; M2	M2	M1	M2; M3
CMoA	M1; M2; M3	M2; M3	M1; M3	M2	-
Tapping <sup>18</sup>	M3	M3	-	-	M3

Tabelle 16 zeigt, dass insbesondere für das Merkmal Körperfett ein signifikanter Zusammenhang mit den Variablen der Sprungkraft angenommen wird. Weiterhin können Zusammenhänge zwischen dem Körpergewicht und den Variablen der Sprungkraft vermutet werden. Für die Schnellkraft der oberen Extremitäten bildet sich die Beziehung mit den anthropometrischen Größen nur in Messung 3 ab.

<sup>18</sup> Der Tappingtest wurde nur zum 3. Messzeitpunkt durchgeführt

### Korrelationen<sup>19</sup>

Die Berechnung der Korrelationen bestätigt den hohen Zusammenhang des Parameters Körperfett mit den Merkmalen der Sprungkraft. Weiterhin wird in vereinzelt Messungen eine Korrelation des Körpergewichts und des Body-Mass-Indexes mit den Parametern der Schnellkraft der oberen Extremitäten nachgewiesen, wie Abbildung 51 zusammenfasst:

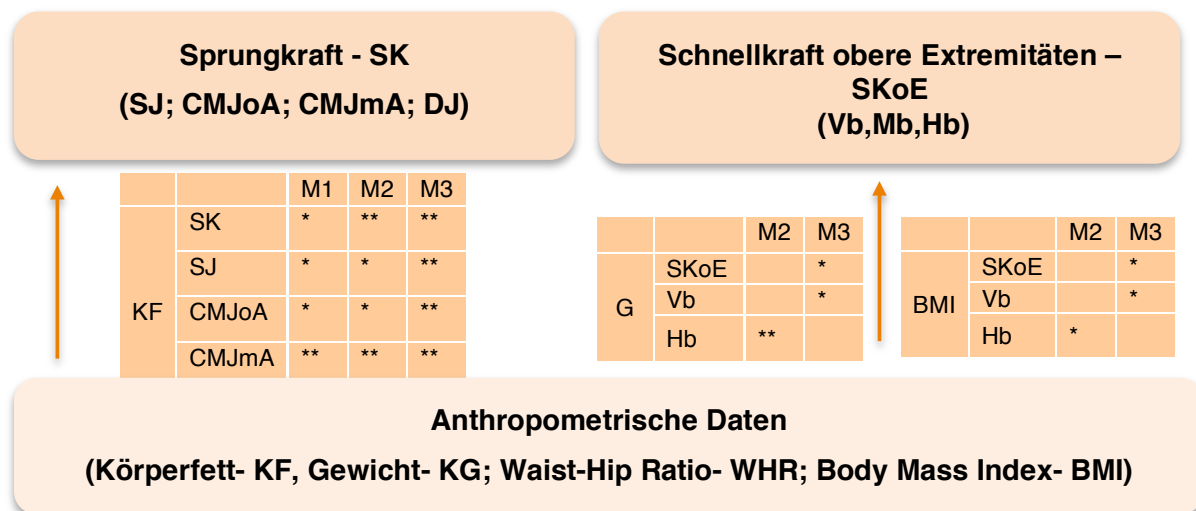


Abbildung 51: Signifikante (\*) und hoch signifikante (\*\*) Korrelationen der konditionellen und anthropometrischen Parameter bei  $p < 0,05$

Es konnten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen anthropometrischen Parametern und den Beweglichkeitsparametern herausgestellt werden. Weiterhin konnten keine Korrelationen der konditionellen Merkmale Sprungkraft, Schnellkraft obere Extremitäten, Beweglichkeit und Ausdauer identifiziert werden.

Für eine Reihe konditioneller Parameter wurden Korrelationen nachgewiesen. Insbesondere die verschiedenen Sprungarten beim Sprungkrafttest zeigen hohe Korrelationskoeffizienten.<sup>20</sup> Des Weiteren konnten starke Zusammenhänge der Items des Schnellkrafttests der oberen Extremitäten identifiziert werden.<sup>21</sup> Für das Item Medizinballstoß und Counter Movement Jump mit Armeinsatz wurde eine Korrelation von  $r=0,728^{**}$  berechnet.

<sup>19</sup> die vollständigen Korrelationstabellen sind im Anhang S.135ff. abgebildet

<sup>20</sup> SJ & CMJmA –  $r=0,928^*$ ; SJ & CMJoA –  $r=0,814^*$ ; CMJoA & CMJmA –  $r=0,928^{**}$

<sup>21</sup> Vb & Hb –  $r=0,825^{**}$

### Konfirmatorische Faktorenanalyse

Mit Hilfe der konfirmatorischen Faktorenanalyse sollten die Wechselwirkungen des gesamten Bedingungsgefüges der beiden unteren Ebenen als Modell überprüft werden. Abbildung 52 zeigt die Modellierung der Faktoren Schnellkraft obere Extremitäten, Sprungkraft und Konstitution (anthropometrische Parameter). Entgegen der Ergebnisse der Korrelationen, zeigt dieses Modell einen signifikanten Zusammenhang zwischen Konstitution und Schnellkraft und einen negativen Zusammenhang von Konstitution und Sprungkraft. Das bedeutet, dass niedrige anthropometrische Werte einen positiven Einfluss auf die Ausprägung der Sprungkraft haben und höhere anthropometrische Werte einen positiven Einfluss auf die Ausprägung der Schnellkraft der oberen Extremitäten bedeuten.

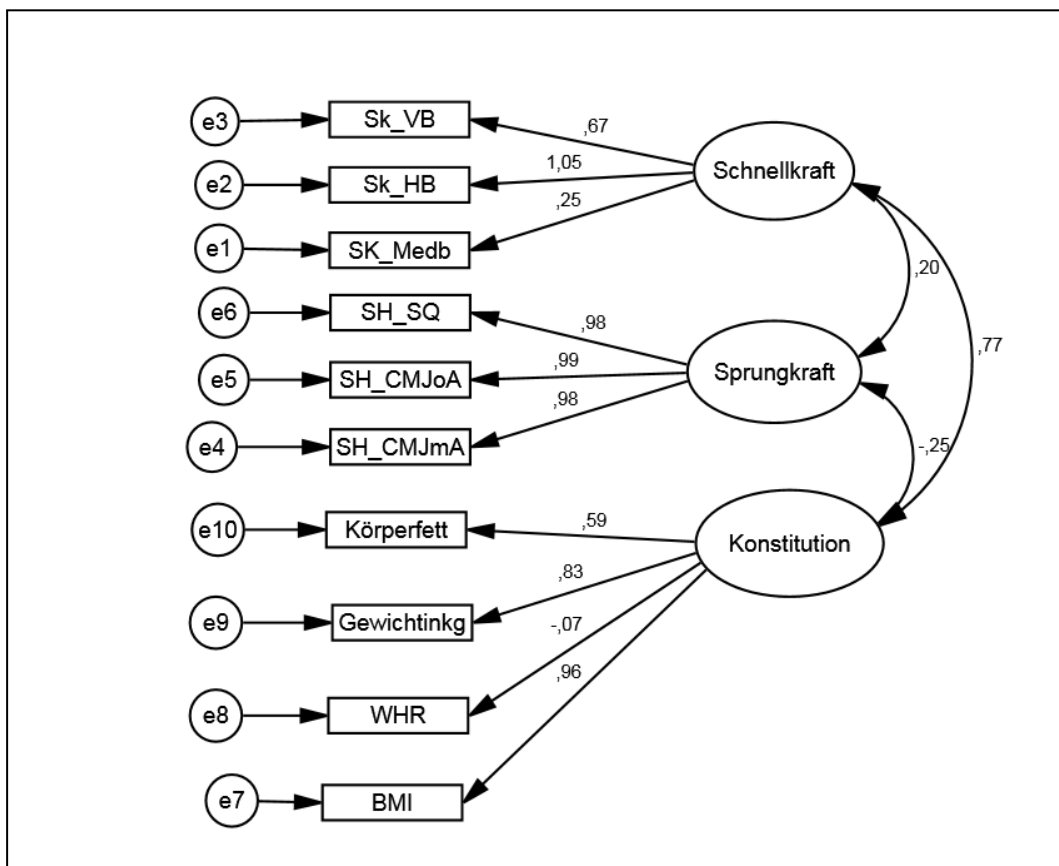


Abbildung 52: AMOS Modell der Faktoren Schnellkraft (obere Extremitäten), Sprungkraft und Konstitution

Aufgrund der kleinen Stichprobe konnte die Gültigkeit des Modells nicht bestätigt werden, da bei kleinen Stichproben häufig Schätzprobleme auftreten und nur bei Stichprobengrößen ab  $N=100$  gültige Ergebnisse berechnet werden können.



## 6.2.2 Zusammenhänge konditionelle Fähigkeiten und kinematische Parameter

Die Bestimmung der Zusammenhänge der konditionellen Parameter und der kinematischen Merkmale erfolgte über korrelationsstatistische Berechnungen.

Für die Variablen der Schnellkraft der oberen Extremitäten<sup>22</sup> konnten keine Zusammenhänge mit der Abfluggeschwindigkeit der Hand nachgewiesen werden, wie Abbildung 53 darstellt.

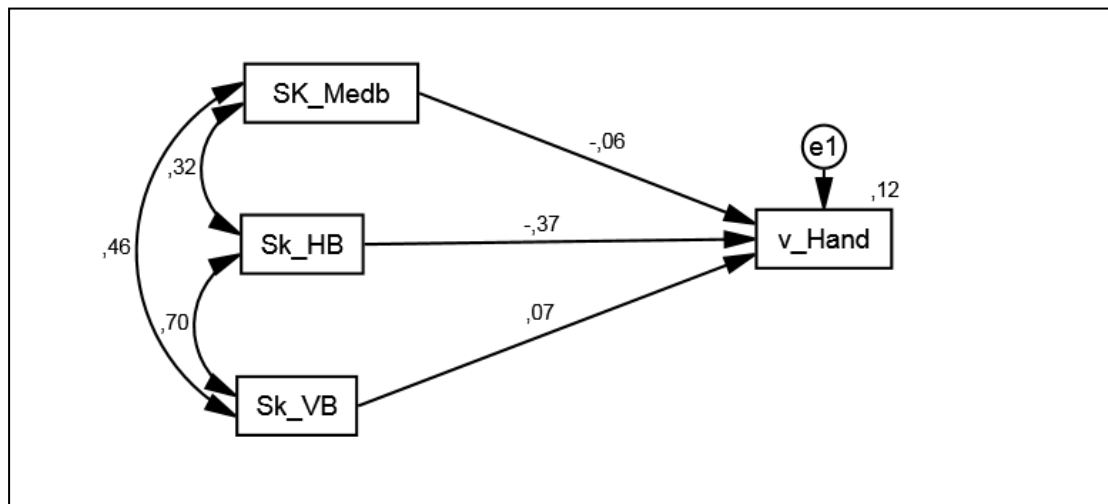


Abbildung 53: Korrelationen der Schnellkraftparameter der oberen Extremitäten und der Handgeschwindigkeit

Der Zusammenhang der Sprungkraftparameter und der Sprunghöhe im Fertigkeitstest konnte für die Variablen Counter Movement Jump mit und ohne Armeinsatz bestätigt werden. Für den Counter Movement Jump ohne Armeinsatz besteht eine signifikante Korrelation mit der Sprunghöhe für die gesamte Messung ( $r = 0,636$ ).

Tabelle 17: Korrelationen Sprunghöhe Fertigkeitstest und Counter Movement Jump

		Zone7	Zone9	oZ
sh	CMJmA	*		*
	CMJoA			*

Der Einfluss der Beweglichkeit der Schulter konnte nur für die Versuche ohne Zielvorgabe nachgewiesen werden:

Tabelle 18: Korrelation Arm-Rumpf-Winkel Fertigkeitstest und Beweglichkeit Schulter (80% Fassbreite)

		oZ
arw	Bewe80	*

<sup>22</sup> Korrelationstabellen siehe Anhang S. 141f.

Des Weiteren wurden die Wechselwirkungen der kinematischen Parameter untereinander auf horizontaler Ebene untersucht.

#### *Geschwindigkeiten:*

Die rückwärtige Regressionsanalyse gibt für die abhängige Variable Ballgeschwindigkeit unter Verwendung der unabhängigen Variablen  $v_{\text{Hand}}$ ,  $v_{\text{horizontal}}$  und  $v_{\text{vertikal}}$  für alle Zonen im Fertigkeitstest signifikante gültige Modelle aus. Das heißt es ist anzunehmen, dass die Geschwindigkeitsparameter von Subsystem 1 und Subsystem 2 einen signifikanten Einfluss auf die Geschwindigkeit von Subsystem 3 haben.

Die Berechnungen der Korrelationen haben lediglich einen hochsignifikanten Zusammenhang der Handgeschwindigkeit und der resultierenden Ballgeschwindigkeit nachgewiesen, wie Abbildung 54 zeigt.

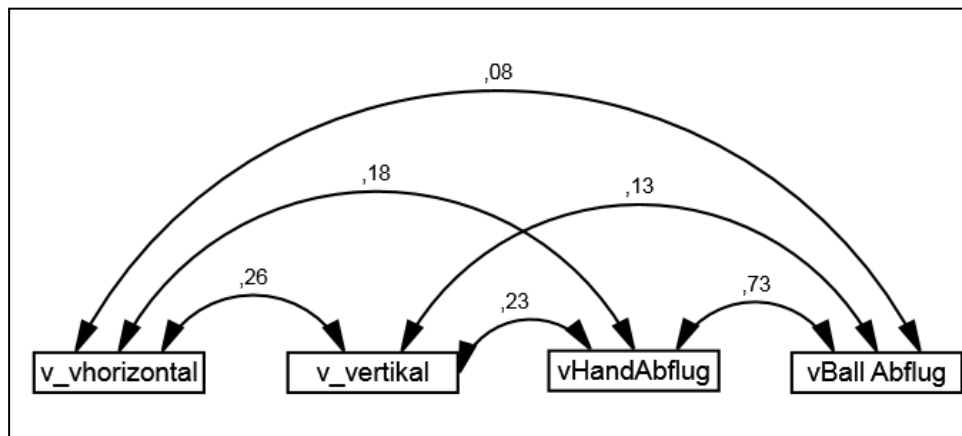


Abbildung 54: Korrelationen der Geschwindigkeitsparameter im Fertigkeitstest

Im Wettkampf konnten für die Geschwindigkeitsparameter mehrere signifikante Korrelationen nachgewiesen werden. Abbildung 55 stellt die Zusammenhänge für Spieler 8 dar.

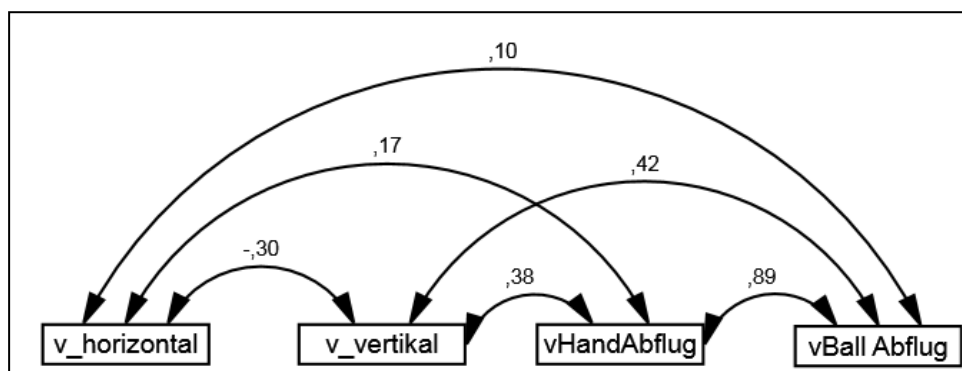


Abbildung 55: Korrelationen der Geschwindigkeitsparameter im Wettkampf für Spieler 8

Die Abbildung verdeutlicht, dass die hochsignifikante Korrelation zwischen der Geschwindigkeit von Subsystem 2 und Subsystem 3 im Wettkampf bestätigt wird. Die Werte der Spieler 14 und 9 verdeutlichen dieses Ergebnis<sup>23</sup>. Weiterhin kann ein signifikanter Zusammenhang zwischen der vertikalen Geschwindigkeit von Subsystem 1 mit den anderen Geschwindigkeitsparametern herausgestellt werden. Die Werte von Spieler 14 ergeben ebenso eine Korrelation der vertikalen Geschwindigkeit und der Geschwindigkeiten von Subsystem 2 und 3.

### *Sprunghöhen und Geschwindigkeiten*

#### *Fertigkeitstest (Training)*

Die Regressionsanalysen mit den Geschwindigkeitsparametern als abhängige Variable und den Parametern  $h_{\text{Ball}}$ ,  $sh_{\text{Schlag}}$  und  $sh_{\text{max}}$  als unabhängige Variablen ergeben Zusammenhänge der horizontalen Geschwindigkeit von Subsystem 1 und der resultierenden Geschwindigkeit von Subsystem 3 mit allen unabhängigen Variablen. Die Berechnungen der Korrelationen ergeben eine signifikante Korrelation der Abschlaghöhe des Balles mit der resultierenden Geschwindigkeit von Subsystem 3 und der vertikalen Geschwindigkeit von Subsystem 1, wie die folgende Tabelle zeigt:

Tabelle 19: Korrelationskoeffizienten im Fertigkeitstest (Training)

Pearson		hBallAbschlag in m
vBall Abflug in m/s	Korrelation nach Pearson	,241
	Signifikanz (2-seitig)	,020
	N	93
v_vhorizontal	Korrelation nach Pearson	,183
	Signifikanz (2-seitig)	,081
	N	92
v_vertikal	Korrelation nach Pearson	,433
	Signifikanz (2-seitig)	,000
	N	92

Die Berechnung der Korrelationen mit Spearman hat für die Sprunghöhe und maximale Sprunghöhe signifikante Korrelationen mit der vertikalen und horizontalen Geschwindigkeit von Subsystem 1 ergeben. Der hochsignifikante Zusammenhang der vertikalen Geschwindigkeit und der Sprunghöhen muss jedoch unter Berücksichtigung der direkten Abhängigkeit interpretiert werden.

<sup>23</sup> Korrelationstabellen siehe Anhang S. 147f.

### Wettkampf

Die Korrelationstabellen der drei Spieler verdeutlichen die signifikanten Zusammenhänge der Geschwindigkeitsparameter mit den Sprunghöhen und der Abschlaghöhe des Balles im Wettkampf. Die Rolle der Sprunghöhe als signifikanter Einflussfaktor auf die Geschwindigkeiten aller drei Subsysteme bestätigen die Ergebnisse des Fertigkeitstests und identifizieren darüber hinaus den Zusammenhang der Handgeschwindigkeit und der resultierenden Ballgeschwindigkeit mit der Sprunghöhe.

Tabelle 20: Korrelationskoeffizienten im Wettkampf Spieler 8; 14; 9

Spieler 8		vHandAbflug	vBall Abflug	v_vertikal	v_horizontal
shmax in m	Korrelation nach Pearson	<b>,530**</b>	<b>,572**</b>	<b>,640**</b>	-,076
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,559
	N	62	62	62	62
shSchlag in m	Korrelation nach Pearson	<b>,559**</b>	<b>,600**</b>	<b>,726**</b>	-,113
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,371
	N	65	65	65	65
hBallAbschlag in m	Korrelation nach Pearson	,213	,228	<b>,522*</b>	,077
	Signifikanz (2-seitig)	,091	,070	,000	,544
	N	64	64	64	64
Spieler 14		vHandAbflug	vBall Abflug	v_vertikal	v_horizontal
shmax in m	Korrelation nach Pearson	<b>,463**</b>	<b>,499**</b>	<b>,658**</b>	-,204
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,128
	N	59	59	57	57
shSchlag in m	Korrelation nach Pearson	<b>,454**</b>	<b>,495**</b>	<b>,667**</b>	-,216
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,107
	N	59	59	57	57
hBallAbschlag in m	Korrelation nach Pearson	<b>,495**</b>	<b>,437**</b>	<b>,568**</b>	-,072
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,595
	N	60	60	57	57
Spieler 9		vHandAbflug	vBall Abflug	V_vertikal	v_horizontal
shmax in m	Korrelation nach Pearson	<b>,548**</b>	<b>,534**</b>	,532	,034
	Signifikanz (2-seitig)	,042	,049	,050	,907
	N	14	14	14	14
shSchlag in m	Korrelation nach Pearson	,596*	<b>,561**</b>	,482	,057
	Signifikanz (2-seitig)	,024	,037	,081	,847
	N	14	14	14	14
hBallAbschlag in m	Korrelation nach Pearson	,556*	,164	,089	,527
	Signifikanz (2-seitig)	,039	,575	,762	,053
	N	14	14	14	14

## Parameter Sprung

### Training

Die Längen- und Höhenparameter die den Sprung beim Sprungaufschlag determinieren, weisen enge Zusammenhänge untereinander auf. Für den Fertigkeitstest konnten für alle Parameter signifikante bis hoch signifikante Korrelationen nachgewiesen werden, mit Ausnahme der zurückgelegten Distanz und der Abschlaghöhe des Balles, wie Abbildung 56 visualisiert:

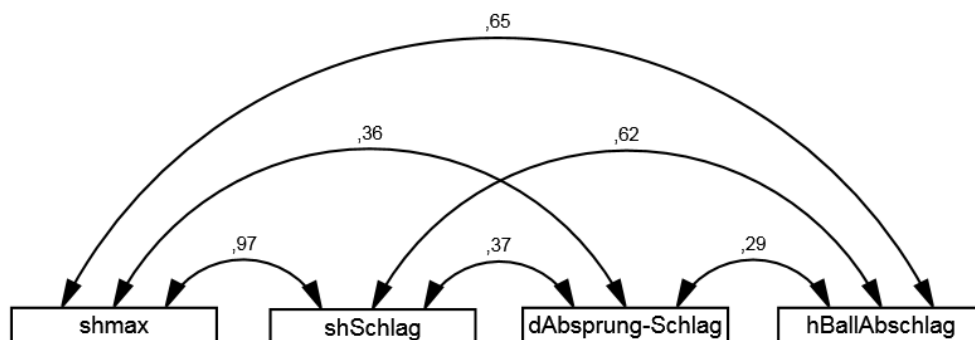


Abbildung 56: Korrelationen der Höhen- und Längenmaße beim Sprung im Fertigkeitstest

### Wettkampf

Diese Zusammenhänge können für den Wettkampf nicht bestätigt werden. Abbildung 57 zeigt, dass Spieler 8 beim Sprungaufschlag im Wettkampf lediglich Korrelationen zwischen den Parametern Abschlaghöhe und den Sprunghöhen aufweist. Die zurückgelegte Distanz beim Sprung hat keinen signifikanten Einfluss.

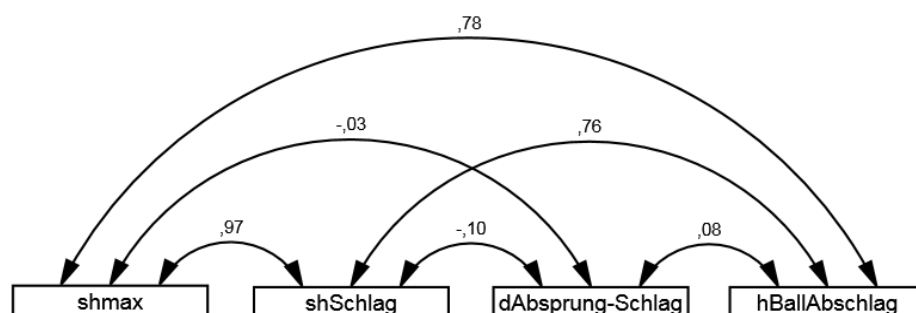


Abbildung 57: Korrelationen der Höhen- und Längenmaße beim Sprung im Wettkampf für Spieler 8

### 6.2.3 Zusammenhänge Geschwindigkeitsparameter und Effektivität

Die Effektivitätswerte konnten nur für den Wettkampf erfasst werden, da der Fertigkeitstest ohne gegnerische Annahme konzipiert war. Zunächst ergab die lineare rückwärtige Regressionsanalyse keine Zusammenhänge für die abhängige Variable Effektivität und den unabhängigen kinematischen Parametern für Spieler 8 und 14. Die Berechnung der Daten von Spieler 9 identifizierten die Sprunghöhen als mögliche Einflussgrößen. Da die Effektivität ordinal skaliert ist, wurden die Berechnungen der Zusammenhänge mit Hilfe der Spearman-Korrelation durchgeführt. Für den Spieler 8 konnten signifikante Korrelationen für die Geschwindigkeit der Hand und des Balles herausgestellt werden. Diese Werte konnten für die anderen Spieler nicht bestätigt werden. Spieler 14 weist negative Korrelationskoeffizienten für alle erhobenen kinematischen Parameter und die Effektivität auf.

Tabelle 21: Korrelationskoeffizienten der Effektivität und den kinematischen Parameter im Wettkampf für Spieler 8; 14; 9

		shmax in m	shSchlag in m	hBall Ab- schlag in m	dAb- sprung- Schlag in m	arwAb- schlag in °	vHand- Abflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vertik al	v_horiz ontal	
Spearman-Rho	8	Korrelationskoeffizient	-,215	-,183	-,033	-,178	-,049	,284	,254	,095	,117
		Sig. (2-seitig)	,104	,158	,800	,170	,708	,026	,048	,468	,370
		N	58	61	60	61	61	61	61	61	61
	14	Korrelationskoeffizient	-,162	-,154	-,184	-,025	-,033	-,059	-,031	-,162	-,154
		Sig. (2-seitig)	,224	,248	,163	,854	,801	,666	,821	,224	,248
		N	58	58	59	59	59	56	56	58	58
	9	Korrelationskoeffizient	,480	,491	,401	,398	,078	,231	,162	,480	,491
		Sig. (2-seitig)	,097	,089	,174	,178	,800	,448	,598	,097	,089
		N	13	13	13	13	13	13	13	13	13

Der Zusammenhang zwischen den Effektivitätswerten und den Zielzonen wurde ebenso nach Spearman berechnet. Für die Spieler 8 und 14 konnten hochsignifikante negative Korrelationen nachgewiesen werden, wie Tabelle 20 zeigt:

Tabelle 22: Korrelationskoeffizienten Effektivität und Zielzone für ausgewählte Spieler

		Spieler	Zielzone	
Spearman-Rho	EFF	8	Korrelationskoeffizient	-0,726**
			Sig. (2-seitig)	0,0
			N	61
		14	Korrelationskoeffizient	-0,726**
			Sig. (2-seitig)	,00
			N	59
		9	Korrelationskoeffizient	-,500
			Sig. (2-seitig)	,082
			N	13

### 6.2.4 Zusammenhänge Geschwindigkeitsparameter und Zielgenauigkeit

Die Überprüfung des Zusammenhangs der Zielgenauigkeit und Geschwindigkeitsparameter konnte nur im Training erfasst werden, da die Wettkampfsituation eine Vorhersage und Dokumentation der ausgewählten Zielzonen nicht ermöglicht. Die Variable Zielgenauigkeit ist dichotom skaliert und wird durch die Faktoren kein Treffer und Treffer repräsentiert. Zunächst wurde mittels des Allgemeinen linearen Modells getestet, ob ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschwindigkeitsparametern bezüglich der Zielgenauigkeit besteht. Die Mittelwerte der Handgeschwindigkeit und Ballgeschwindigkeit sind für die Treffer niedriger als für nicht korrekt platzierte Bälle. Die Ballgeschwindigkeit unterscheidet sich nicht signifikant für die Faktoren Treffer und kein Treffer während die Handgeschwindigkeiten signifikante Unterschiede bezüglich der Zielgenauigkeit aufweisen ( $p=0,038$ ). Die Berechnung der Korrelationen ergab signifikante Zusammenhänge für die Zielgenauigkeit und Handgeschwindigkeit für die Zielzone 9. Für die weiteren Geschwindigkeitsparameter konnten keine Korrelationen abgebildet werden.

Tabelle 23: Korrelationskoeffizienten der Zielgenauigkeit und kinematischen Parametern

			shmax in m	shSchlag in m	hBallAb- schlag in m	arwAb- schlag in °	vHand Abflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vhori- zontal	v_ve- rtikal
Ziel- ge- nauig- keit	Zone 7	Korrelation nach Pearson	-,116	-,141	,127	-,127	,062	-,126	-,134	-,116
		Signifikanz (2- seitig)	,540	,457	,496	,535	,739	,507	,480	,540
		N	30	30	31	26	31	30	30	30
	Zone 9	Korrelation nach Pearson	-,287	-,231	-,226	-,064	<b>-,433</b>	-,066	,160	-,029
		Signifikanz (2- seitig)	,117	,211	,222	,757	,015	,725	,390	,876
		N	31	31	31	26	31	31	31	31

Das negative Niveau des Korrelationskoeffizienten impliziert, dass eine niedrige Handgeschwindigkeit eine höhere Zielgenauigkeit bedingt.

## 7 Interpretation der Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Fragestellungen anhand der formulierten Hypothesen auf Grundlage der Ergebnisse überprüft. Folgend werden statistisch-leistungsrelevante Merkmale herausgestellt und in Beziehung zu bestehenden Forschungsergebnisse gesetzt. Anhand der Erkenntnisse der Untersuchung sowie bestehender Wissensbestände werden die leistungsrelevanten Merkmale dann in das Bedingungsgefüge des Leistungsmodells eingeordnet und in Beziehung zueinander gesetzt.

### 7.1 Überprüfung der Hypothesen und Fragestellungen

#### 7.1.1 Fragestellung 1

*H<sub>1</sub> (1.1) Es kann ein Zusammenhang zwischen anthropometrischen und konditionellen Parametern identifiziert werden.*

Die Untersuchung konnte bestätigen, dass Zusammenhänge zwischen dem Merkmal Körperfett und der Sprungkraft bestehen.<sup>24</sup> Des Weiteren konnten Korrelationen zwischen dem Gewicht, dem BMI und der Schnellkraft der oberen Extremitäten nachgewiesen werden<sup>25</sup>. Die konfirmatorische Faktorenanalyse bestätigt die Zusammenhänge der Schnellkraft und den anthropometrischen Parametern. Demnach ist die Alternativhypothese gültig.

*H<sub>2</sub> (1.1) Das Ausprägungsniveau der anthropometrischen und konditionellen Parameter bleibt über die Saison stabil.*

Die anthropometrischen und konditionellen Merkmale weisen bis auf den Parameter Körperfett keine signifikanten Veränderungen<sup>26</sup> über die Saison hinweg auf.

*H<sub>3</sub> (1.2) Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Schnellkraft der oberen Extremitäten und der Geschwindigkeit der Hand bei der Schlagbewegung.*

Es konnten keine korrelativen Zusammenhänge zwischen den Merkmalen der Schnellkraft der oberen Extremitäten und den Geschwindigkeiten der Hand im Fertigkeitstest nachgewiesen werden<sup>27</sup>. Die Nullhypothese kann somit nicht verworfen werden.

<sup>24</sup> vgl. Korrelationstabellen S.135 f.

<sup>25</sup> vgl. Korrelationstabellen S.135 f.

<sup>26</sup> vgl. ALM S.134

<sup>27</sup> vgl. Abbildung 52, S.100



*H<sub>4</sub> (1.3) Je höher das Niveau der Sprungkraft, desto höher ist die maximale Sprunghöhe von Subsystem I beim Sprungaufschlag.*

Die Ergebnisse zeigen auf, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Werten des Counter Movement Jump mit und ohne Armeinsatz mit der Sprunghöhe im Fertigkeitstest besteht<sup>28</sup>. Für den Squatjump konnte diese Tendenz nicht nachgewiesen werden. Somit hat die Alternativhypothese nur für einen Teilbereich Bestand.

*H<sub>5</sub> (1.3) Je höher das Niveau der Sprungkraft, desto höher ist die Geschwindigkeit von Subsystem I beim Sprungaufschlag.*

Es konnten keine Korrelationen zwischen Sprungkraft und vertikaler sowie horizontaler Geschwindigkeit herausgestellt werden<sup>29</sup>. Die Nullhypothese kann folglich nicht widerlegt werden.

*H<sub>6</sub> (1.4) Es kann ein Zusammenhang zwischen der Sprunghöhe und der Geschwindigkeit von Subsystem I identifiziert werden.*

Die Ergebnisse der Untersuchung belegen sowohl für den Fertigkeitstest als auch für den Wettkampf einen hohen signifikanten Zusammenhang zwischen der vertikalen Geschwindigkeit und der Sprunghöhe sowie Abschlaghöhe des Balles<sup>30</sup>. Für die horizontale Geschwindigkeit von Subsystem 1 konnten nur für das Training signifikante Korrelationen nachgewiesen werden<sup>31</sup>. Die Alternativhypothese hat somit Gültigkeit.

*H<sub>7</sub> (1.4) Es kann ein Zusammenhang zwischen der Sprunghöhe und der Geschwindigkeit von Subsystem II identifiziert werden*

Für den Fertigkeitstest im Training zeigen die Ergebnisse keine signifikanten Zusammenhänge der Sprunghöhen und der Geschwindigkeit der Hand auf.<sup>32</sup> Für den Sprungaufschlag im Wettkampf konnten für drei Spieler signifikante Korrelationen der Sprunghöhen mit der Handgeschwindigkeit identifiziert werden.<sup>33</sup> Die Alternativhypothese hat somit nur für den Sprungaufschlag im Wettkampf Gültigkeit.

<sup>28</sup> Zwischen der sh und CMJmA besteht eine Korrelation für die Zone 7 ( $r = 0,62^*$ ) und ohne Zielvorgabe ( $r = 0,655^*$ ) und für den CMJoA besteht eine Korrelation ( $r = 0,636^*$ ) mit der sh für die gesamte Messung, die auf dem Niveau  $\alpha = 0,05$  signifikant ist

<sup>29</sup> Zwischen der Sk und  $v_{\text{horizontal}}$  und  $v_{\text{vertikal}}$  besteht sehr geringe Korrelationen ( $r = -0,023$  &  $r = 0,519$ )

<sup>30</sup> vgl. Anhang S. 142f.

<sup>31</sup> vgl. Tabelle 19 S.103

<sup>32</sup> vgl. Anhang S. 142f.

<sup>33</sup> vgl. Tabelle 19 S.103

*H<sub>8</sub> (1.4) Es kann ein Zusammenhang zwischen der Sprunghöhe und der Geschwindigkeit von Subsystem III identifiziert werden*

Für den Fertigkeitstest im Training können keine signifikanten Korrelationen der Sprunghöhen und der Geschwindigkeit des Balles nachgewiesen werden.<sup>34</sup> Die Ergebnisse im Wettkampf konnten für drei Spieler signifikante Zusammenhänge der Sprunghöhen mit der Ballgeschwindigkeit aufzeigen.<sup>35</sup> Die Alternativhypothese hat somit nur für den Sprungaufschlag im Wettkampf Gültigkeit.

*H<sub>9</sub> (1.5) Je höher die Beweglichkeit der oberen Extremitäten, desto größer ist der Arm-Rumpf-Winkel beim Sprungaufschlag*

Der Einfluss der Beweglichkeitsmerkmale auf den Arm-Rumpf-Winkel konnte nur für den Parameter Bewe80 in einer Zone nachgewiesen werden.<sup>36</sup> Damit kann die Nullhypothese nicht widerlegt werden.

*H<sub>10</sub> (1.5) Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Arm-Rumpf-Winkel und der Geschwindigkeit von Subsystem II.*

Es wurden keine Korrelationen des Arm-Rumpf-Winkels mit der Geschwindigkeit der Hand determiniert.<sup>37</sup> Die Nullhypothese kann anhand der erhobenen Daten nicht verworfen werden.

*H<sub>11</sub> (1.6) Je höher die Geschwindigkeit von Subsystem I, desto höher ist die Geschwindigkeit von Subsystem II bei der Schlagbewegung.*

Die Ergebnisse des Fertigkeitstests im Training zeigen keine signifikanten Korrelationen für die Geschwindigkeit von Subsystem I und Subsystem II.<sup>38</sup> Im Wettkampf können für zwei Spieler signifikante Zusammenhänge zwischen der vertikalen Geschwindigkeit von Subsystem 1 und der Geschwindigkeit der Hand (Subsystem II) bestimmt werden.<sup>39</sup> Die Alternativhypothese hat folglich nur im Wettkampf Bestand.

<sup>34</sup> vgl. Anhang S. 142f.

<sup>35</sup> vgl. Tabelle 19 S.103

<sup>36</sup> vgl. Anhang S.141f.

<sup>37</sup> vgl. Anhang S.141f.

<sup>38</sup> vgl. Abb. 54, S.102

<sup>39</sup> vgl. Abb. 55, S.102

*H<sub>12</sub> (1.6) Je höher die Geschwindigkeit von Subsystem I, desto höher ist die resultierende Geschwindigkeit von Subsystem III.*

Die erhobenen Daten im Training zeigen keine Zusammenhänge der Geschwindigkeiten von Subsystem I und Subsystem III (Ball).<sup>40</sup> Die Daten des Sprungaufschlages im Wettkampf zeigen jedoch signifikante Korrelationen für die vertikale Geschwindigkeit von Subsystem I und der Ballgeschwindigkeit für zwei der Spieler.<sup>41</sup> Die Alternativhypothese wird nur für den Sprungaufschlag im Wettkampf bestätigt.

*H<sub>13</sub> (1.6) Je höher die Geschwindigkeit von Subsystem II bei der Schlagbewegung desto höher ist die resultierende Geschwindigkeit von Subsystem III.*

Ein eindeutiger hochsignifikanter Zusammenhang der Geschwindigkeit von Subsystem II und Subsystem III kann sowohl für den Fertigkeitstest im Training als auch für den Sprungaufschlag im Spiel für 4 Spieler nachgewiesen werden<sup>42</sup>. Die Alternativhypothese besitzt somit eindeutig Gültigkeit.

Abbildung 58 visualisiert die Ergebnisse und fasst diese zusammen:

---

<sup>40</sup> vgl. Abb. 54, S.102

<sup>41</sup> vgl. Abb. 55, S.102

<sup>42</sup> vgl. Abb. 54 & 55, S.102

## v<sub>Ball</sub> - Geschwindigkeit Subsystem III

		Zone7	Zone9	oZ
v <sub>horizontal</sub>	v <sub>vertikal</sub>	**	**	**
sh		**	**	**
sh <sub>max</sub>		*	*	**
h <sub>Ball</sub>	v <sub>Hand</sub>	*		

		Zone7	Zone9	oZ
v <sub>Hand</sub>	v <sub>Ball</sub>	**	**	**

**v<sub>vertikal</sub> & v<sub>horizontal</sub> - Geschwindigkeit Subsystem I**  
**sh – Sprunghöhe, sh<sub>max</sub>. maximale Sprunghöhe,**  
**h<sub>Ball</sub> - Abschlaghöhe Ball**

**v<sub>Hand</sub> - Geschwindigkeit Subsystem II**  
**arw – Winkel**

		Zone7	Zone9	oZ
sh	CMJmA	*		*
	CMJoA			*

Keine signifikanten Korrelationen

		oZ
arw	Bewe80	*

**Sprungkraft - SK**  
**(SJ; CMJoA; CMJmA; DJ)**

**Schnellkraft obere Extremitäten – SKoE**

**arw - Beweglichkeit**

		M1	M2	M3
KF	SK	*	**	**
	SJ	*	*	**
	CMJoA	*	*	**
	CMJmA	**	**	**
	DJ	*		

		M2	M3
KG	SKoE		*
	Vb		*
	Hb	**	

		M2	M3
BMI	SKoE		*
	Vb		*
	Hb	*	

Anthropometrische Daten  
 (Körperfett- KF, Gewicht- KG; Waist-Hip Ratio- WHR; Body-Mass-Index- BMI)

Abbildung 58: Zusammenfassung der Korrelationen für die Leistungsdiagnostik Fragestellung 1

## 7.1.2 Fragestellung 2

### *Fragestellung II*

*H<sub>14</sub> (2.1) Je höher die Geschwindigkeit von Subsystem I, desto höher ist die Effektivität des Sprungaufschlages.*

Die Ergebnisse zeigen, dass es keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Effektivitätswerten und der Geschwindigkeit von Subsystem 1 gibt.<sup>43</sup> Die Nullhypothese kann somit nicht verworfen werden.

*H<sub>15</sub> (2.1) Je höher die Geschwindigkeit von Subsystem II, desto höher ist die Effektivität des Sprungaufschlages.*

Die erhobenen Daten ergeben nur für einen Sportler signifikante Korrelationen zwischen der Geschwindigkeit von Subsystem II und der Effektivität. Während sich der Korrelationskoeffizient für den Spieler 8 bei  $r = 0,284^*$  befindet, bestätigen die anderen Messwerte dieses Ergebnis nicht.<sup>44</sup> Die Alternativhypothese hat folglich nur teilweise Bestand.

*H<sub>16</sub> (2.1) Je höher die Geschwindigkeit von Subsystem III desto höher ist die Effektivität des Sprungaufschlages.*

Die Ergebnisse weisen nur für einen Sportler signifikante Zusammenhänge zwischen der Geschwindigkeit von Subsystem III und der Effektivität auf. Während der Korrelationskoeffizienten für den Spieler 8 bei  $r = 0,254^*$  liegt, bestätigen die anderen Datensätze dieses Ergebnis nicht.<sup>45</sup> Die Gültigkeit der Alternativhypothese kann nur teilweise bestätigt werden.

*H<sub>15</sub> (2.1) Je höher die Sprunghöhe beim Abschlag, desto höher ist die Effektivität des Sprungaufschlages.*

Die Ergebnisse zeigen, dass es keine signifikanten Korrelationen zwischen den Effektivitätswerten und der Sprunghöhe gibt.<sup>46</sup> Die Nullhypothese kann somit nicht verworfen werden.

<sup>43</sup> vgl. Korrelationstabellen S. 148f.

<sup>44</sup> vgl. Korrelationstabellen S. 148f.

<sup>45</sup> vgl. Korrelationstabellen S. 148f.

<sup>46</sup> vgl. Korrelationstabellen S. 148f.

*H<sub>16</sub> (2.2) Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Zielzonen und der Effektivität im Wettkampf.*

Die Forschungsergebnisse belegen für zwei Sportler hochsignifikante Korrelationen zwischen der Effektivität und den Zielzonen im Wettkampf ( $r = 0,726^{**}$ ;  $r = 0,724^{**}$ ). Die Datenmenge der anderen Sportler war zu gering, um valide Aussagen zu treffen ( $N=13$ ;  $N=6$ ). Die Alternativhypothese hat somit Gültigkeit.

*H<sub>17</sub> (2.3) Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Wettkampffähigkeit und der Effektivität im Wettkampf.*

Die statistische Auswertung der erhobenen Datensätze ermöglichen keine gültigen Aussagen zum Beziehungsgefüge der Wettkampffähigkeit und der Effektivität.

### **7.1.3 Fragestellung 3**

*Fragestellung III*

*H<sub>18</sub> (3) Je höher die Geschwindigkeit der Subsysteme beim Sprungaufschlag, desto niedriger ist die Zielgenauigkeit.*

Die Untersuchung konnte herausstellen, dass für die Zielzone 7 eine niedrigere Handgeschwindigkeit (Subsystem II) in einer erhöhten Zielgenauigkeit resultiert ( $r = -0,433^*$ ). Die Handgeschwindigkeit für die Zielzone 9 ist signifikant höher als für Zielzone 7. Weiterhin ist die Handgeschwindigkeit bei den fehlerhaften Aufschlägen signifikant höher als bei den Treffern<sup>47</sup>. Die Alternativhypothese hat folglich teilweise Gültigkeit.

## **7.2 Beziehungsgefüge leistungsrelevanter Merkmale**

*Vertikale Ordnung*<sup>48</sup>

Für die untere Ebene der anthropometrischen Merkmale lässt sich ein Zusammenhang mit der übergeordneten Ebene nachweisen. Das Merkmal Körperfett hat einen signifikanten Einfluss auf die Sprungkraft. Für die Sprungkraft konnten wiederum signifikante Korrelationen mit den Sprunghöhen im Training identifiziert werden. Für die oberen Extremitäten wurde der Nachweis gebracht, dass der BMI und das Körpergewicht diese

<sup>47</sup> vgl. Anhang S.138ff.

<sup>48</sup> vgl. Hohmann & Brack, 1983, S.8ff.

beeinflussen. Die konditionellen Voraussetzungen weisen Zusammenhänge mit den kinematischen Parametern des Sprungaufschlages auf, diese konnten jedoch nur für die Sprungkraft und Sprunghöhe sowie Abschlaghöhe im Wettkampf belegt werden. Die Kinematik des Balles basiert auf der Kinematik des Spielers. Zwischen diesen Ebenen konnten Korrelationen der Sprunghöhen und Handgeschwindigkeit und der vertikalen Geschwindigkeit mit der resultierenden Geschwindigkeit des Balles aufgezeigt werden. Einzig der Zusammenhang der Geschwindigkeit von Subsystem II und der Geschwindigkeit von Subsystem III konnten in Training und Wettkampf nachgewiesen werden. Weiterhin besteht ein Zusammenhang der Zielzone und der Geschwindigkeit der Hand. Die Effektivität im Wettkampf zeigt korrelationsstatistische Zusammenhänge mit der Geschwindigkeit von Subsystem II und III für einen Spieler, für den die meisten Datensätze vorhanden sind. Außerdem hängen die Zielzone und die Effektivität maßgeblich zusammen.

#### *Horizontale Ordnung*<sup>49</sup>

Innerhalb der Ebene der konditionellen Voraussetzungen bestehen signifikante Zusammenhänge zwischen der Schnellkraft der oberen Extremitäten und der Sprungkraft. Die übergeordnete Ebene der Kinematik des Spielers weist Wechselwirkungen der Geschwindigkeiten von Subsystem I und II sowie der vertikalen Geschwindigkeit von Subsystem I mit den Sprunghöhen in Training und Wettkampf auf.

Die Ergebnisse stellen die Rolle der Sprungkraft und der daraus resultierenden Sprunghöhen in Wettkampf und Training heraus und belegen den Einfluss der Sprunghöhe auf die Geschwindigkeiten von Subsystem II und III. Eine weitere zentrale Schlussfolgerung sind die starken Wechselwirkungen der Geschwindigkeiten der drei Subsysteme untereinander. Eine wichtige Erkenntnis ist außerdem der signifikante Unterschied der kinematischen Parameter beim Sprungaufschlag in Training und Wettkampf.

---

<sup>49</sup> vgl. Hohmann & Brack, 1983, S.8ff.

### 7.3 Das Leistungsstrukturmodell für den Sprungaufschlag

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie und die bestehenden fachwissenschaftlichen Erkenntnisse ergeben ein Beziehungsgefüge, das in einem Leistungsstrukturmodell abgebildet werden kann.

Abbildung 59 zeigt das erstellte Leistungsstrukturmodell für den Sprungaufschlag im Volleyball. Die untersuchten Parameter befinden sich in gestrichelten Kästen, während die logisch-leistungsrelevanten Faktoren aus der Fachwissenschaft in schwarzen Kästen positioniert sind. Die verschiedenen Pfeile demonstrieren die nachgewiesenen Wechselwirkungen und Korrelationen zwischen den Merkmalen der einzelnen Ebenen. Da die Untersuchung sowohl unter Wettkampf- als auch unter Trainingsbedingungen durchgeführt wurde, müssen die Ergebnisse differenziert betrachtet werden. Die dicken schwarzen Pfeile visualisieren einen Zusammenhang zweier Parameter, der für das Training und den Wettkampf nachgewiesen werden konnte.

Die Korrelationskoeffizienten zeigen die Bedeutsamkeit der Leistungsfaktoren an. Dabei impliziert eine hohe Korrelation eine hohe Bedeutsamkeit des Parameters. Die hochsignifikanten Korrelationen sind mit dunkelgrün hinterlegt und die signifikanten Zusammenhänge mit hellgrün. Die Korrelationen sind auf dem Niveau  $\alpha < 0,05$  signifikant.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass die Effektivität des Sprungaufschlages im Wettkampf durch den Faktor Zielzone und die Geschwindigkeiten der Hand und des Balles determiniert werden. Für den Faktor Zielzone konnte dabei eine hochsignifikante Wirkung nachgewiesen werden.

Die Handgeschwindigkeit hat den größten Einfluss auf die Geschwindigkeit des Balles beim Sprungaufschlag. Die Geschwindigkeiten von Subsystem I und die Sprunghöhe fallen ebenso hochsignifikant ins Gewicht.

Die Geschwindigkeit der Hand steht im engen Zusammenhang mit der Zielzone beim Sprungaufschlag. Die Sprunghöhen sowie die vertikale Geschwindigkeit wirken auf die Geschwindigkeit von Subsystem II. Eine höhere Sprunghöhe resultiert in einer höheren vertikalen Geschwindigkeit, die wiederum ein erhöhtes Niveau der Handgeschwindigkeit bewirkt.



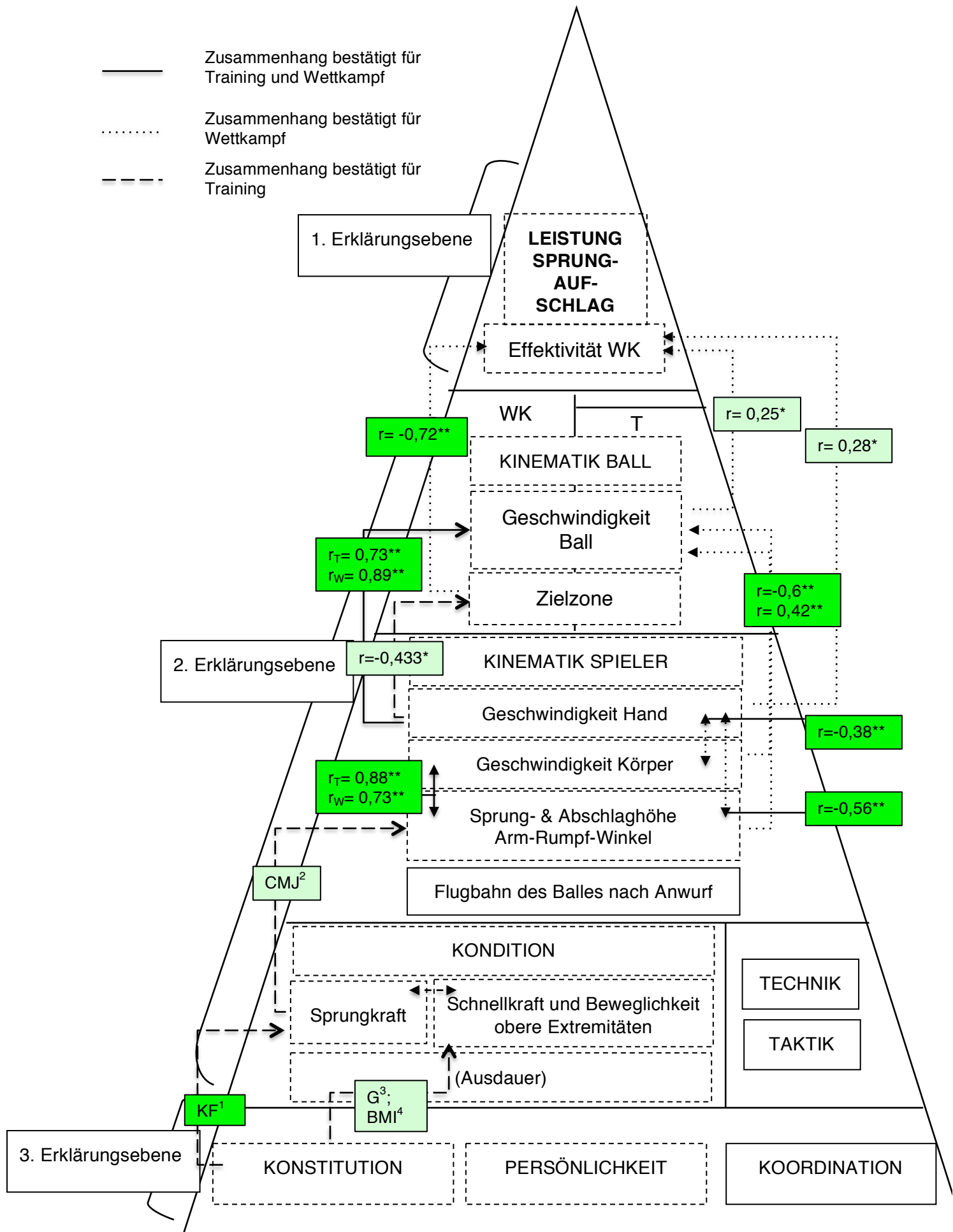


Abbildung 59: Leistungsstrukturmodell für den Sprungaufschlag im Volleyball

<sup>1</sup> KF & SK:  $r_{M1} = -0,695^*$   $r_{M2} = -0,738^{**}$   $r_{M3} = -0,83^{**}$

<sup>2</sup> CMJ & sh:  $r = 0,636^*$

<sup>3</sup> G & SKoE:  $r_{M1} = 0,58^*$   $r_{M2} = 0,697^*$

<sup>4</sup> BMI & SKoE:  $r_{M2} = 0,742^*$

Die Sprunghöhen bei der Ausführung des Sprungaufschlages werden maßgeblich durch das Sprungkraftniveau des Sportlers beeinflusst ( $r=0,636^*$ ). Die Untersuchung konnte weiterhin zeigen, dass ein niedriger Körperfettanteil eine positive Wirkung auf die Ausprägung der Sprungkraft hat. Das Gewicht und der BMI konnten als Prädiktoren für die Schnellkraft der oberen Extremitäten identifiziert werden. Für die Sprungkraft und Schnellkraft konnten Korrelationen nachgewiesen werden.

Insgesamt entsteht ein komplexes Leistungsgefüge, das auf horizontaler und vertikaler Ebene die Zusammenhänge der Leistungsfaktoren abbildet. Dabei wird deutlich, dass die Merkmale der unteren Ebenen über die oberen Ebenen wirksam werden. Auf der untersten Ebene sind die anthropometrischen bzw. konstitutionellen Merkmale positioniert, auf denen die konditionellen Voraussetzungen aufbauen.

Der Zusammenhang der konditionellen Leistungsvoraussetzungen mit den kinematischen Parametern für die Bewegung Sprungaufschlag konnte nur für die Sprungkraft und die Sprunghöhen nachgewiesen werden. Wie in der Literatur belegt (Hohman & Brack, 1983, Letzelter & Letzelter, 1982), bilden die technischen und taktischen Voraussetzungen gemeinsam mit den konditionellen Faktoren die Basis für die Anwendung der Bewegung im Wettkampf.

Die Kinematik des Balles ist aufgrund der Kraftübertragung von Sportler auf das Spielgerät maßgeblich von der Kinematik des Spielers abhängig. Innerhalb des Systems Sportler wirken die Geschwindigkeiten und Sprunghöhen signifikant aufeinander. Die resultierende Geschwindigkeit des Balles, die sich sachlogisch aus der Geschwindigkeit der Hand ergibt, sowie die Zielzone des Sprungaufschlages sind im Wettkampf leistungsdeterminierend.

## 8 Zusammenfassung und Diskussion

Zielstellung der Arbeit ist es ein Leistungsstrukturmodell für den Sprungaufschlag zu entwickeln, das die Wirksamkeit der einzelnen Leistungsfaktoren sowie die Wechselwirkungen der Leistungsvoraussetzungen aufzeigt. Es sollen Aussagen für den Wettkampf und das Training im Längs- und Querschnitt generiert werden. Im Mittelpunkt der Untersuchung stehen Geschwindigkeitsparameter sowie konditionelle und anthropometrische Merkmale.

Auf Grundlage der Fachliteratur werden zunächst bestehende Leistungsstrukturmodelle aus dem Sportspiel und für die Sportart Volleyball betrachtet und kritisch hinterfragt. Da für das Sportspiel Volleyball keine aktuellen Leistungsstrukturmodelle bestehen, die empirisch belegt sind, werden Forderungen für ein Leistungsstrukturmodell aus der Trainingswissenschaft und Sportspielforschung abgeleitet. Ausgehend davon kann das empirisch-analytische Forschungskonzept von Letzelter und Letzelter (1982) als richtungsweisend für die Erstellung einer Leistungsstruktur für den Sprungaufschlag herausgestellt werden. Dieses Vorgehen wurde bereits von Hohmann und Brack (1983) zur Erstellung der Leistungsstruktur als Pyramidenmodell in den Sportspielen gewählt. In Anlehnung an dieses Modell werden auf Grundlage bestehender Forschungsergebnisse und fachwissenschaftlicher Erkenntnisse Forschungsfragen abgeleitet, die logisch-leistungsrelevante Merkmale determinieren und in ein Beziehungsgefüge einordnen. Ausgehend davon wird ein vorläufiges Modell entwickelt und Hypothesen formuliert.

Zur Überprüfung der Hypothesen werden die leistungsrelevanten Merkmale operationalisiert und mit Hilfe verschiedener Testverfahren überprüft. Für dieses Vorhaben wurde die Bundesligamannschaft Chemie Volley Mitteldeutschland als Untersuchungsgruppe gewonnen, die in der Saison 2010/11 wissenschaftlich begleitet wurde. Anhand der durchgeführten Tests konnten empirisch-statistisch-leistungsrelevante Faktoren für den Sprungaufschlag herausgestellt werden.

Die Ergebnisse belegen die zentrale Rolle der Sprungkraft und Sprunghöhen in der Leistungsstruktur des Sprungaufschlages und benennen weiterhin die Wirkung der Geschwindigkeiten der Hand und des Balles als wesentliche Elemente. Unabhängig von

der Kinematik des Spielers, ist die Geschwindigkeit des Balles und die Zielzone beim Sprungaufschlag leistungsbestimmend.

Die wesentlichen Ergebnisse dieser Arbeit sind:

1. Als leistungsdeterminierende Faktoren des Sprungaufschlages im Wettkampf können die Zielzone und die Geschwindigkeit des Balles identifiziert werden.
2. Die kinematischen Parameter des Sprungaufschlages weisen einen signifikanten Unterschied zwischen Training und Wettkampf auf.
3. Die Geschwindigkeit der Schlaghand hat einen hochsignifikanten Einfluss auf die Geschwindigkeit des Balles in Training und Wettkampf. Die vertikale und horizontale Geschwindigkeit des Sportlers sowie die Sprunghöhe fallen für den Aufschlag im Wettkampf hochsignifikant ins Gewicht.
4. Die Sprunghöhe hat einen signifikanten Einfluss auf die Hand- und Ballgeschwindigkeit im Wettkampf und auf die horizontale und vertikale Geschwindigkeit des Sportlers im Training.
5. Das Niveau der Sprungkraft kann als Prädiktor für die Sprunghöhen im Training nachgewiesen werden.
6. Der Körperfettanteil weist einen hohen Zusammenhang mit den Parametern der Sprungkraft auf.

Bisher gibt es keine Analysen, die die leistungsdeterminierenden Faktoren im Wettkampf in Längs- und Querschnitt untersucht haben und in Abhängigkeit der Kinematik betrachten. Die zentrale Rolle der Zielzonen wird in der Theorie als Leistungsfaktor dargestellt (vgl. Papageorgiou & Spitzley, 2010, S.80) und mit der vorliegenden Arbeit empirisch untermauert. Der Einfluss der Ballgeschwindigkeit auf die Effektivität im Wettkampf wurde bisher nicht empirisch erhoben und kann nun aufgrund der Forschungsergebnisse bestätigt werden.

Insgesamt bestätigen die erhobenen Geschwindigkeitswerte die Untersuchungsergebnisse bestehender Studien, wie Tabelle 24 zeigt. Die vorliegenden Werte reihen sich nahtlos in die Ergebnisse vorliegender Studien ein und bestätigen eine durchschnittliche Ballgeschwindigkeit, die zwischen 23 und 25 m/s liegt. Die hohen Werte von

Lehnert, Kanura und Stomski (2003) konnten nur für einzelne Sprungaufschläge erfasst werden. Der Mittelwert liegt deutlich unter 30 m/s.

Für die Handgeschwindigkeit befinden sich die erhobenen Daten zwischen 13 und 16 m/s und bekräftigen somit die Ergebnisse bestehender Studien.

Tabelle 24: Ergebnisse ausgewählter Studien im Vergleich zu Untersuchungsergebnissen der vorliegenden Studie.

Autor	Gruppierung	Stichprobe	V <sub>Hand</sub>	V <sub>Ball</sub>
Alexander & Honish (2009)	2D Bewegungsablauf im Wettkampf	300 Sprungaufschläge bei NORSECA Championships Herren (Kuba, USA, Kanada etc.)	k.A.	23,48 m/s
Colemann (2005)	3D Bewegungsablauf im Wettkampf und Training	11 britische Nationalspieler	16,3 m/s	23,7 m/s
Huang & Hu (2007)	3D Bewegungsablauf im Wettkampf	13 internationale Topathleten	12,0 m/s	25,4 m/s
Lehnert, Janura & Stromski (2003)	3D Bewegungsablauf im Wettkampf	Einzelfallanalyse 3 tschechische Nationalspieler	k.A.	26/m/s – 31,3 m/s
Tant & Greene (1993)	Laboranalyse	5 College Spieler NCAA	15,4 m/s	22,4 m/s
Reuleke (2014)	Bewegungsanalyse in Wettkampf und Training	10 Bundesligaspieler Saison 2010/2011	Training: 13,21 m/s Wettkampf: 12,98-16,13 m/s	Training: 24,17 m/s Wettkampf: 21,28-24,66 m/s

Die Geschwindigkeiten von Subsystem I können in horizontale und vertikale Geschwindigkeit unterteilt werden. In der Literatur finden wir dazu Werte von 2,76 m/s für die horizontale und 2,71 m/s für die vertikale Geschwindigkeit (vgl. Coleman, 2005). Alexander und Honish (2009) hingegen beschreiben deutlich höhere Werte ( $v_{\text{vertikal}} = 3,65$  m/s;  $v_{\text{horizontal}} = 4,2$  m/s). Die vorliegende Studie kann die Ergebnisse von Alexander und Honish nicht belegen. Für die vertikale Geschwindigkeit konnte ein Mittelwert von 1,86 m/s erhoben werden, während die horizontale Geschwindigkeit mit 2,93 m/s darüber liegt.

Der mehrfach nachgewiesene Zusammenhang der Hand- und Ballgeschwindigkeit (Peikenkamp, Natrup & Nicol, 1993; Tant & Greene, 1993; Coleman, 2005; Forthomme, 2005; Huang & Hu, 2007; Alexander & Honish, 2009) konnte mit den Untersuchungsergebnissen bestätigt werden. Sowohl für den Fertigkeitstest im Training ( $r = 0,73^{**}$ ) als auch im Wettkampf (Spieler 8  $r = 0,89^{**}$ ; Spieler 14  $r = 0,597^{**}$ ; Spieler 9  $r = 0,684^{**}$ ) wurden hochsignifikante Korrelationen identifiziert.

Die Ergebnisse von Ciccarone (2007), dass die Effektivität des Sprungaufschlages unmittelbar von der Handlungshöhe abhängt, können nicht belegt werden. Es kann jedoch

ein indirekter Zusammenhang aufgezeigt werden, da die Sprunghöhe maßgeblich die Geschwindigkeitsparameter der drei Subsysteme beeinflusst, welche wiederum einen signifikanten Zusammenhang mit der Effektivität aufweisen.

Für das Sportspiel Volleyball wurde mehrfach die zentrale Rolle der Sprungkraft bewiesen (Xing et. al., 2006; Zhang et. al., 2006), die in der vorliegenden Untersuchung für den Sprungaufschlag bestätigt werden kann, da ein hohes Sprungkraftniveau in einer hohen Sprunghöhe beim Sprungaufschlag resultiert.

Mehrere Autoren haben bereits den Zusammenhang zwischen anthropometrischen und konditionellen Parametern für den männlichen Hochleistungsbereich im Volleyball aufgezeigt (Paolo et. al., 2008; Ciccarone, 2007; Duncan et al. 2008). Die Untersuchungsergebnisse weisen die Wirkung des Merkmals Körperfett auf die Sprungkraft nach und belegen somit den Zusammenhang zwischen anthropometrischen Voraussetzungen und der maximalen Sprunghöhe.

Für alle untersuchten Sportler können niedrige bis normale Werte für die Wettkampfüngstlichkeit erhoben werden. Die Sportler zeigen somit ein Adaptationsverhalten an die hohen psychischen Anforderungen der Stresssituation Wettkampf. Aufgrund der Datenlage konnte der Nachweis von Zusammenhängen der Wettkampfüngstlichkeit und anderen Parametern nicht erbracht werden.

Der Einfluss der Schnellkraft der oberen Extremitäten auf die Geschwindigkeitsparameter der Hand und des Balles sowie auf die Effektivität (vgl. Forthomme, 2005; Stamm, 2007) können mit der vorliegenden Testbatterie nicht bestätigt werden. Ebenso können die Ergebnisse von Forthomme (2005), der die Wirkung des Bewegungsumfanges der Schulter auf die Ballgeschwindigkeit identifizieren konnte, nicht belegt werden.

### *Ausblick*

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse lassen den Schluss zu, dass in der Trainingspraxis die Zielgenauigkeit in Drucksituation geschult werden soll. Des Weiteren ist die Ausbildung der Sprungkraft unerlässlich, die durch einen niedrigen Körperfettanteil begünstigt wird. Die Simulation der Wettkampfsituation im Training ist für die Optimierung des Sprungaufschlages unabdingbar.

Die Untersuchung hat die Zielstellung, den Sprungaufschlag im Hochleistungssport zu erforschen. Die kleine Stichprobe sowie eine inhomogene Untersuchungsgruppe erschweren die Bestimmung faktorenanalytischer Zusammenhänge. Die Wirksamkeit der Leistungsfaktoren können nur anhand regressionsanalytischer und korrelationsstatistischer Verfahren nachgewiesen werden. Folglich sind für die Validierung ausgewählter Hypothesen breiter angelegte Studien notwendig. Insbesondere für die Erfassung der konditionellen Voraussetzungen müssen weiterführende Studien angelegt werden, die die Wirkungsweise dieser Leistungsfaktoren in der Bewegung in Wettkampf und Training abbilden.

Des Weiteren ist die Überprüfung der Wettkampfangst als situative Größe gegenüber der generellen Disposition der Wettkampffähigkeit wünschenswert. Es können nur valide Aussagen über den Einfluss der Angst bzw. Stress im Wettkampf getroffen werden, wenn konkrete Spielsituationen mit den erhobenen Werten verknüpft werden. Dafür müssen spielbegleitend Daten erhoben werden, um die momentanen körperlichen und psychischen Reaktionen in konkreten Situationen zu erfassen.

Ergänzend zur vorliegende Studie sollte die Wirkungsweise des technischen Niveaus unter Berücksichtigung des koordinativen Leistungsstandes erforscht werden, da der Sprungaufschlag eine koordinativ-technisch hoch anspruchsvolle Bewegung darstellt.

Die Aufschlagtaktik, die insbesondere die Zielzone des Sprungaufschlages bestimmt, da ausgewählte Spieler oder Zonen bewusst angespielt werden, ist ein weiterer wichtiger Faktor, der in der vorliegenden Studie nur für das Training erfasst werden konnte. Die Überprüfung der taktischen Vorgehensweise im Wettkampf war aufgrund externer Bedingungen nicht möglich, ist aber für die Vervollständigung dieser Leistungsstruktur wünschenswert.

## 9 Anhang

### 9.1 Abkürzungsverzeichnis

ALM	Allgemeines lineares Modell	CMJoA	Counter Movement Jump ohne Armeinsatz
Ht	Körpergröße (Height)	SK	Sprungkraft
Wt	Gewicht (Weight)	VO <sub>2</sub> max	Maximale Sauerstoffaufnahmekapazität
N	Stichprobengröße	V <sub>Hand</sub>	Geschwindigkeit der Hand (Subsystem 2)
$\alpha$	Irrtumswahrscheinlichkeit	V <sub>Ball</sub>	Geschwindigkeit des Balls (Subsystem 3)
r	Korrelationskoeffizient	sh	Sprunghöhe
KF	Körperfett	sh <sub>max</sub>	Maximale Sprunghöhe
WHR	Waist-Hip-Ratio	V <sub>horizontal</sub>	Horizontale Geschwindigkeit Subsystem 1
KG	Körpergröße	V <sub>vertikal</sub>	Vertikale Geschwindigkeit Subsystem 1
G	Körpergewicht	h <sub>Ball</sub>	Abflughöhe Ball
Vb	Volleyball	arw	Arm-Rumpf-Winkel
Hb	Handball	ZG	Zielgenauigkeit
Mb	Medizinball	EFF	Effektivität
SKoE ten	Schnellkraft obere Extremitäten		
oZ	ohne Zielvorgabe		
SJ	Squatjump		
CMJmA	Counter Movement Jump mit Armeinsatz		



## 9.2 Dokumentationsbögen



FAKULTÄT FÜR GEISTES-,  
SOZIAL- UND ERZIEHUNGS-  
WISSENSCHAFTEN

Name \_\_\_\_\_ Position: \_\_\_\_\_

Geburtstag: \_\_\_\_\_

### I Anthropometrie

Gewicht in kg:			
Größe in m:			
Körperfett in %			
Bizeps:	Trizeps:	Subscapular:	Suprailiac:
Umfang Taille/Hüfte in cm:			

### II Medizinballstoßen (MEDB-SK)

Ball	Weite in m	
	Versuch 1	Versuch 2
Medizinballstoß		
Weitwurf Volleyball		
Weitwurf Handball		

### III Sprungkraft

#### a) Counter Movement Jump, Squat Jump

Sprung	Versuch 1		Versuch 1	
	Höhe	Zeit	Höhe	Zeit
Squat Jump				
Counter Movement Jump ohne Arme				
Counter Movement Jump mit Arme				

#### b) Drop Jump

Sprung	Versuch 1			Versuch 1		
	Kontaktzeit	Flugzeit	Höhe	Kontaktzeit	Flugzeit	Höhe
Drop Jump						

#### c) 10 Counter Movement Jumps mit Arme

Sprung	Versuch 1			
	Zeitdauer	Sprungfrequenz	Mittelwert Flugzeit	Mittelwert Kontaktzeit
10 Counter Movement Jump mit Arme				

### IV Ausdauer:

Level \_\_\_\_\_ Stage \_\_\_\_\_

## Protokoll Multi-Stage-Fitness-Test



Date: \_\_\_\_\_ Time: \_\_\_\_\_ Conditions: \_\_\_\_\_

Level 1	1 2 3 4 5 6 7
Level 2	1 2 3 4 5 6 7 8
Level 3	1 2 3 4 5 6 7 8
Level 4	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Level 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Level 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Level 7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Level 8	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Level 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Level 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Level 11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Level 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Level 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Level 14	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Level 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Level 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Level 17	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Level 18	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Level 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Level 20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Level 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

## Fragebogen WAI-T

Vor Wettkämpfen...	gar nicht			sehr
1) ... fühle ich mich nervös.	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sehr
2) ... habe ich Selbstzweifel.	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sehr
3) ... habe ich Bedenken, dass ich weniger gut abschneide, als ich eigentlich könnte.	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sehr
4) ... bin ich anfällig für Ablenkungen.	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sehr
5) ... fällt es mir schwer, mit meinen Gedanken beim Wettkampf zu bleiben.	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sehr
6) ... bin ich besorgt, unter Druck zu versagen.	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sehr
7) ... pocht mein Herz vor Aufregung.	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sehr
8) ... habe ich ein flaes Gefühl im Magen.	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sehr
9) ... achte ich auf Reaktionen von Zuschauern.	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sehr
10) ... fühle ich mich zittrig.	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sehr
11) ... habe ich Bedenken, ob ich mein Ziel erreichen werde.	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sehr
12) ... stören mich Zwischenrufe aus dem Publikum.	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sehr
13) Eine körperlich spürbare Aufregung vor Wettkämpfen empfinde ich für gewöhnlich eher als...	<input type="checkbox"/> leistungshemmend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> leistungsfördernd
14) Sorgenvolle Gedanken vor Wettkämpfen empfinde ich für gewöhnlich eher als...	<input type="checkbox"/> leistungshemmend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> leistungsfördernd

## Protokoll Fertigkeitstest

	Aufnahmeplatz	Versuch 1		Versuch 2		Versuch 3	
		Aufschlagzone	Zielzone	Aufschlagzone	Zielzone	Aufschlagzone	Zielzone
1							
4							
6							
7							
8							
11							
13							
14							
15							
16							
18							
9							

## Zeitplan der Untersuchungen



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

GSE

FAKULTÄT FÜR GEISTES-,  
SOZIAL- UND ERZIEHUNGS-  
WISSENSCHAFTEN

### Zeitplan Untersuchung CV Mitteldeutschland

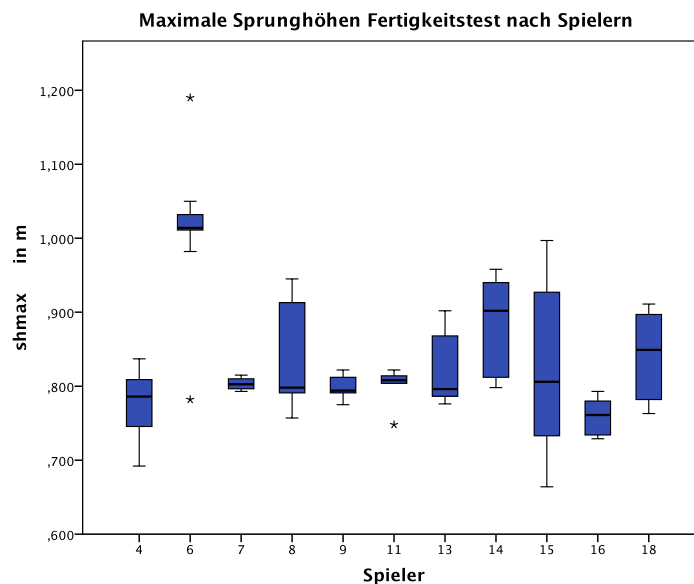
Zeit	Test	Geräte
11.00 – 11.20	Anthropometrie - Gewicht - Körpergröße - Körperfett - Umfang Taille/Hüfte	Caliper-Zange Personenwaage Umfangsmaßband
11.30 – 12.15	Sprungkraft: - Squat Jump - Counter Movement Jump m & o Arme - Dropjump - Beweglichkeit Schultergürtel	Sprungkraft: Tapping Matte Hocker Laptop  Contemplas System Tisch Wasserwaage Tischlampe
12.15 – 12.45	Schnellkraft obere Extremitäten: - Medizinballstoß - Weitwurf VB - Weitwurf HB	Schnellkraft oE: VB, HB, MB Maßband Tape
12.45 - 13.15	Aufschlag-Präzisionstest mit Videoanalyse	Contemplas System Tape, Maßband Strahler, Marker
13.15-14.00	Ausdauer - Multistagefitnesstest	CD Player CD Recording Sheets Hütchen

## 9.3 Deskriptive Statistik

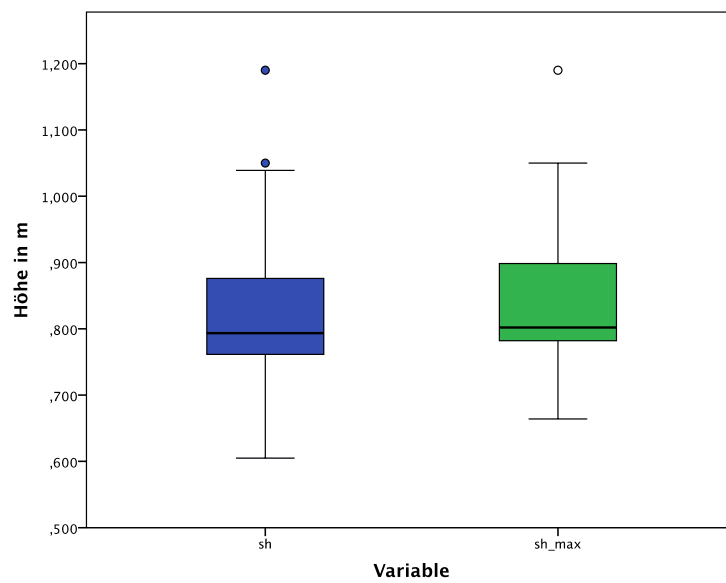
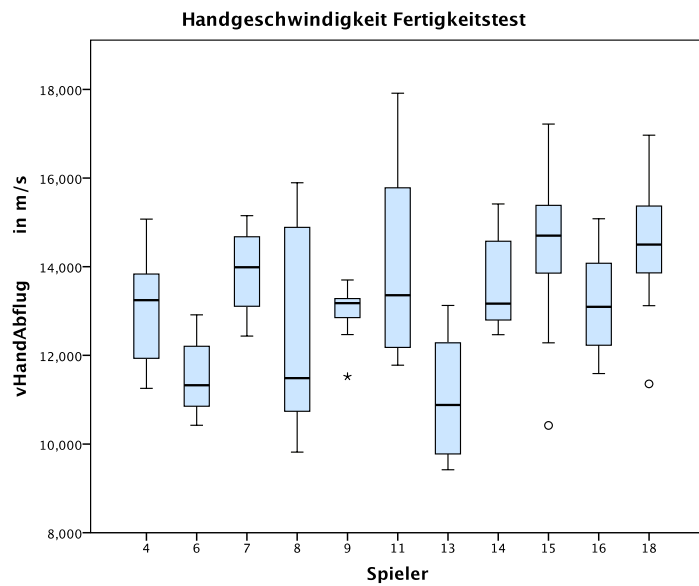
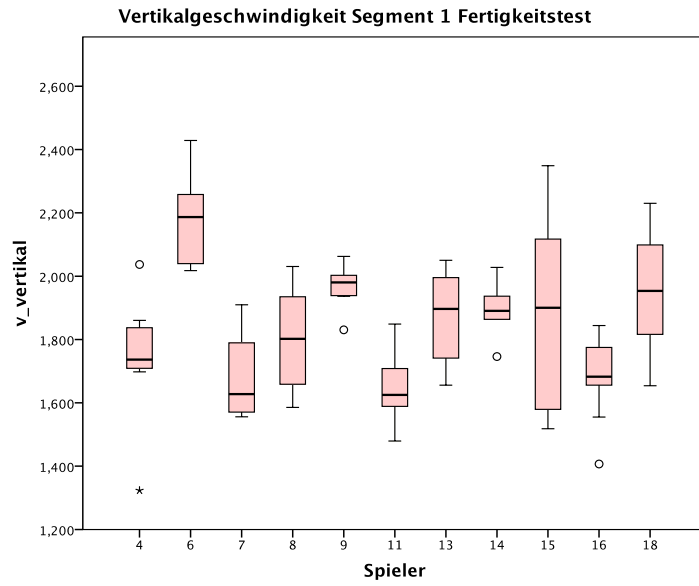
### 9.3.1 Fertigkeitstest nach Spielern

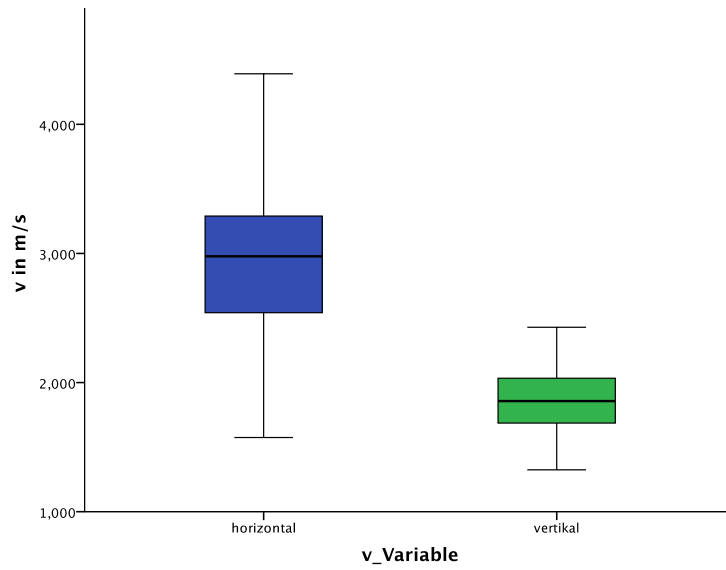
Spieler		shmax in m	shSchlag in m	hBallAb- schlag in m	vHandAb- flug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vertik all	v_horizont al
4	Mittelwert	,77486	,74529	2,80443	13,01567	24,03834	1,74139	2,26064
	N	7	7	7	7	7	7	7
	Standardabweichung	,052976	,070009	,071395	1,378672	1,868542	,217536	,530735
	Minimum	,692	,622	2,666	11,256	21,815	1,323	1,574
	Maximum	,837	,825	2,887	15,073	26,820	2,037	3,185
6	Mittelwert	1,01144	1,02456	2,98622	11,57367	22,09800	2,16614	2,95272
	N	9	9	9	9	9	9	9
	Standardabweichung	,104675	,080537	,086484	,959165	1,212086	,143088	,227487
	Minimum	,782	,881	2,872	10,423	20,399	2,018	2,645
	Maximum	1,190	1,190	3,140	12,913	24,019	2,429	3,286
7	Mittelwert	,80325	,77875	2,90875	13,89075	24,42675	1,68016	3,05359
	N	4	4	4	4	4	4	4
	Standardabweichung	,009251	,013376	,013961	1,127603	1,169220	,160437	,627707
	Minimum	,793	,761	2,893	12,436	22,809	1,556	2,232
	Maximum	,815	,793	2,921	15,152	25,298	1,910	3,756
8	Mittelwert	,83822	,82878	2,85567	12,35178	22,46304	1,79998	3,58967
	N	9	9	9	9	9	9	9
	Standardabweichung	,072747	,074158	,086345	2,484510	4,606419	,159251	,380140
	Minimum	,757	,749	2,745	9,819	17,301	1,586	2,978
	Maximum	,945	,934	3,004	15,893	29,057	2,030	4,093
9	Mittelwert	,79833	,79011	2,86500	12,98641	24,15380	1,97137	2,85172
	N	9	9	9	9	9	9	9
	Standardabweichung	,015580	,019592	,031937	,670317	1,450231	,070258	,317835
	Minimum	,775	,756	2,822	11,521	21,624	1,831	2,468
	Maximum	,822	,818	2,920	13,699	26,273	2,062	3,383
11	Mittelwert	,79920	,77260	2,90800	14,20087	24,79236	1,65019	2,93482
	N	5	5	5	5	5	5	5
	Standardabweichung	,029414	,031832	,060025	2,595334	1,535962	,138145	,410985
	Minimum	,748	,723	2,823	11,778	22,418	1,480	2,313
	Maximum	,822	,803	2,973	17,913	26,715	1,849	3,372
13	Mittelwert	,82238	,81525	2,64975	11,05358	20,64478	1,87158	3,11082
	N	8	8	8	8	8	8	8
	Standardabweichung	,048838	,052595	,072425	1,396550	2,076932	,145981	,534510
	Minimum	,776	,767	2,577	9,420	18,130	1,656	2,317
	Maximum	,902	,902	2,773	13,127	23,388	2,050	4,140
14	Mittelwert	,88200	,87500	2,88517	13,59761	22,32653	1,89296	2,29634
	N	5	5	6	6	6	5	5
	Standardabweichung	,073308	,069814	,098329	1,151424	4,545645	,103041	,203848
	Minimum	,798	,792	2,755	12,465	14,183	1,746	2,063
	Maximum	,958	,953	3,017	15,416	26,719	2,028	2,588

Spieler	shmax	in m	shSchlag in m	hBallAbschlag in m	vHandAbflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vertikall	v_horizontall	Spieler
15	Mittelwert		,82856	,81872	2,83194	14,45307	25,05420	1,89660	2,97268
	N		18	18	18	18	18	18	18
	Standardabweichung		,102534	,106161	,073079	1,539554	2,021340	,303131	,692817
	Minimum		,664	,644	2,687	10,419	21,974	1,518	1,976
	Maximum		,997	,997	2,921	17,217	29,493	2,349	4,391
16	Mittelwert		,75778	,73722	2,71144	13,20763	26,24522	1,67506	2,81067
	N		9	9	9	9	9	9	9
	Standardabweichung		,025748	,054671	,027691	1,148829	2,063034	,131391	,282606
	Minimum		,729	,605	2,675	11,590	23,455	1,407	2,414
	Maximum		,793	,793	2,753	15,082	30,233	1,844	3,226
18	Mittelwert		,84367	,80689	2,85733	14,47459	28,15880	1,95210	3,11279
	N		9	9	9	9	9	9	9
	Standardabweichung		,056289	,057675	,062073	1,657755	3,351286	,207450	,523923
	Minimum		,763	,736	2,754	11,357	20,001	1,654	2,125
	Maximum		,911	,892	2,960	16,968	31,806	2,230	3,680
Insgesamt	Mittelwert		,83458	,82084	2,83625	13,21713	24,17312	1,86760	2,93965
	N		92	92	93	93	93	92	92
	Standardabweichung		,093503	,101356	,108861	1,847815	3,201059	,232633	,564354
	Minimum		,664	,605	2,577	9,420	14,183	1,323	1,574
	Maximum		1,190	1,190	3,140	17,913	31,806	2,429	4,391

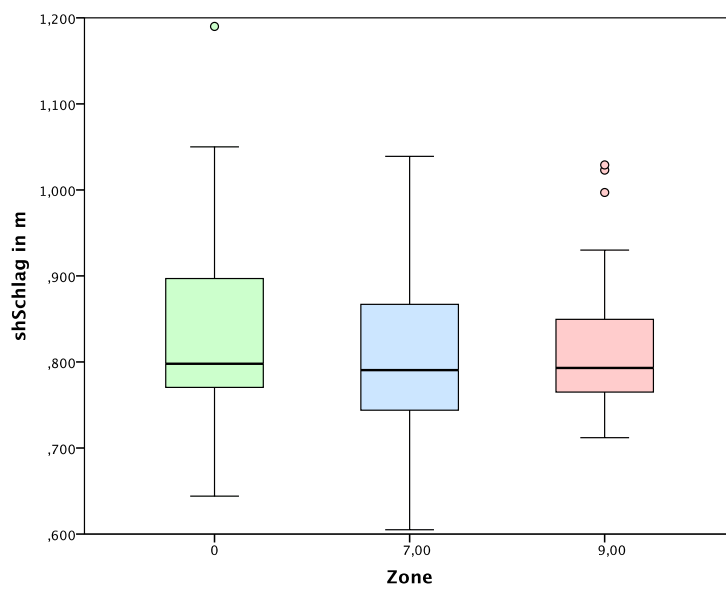
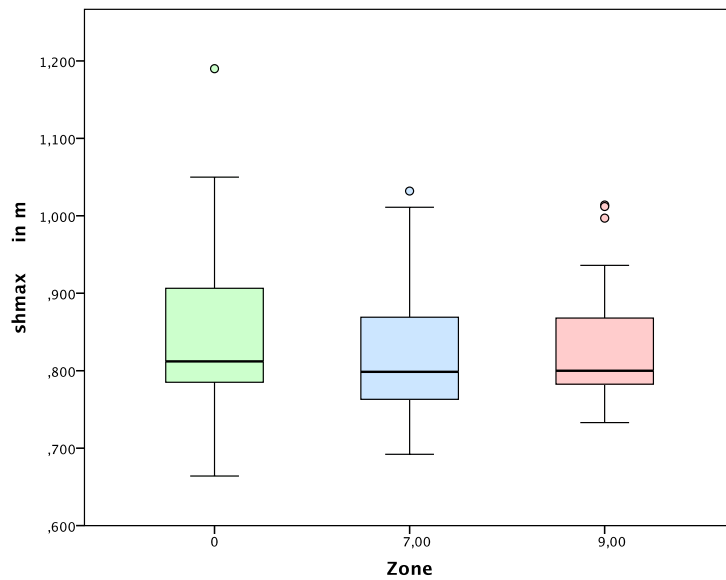








Vergleich maximale Sprunghöhe nach Zonen



## 9.4 Allgemeines lineares Modell

### Körperfett (KF)

#### Innersubjektfaktoren

Maß: MASS\_1

Messzeitpunkt	Abhängige Variable
1	KF_1
2	KF_2
3	KF_3

#### Deskriptive Statistiken

	Mittelwert	Standardabweichung	N
KF_1	14,8600	2,99192	10
KF_2	15,2400	2,90486	10
KF_3	14,1600	2,68461	10

#### Tests der Innersubjekteffekte

Maß: MASS\_1

Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta-Quadrat	Nicht-zentralitäts-Parameter	Beobachtete Schärfe <sup>a</sup>
Messzeitpunkt	Sphärizität angenommen	6,003	2	3,001	5,160	,017	,364	10,319	,756
	Greenhouse-Geisser	6,003	1,354	4,433	5,160	,034	,364	6,987	,623
	Huynh-Feldt	6,003	1,510	3,976	5,160	,028	,364	7,789	,659
	Untergrenze	6,003	1,000	6,003	5,160	,049	,364	5,160	,527
Fehler(Messzeitpunkt)	Sphärizität angenommen	10,471	18	,582					
	Greenhouse-Geisser	10,471	12,188	,859					
	Huynh-Feldt	10,471	13,586	,771					
	Untergrenze	10,471	9,000	1,163					

## 9.5 Korrelationstabellen Fragestellung 1

### 9.5.1 Schnellkraft und Sprungkraft mit Anthropometrie

#### Schnellkraft obere Extremitäten Messung 1

		Medball	Vball	Hball	SKoE
Größeinm	Korrelation nach Pearson	-,114	,263	,338	,276
	Signifikanz (2-seitig)	,725	,408	,283	,385
	N	12	12	12	12
Gewichtinkg	Korrelation nach Pearson	-,105	,239	,541	,360
	Signifikanz (2-seitig)	,746	,454	,070	,250
	N	12	12	12	12
Körperfett	Korrelation nach Pearson	-,509	,149	,122	,048
	Signifikanz (2-seitig)	,091	,643	,704	,883
	N	12	12	12	12
WHR	Korrelation nach Pearson	,085	-,377	-,160	-,257
	Signifikanz (2-seitig)	,794	,227	,620	,420
	N	12	12	12	12
UTaile	Korrelation nach Pearson	-,117	-,159	,080	-,065
	Signifikanz (2-seitig)	,717	,623	,805	,840
	N	12	12	12	12
UHüfte	Korrelation nach Pearson	-,348	,208	,379	,226
	Signifikanz (2-seitig)	,268	,517	,224	,480
	N	12	12	12	12
BMI	Korrelation nach Pearson	-,036	,125	,469	,279
	Signifikanz (2-seitig)	,913	,699	,124	,380
	N	12	12	12	12

#### Sprungkraft Messung 1

		Größ- einm	Ge- wichtinkg	Körper- fett	WHR	UTaile	UHüfte	BMI
Squat- jump	Korrelation nach Pearson	,263	-,001	-,617 <sup>*</sup>	,070	-,062	-,209	-,191
	Signifikanz (2-seitig)	,409	,997	,032	,829	,849	,514	,552
	N	12	12	12	12	12	12	12
CMJoA	Korrelation nach Pearson	,195	-,071	-,685 <sup>*</sup>	,035	-,117	-,271	-,232
	Signifikanz (2-seitig)	,544	,827	,014	,913	,718	,394	,468
	N	12	12	12	12	12	12	12
CMJmA	Korrelation nach Pearson	,049	-,227	-,724 <sup>**</sup>	-,067	-,289	-,466	-,326
	Signifikanz (2-seitig)	,879	,478	,008	,837	,363	,127	,301
	N	12	12	12	12	12	12	12
Dropjump	Korrelation nach Pearson	-,082	-,283	-,603 <sup>*</sup>	-,019	-,215	-,387	-,319
	Signifikanz (2-seitig)	,800	,372	,038	,953	,503	,213	,312
	N	12	12	12	12	12	12	12
SK	Korrelation nach Pearson	,162	-,113	-,695 <sup>*</sup>	,007	-,170	-,334	-,262
	Signifikanz (2-seitig)	,614	,728	,012	,984	,598	,288	,412

**Schnellkraft obere Extremitäten Messung 2**

		Medball	Vball	Hball	SKoE
Größeinm	Korrelation nach Pearson	,137	,224	,356	,310
	Signifikanz (2-seitig)	,671	,484	,256	,327
	N	12	12	12	12
Gewichtinkg	Korrelation nach Pearson	,285	,369	,713**	,580*
	Signifikanz (2-seitig)	,369	,238	,009	,048
	N	12	12	12	12
Körperfett	Korrelation nach Pearson	-,085	-,016	,174	,065
	Signifikanz (2-seitig)	,794	,961	,588	,841
	N	12	12	12	12
UTaile	Korrelation nach Pearson	,121	,017	,338	,190
	Signifikanz (2-seitig)	,708	,959	,282	,555
	N	12	12	12	12
UHüfte	Korrelation nach Pearson	,407	,210	,465	,392
	Signifikanz (2-seitig)	,189	,511	,128	,207
	N	12	12	12	12
WHR	Korrelation nach Pearson	-,427	-,450	-,202	-,394
	Signifikanz (2-seitig)	,166	,142	,528	,206
	N	12	12	12	12
BMI	Korrelation nach Pearson	,304	,330	,693*	,553
	Signifikanz (2-seitig)	,337	,294	,013	,062
	N	12	12	12	12

**Sprungkraft Messung 2**

		Größ- einm	Ge- wichtinkg	Körper- fett	UTaile	UHüfte	WHR	BMI
Squatjump	Korrelation nach Pearson	,196	-,075	-,696*	-,409	-,491	-,030	-,266
	Signifikanz (2-seitig)	,564	,827	,017	,212	,125	,930	,429
	N	11	11	11	11	11	11	11
CMJoA	Korrelation nach Pearson	,256	-,006	-,699*	-,269	-,429	,126	-,223
	Signifikanz (2-seitig)	,447	,986	,017	,425	,188	,713	,510
	N	11	11	11	11	11	11	11
CMJmA	Korrelation nach Pearson	,221	-,035	-,790**	-,327	-,417	,007	-,226
	Signifikanz (2-seitig)	,514	,920	,004	,327	,202	,983	,505
	N	11	11	11	11	11	11	11
Dropjump	Korrelation nach Pearson	,042	,093	,225	,169	,100	,109	,075
	Signifikanz (2-seitig)	,903	,786	,507	,620	,770	,749	,827
	N	11	11	11	11	11	11	11
SK	Korrelation nach Pearson	,229	-,036	-,738**	-,333	-,448	,040	-,239
	Signifikanz (2-seitig)	,498	,916	,009	,316	,167	,907	,479
	N	11	11	11	11	11	11	11

**Schnellkraft obere Extremitäten Messung 3**

		Medball	Vball	Hball	SKoE
Größeinm	Korrelation nach Pearson	,315	,339	,081	,265
	Signifikanz (2-seitig)	,375	,373	,837	,491
	N	10	9	9	9
Gewichtinkg	Korrelation nach Pearson	,232	,695*	,524	,679*
	Signifikanz (2-seitig)	,519	,038	,147	,044
	N	10	9	9	9
Körperfett	Korrelation nach Pearson	-,317	,458	,212	,297
	Signifikanz (2-seitig)	,372	,215	,584	,437
	N	10	9	9	9
UTaile	Korrelation nach Pearson	,101	,508	,292	,435
	Signifikanz (2-seitig)	,782	,162	,446	,241
	N	10	9	9	9
UHüfte	Korrelation nach Pearson	,107	,686*	,346	,556
	Signifikanz (2-seitig)	,768	,041	,362	,120
	N	10	9	9	9
WHR	Korrelation nach Pearson	,115	,082	,104	,118
	Signifikanz (2-seitig)	,751	,833	,790	,762
	N	10	9	9	9
BMI	Korrelation nach Pearson	,110	,705*	,660	,741*
	Signifikanz (2-seitig)	,763	,034	,053	,022
	N	10	9	9	9

**Sprungkraft Messung 3**

		Größ- einm	Ge- wichtinkg	Körperfett	UTaile	UHüfte	WHR	BMI
Squat- jump	Korrelation nach Pearson	,117	-,286	-,803**	-,326	-,331	-,171	-,457
	Signifikanz (2-seitig)	,748	,422	,005	,357	,351	,637	,184
	N	10	10	10	10	10	10	10
CMJoA	Korrelation nach Pearson	,119	-,309	-,804**	-,487	-,373	-,384	-,499
	Signifikanz (2-seitig)	,744	,386	,005	,154	,289	,273	,142
	N	10	10	10	10	10	10	10
CMJmA	Korrelation nach Pearson	-,005	-,312	-,824**	-,463	-,376	-,337	-,409
	Signifikanz (2-seitig)	,990	,380	,003	,177	,284	,340	,241
	N	10	10	10	10	10	10	10
Dropjump	Korrelation nach Pearson	-,391	-,414	-,020	-,031	-,280	,189	-,306
	Signifikanz (2-seitig)	,264	,234	,956	,933	,434	,600	,390
	N	10	10	10	10	10	10	10
SK	Korrelation nach Pearson	,073	-,311	-,830**	-,446	-,371	-,318	-,464
	Signifikanz (2-seitig)	,842	,382	,003	,196	,291	,370	,177
	N	10	10	10	10	10	10	10
Tapping	Korrelation nach Pearson	-,436	,007	,589	,130	,075	,119	,275
	Signifikanz (2-seitig)	,208	,984	,073	,721	,837	,743	,443
	N	10	10	10	10	10	10	10

	Squatjump	CMJoA	CMJmA	Dropjump	SK	Tapping
Korrelation nach Pearson	-,762*	-,601	-,690*	,116	-,692*	1
Signifikanz (2-seitig)	,010	,066	,027	,749	,027	
N	10	10	10	10	10	10

### 9.5.2 Korrelationen $v_{\text{Hand}}$ und Schnellkraft obere Extremitäten im Training nach Zonen

#### Zone 7:

##### Korrelationen Pearson

	MW_vHand_Zone7	Medball	Vball	Hball
Korrelation nach Pearson	1	-,216	-,275	-,580
Signifikanz (2-seitig)		,523	,414	,061
N	11	11	11	11

\*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

##### Korrelationen Spearman

	MW_vHand_Zone7	SKoE
Korrelationskoeffizient	1,000	-,087
Signifikanz (2-seitig)	.	,800
N	11	11

#### Zone 9:

##### Korrelationen Pearson

	MW_vHand_Zone9	Medball	Vball	Hball
Korrelation nach Pearson	1	-,270	-,101	-,274
Signifikanz (2-seitig)		,421	,769	,414
N	11	11	11	11

\*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

##### Korrelationen Spearman

	SKoE	MW_vHand_Zone9
Korrelationskoeffizient	1,000	,050
Signifikanz (2-seitig)	.	,884
N	11	11

#### oZ:

##### Korrelationen Pearson

	MW_vHand_oZ	Medball	Vball	Hball
Korrelation nach Pearson	1	,212	-,121	,125
Signifikanz (2-seitig)		,531	,722	,714
N	11	11	11	11

## Korrelationen Spearman

			MW_vHand_oZ	SKoE
		Korrelationskoeffizient	1,000	,241
Spearman-Rho	MW_vHand_oZ	Sig. (2-seitig)	.	,474
		N	11	11

## 9.5.3 Korrelationen Geschwindigkeit Subsystem 1 und Sprungkraft im Training nach Zonen

## Zone 7

## Pearson

		Squatjump	CMJoA	CMJmA	Dropjump	SK
MW_sh_Zone7	Korrelation nach Pearson	,572	,569	,620*	-,128	,594
	Signifikanz (2-seitig)	,066	,068	,042	,707	,054
	N	11	11	11	11	11
MW_vhorizontal_Zone7	Korrelation nach Pearson	-,011	,011	,111	,013	,039
	Signifikanz (2-seitig)	,974	,975	,746	,970	,909
	N	11	11	11	11	11
MW_vertikal_Zone7	Korrelation nach Pearson	,420	,467	,474	-,140	,461
	Signifikanz (2-seitig)	,198	,147	,141	,681	,153
	N	11	11	11	11	11

## Zone 9

## Pearson

		Squatjump	CMJoA	CMJmA	Dropjump	SK
MW_vhorizontal_Zone9	Korrelation nach Pearson	-,008	,115	,126	-,301	,084
	Signifikanz (2-seitig)	,980	,737	,712	,368	,807
	N	11	11	11	11	11
MW_vertikal_Zone9	Korrelation nach Pearson	,211	,363	,288	-,359	,297
	Signifikanz (2-seitig)	,533	,272	,390	,278	,376
	N	11	11	11	11	11

## Spearman

		Squatjump	CMJoA	CMJmA	Dropjump	SK
MW_sh_Zone9	Korrelationskoeffizient	,209	,482	,364	-,173	,282
	Sig. (2-seitig)	,537	,133	,272	,612	,401
	N	11	11	11	11	11

oZ



		Squat-jump	CMJoA	CMJmA	Dropjump	SK
MW_sh_Zone	Korrelationskoeffizient	,391	,673*	,655*	-,273	,527
oZ	Sig. (2-seitig)	,235	,023	,029	,417	,096
	N	11	11	11	11	11

## Pearson

		Squatjump	CMJoA	CMJmA	Dropjump	SK
MW_vhorizontal_oZ	Korrelation nach Pearson	-,289	-,288	-,158	,024	-,246
	Signifikanz (2-seitig)	,389	,390	,642	,945	,465
	N	11	11	11	11	11
MW_vertikal_Zone9	Korrelation nach Pearson	,211	,363	,288	-,359	,297
	Signifikanz (2-seitig)	,533	,272	,390	,278	,376
	N	11	11	11	11	11

## Gesamt

		Squatjump	CMJoA	CMJmA	Dropjump	SK
MW_vhorizontal_gesamt	Korrelation nach Pearson	-,096	-,035	,052	-,105	-,023
	Signifikanz (2-seitig)	,780	,918	,880	,759	,946
	N	11	11	11	11	11
MW_vvertikal_gesamt	Korrelation nach Pearson	,448	,552	,527	-,283	,519
	Signifikanz (2-seitig)	,167	,078	,096	,399	,102
	N	11	11	11	11	11

		Squatjump	CMJoA	CMJmA	Dropjump	SK
Spearman-Rho	MW_sh_Gesamt	,355	,636*	,582	-,182	,455
	Sig. (2-seitig)	,285	,035	,060	,593	,160
	N	11	11	11	11	11

### 9.5.4 Korrelation arw & Beweglichkeitsparameter pro Zone

#### Zone 7

		Bewe120	Bewe80	Bewe0
MW_arw_Zone7	Korrelation nach Pearson	,527	,567	,210
	Signifikanz (2-seitig)	,145	,111	,587
	N	9	9	9

#### Zone 9

		Bewe120	Bewe80	Bewe0
MW_arw_Zone9	Korrelation nach Pearson	,466	,437	,288
	Signifikanz (2-seitig)	,206	,239	,452
	N	9	9	9

#### oZ

		Bewe120	Bewe80	Bewe0
MW_arw_oZ	Korrelation nach Pearson	,605	,704	,380
	Signifikanz (2-seitig)	,084	,034	,314
	N	9	9	9

### 9.5.5 Korrelation nach Pearson arw & v\_Hand & v\_Ball pro Zone

#### Zone 7

##### Korrelationen Pearson

		vBall Abflug in m/s	arwAbschlag in °
vBall Abflug in m/s	Korrelation nach Pearson	1	,092
	Signifikanz (2-seitig)		,653
	N	31	26
arwAbschlag in °	Korrelation nach Pearson	,092	1
	Signifikanz (2-seitig)	,653	
	N	26	26

##### Korrelationen Spearman

		arwAbschlag in °	vHandAbflug in m/s	
Spearman-Rho	arwAbschlag in °	Korrelationskoeffizient	1,000	
		Sig. (2-seitig)	,316	
		N	26	
	vHandAbflug in m/s	Korrelationskoeffizient	,205	1,000
		Sig. (2-seitig)	,316	.
		N	26	31

## Zone 9

		vHandAbflug in m/s	vBall Abflug in m/s
arwAbschlag in °	Korrelation nach Pearson	-,007	-,100
	Signifikanz (2-seitig)	,972	,625
	N	26	26

## oZ

		vHandAbflug in m/s	vBall Abflug in m/s
arwAbschlag in °	Korrelation nach Pearson	,076	-,233
	Signifikanz (2-seitig)	,712	,252
	N	26	26

## 9.5.6. Korrelationen Geschwindigkeit Subsystem 1 &amp; 2 mit sh, shmax und hBall

## Regressionsanalyse rw Geschwindigkeit Subsystem 1 und sh, shmax und hBall

## v\_Ball

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,379 <sup>a</sup>	,144	,115	3,018057

a. Einflußvariablen : (Konstante), hBallAbschlag in m , shSchlag in m , shmax in m

ANOVA<sup>a</sup>

Modell	Quadratsum- me	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
1 Regression	134,591	3	44,864	4,925	,003 <sup>b</sup>
Nicht standardisierte Re- siden	801,563	88	9,109		
Gesamt	936,154	91			

a. Abhängige Variable: vBall Abflug in m/s

b. Einflußvariablen : (Konstante), hBallAbschlag in m , shSchlag in m , shmax in m

## v\_horizontal

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,304 <sup>a</sup>	,092	,061	,546748
2	,303 <sup>b</sup>	,092	,071	,543809
3	,295 <sup>c</sup>	,087	,077	,542191

a. Einflußvariablen : (Konstante), hBallAbschlag in m , shSchlag in m , shmax in m

b. Einflußvariablen : (Konstante), shSchlag in m , shmax in m

c. Einflußvariablen : (Konstante), shSchlag in m

ANOVA<sup>a</sup>

Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
1	Regression	2,677	3	,892	2,985	,035 <sup>b</sup>
	Nicht standardisierte Residuen	26,306	88	,299		
	Gesamt	28,983	91			
2	Regression	2,663	2	1,332	4,503	,014 <sup>c</sup>
	Nicht standardisierte Residuen	26,320	89	,296		
	Gesamt	28,983	91			
3	Regression	2,526	1	2,526	8,591	,004 <sup>d</sup>
	Nicht standardisierte Residuen	26,457	90	,294		
	Gesamt	28,983	91			

a. Abhängige Variable: v\_vhorizontal

b. Einflußvariablen : (Konstante), hBallAbschlag in m , shSchlag in m , shmax in m

c. Einflußvariablen : (Konstante), shSchlag in m , shmax in m

d. Einflußvariablen : (Konstante), shSchlag in m

## Training Korrelationen Sprunghöhen und Geschwindigkeiten

## Zone 7

Pearson		shSchlag in m	hBallAbschlag in m
vBall Abflug in m/s	Korrelation nach Pearson	-,021	,242
	Signifikanz (2-seitig)	,913	,190
	N	30	31
v_vhorizontal	Korrelation nach Pearson	,334	,357
	Signifikanz (2-seitig)	,071	,053
	N	30	30
v_vertikal	Korrelation nach Pearson	,881**	,451*
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,012
	N	30	30

Spearman		shmax in m
vBall Abflug in m/s	Korrelationskoeffizient	,098
	Sig. (2-seitig)	,608
	N	30
Spearman-Rho v_vhorizontal	Korrelationskoeffizient	,284
	Sig. (2-seitig)	,128
	N	30
v_vertikal	Korrelationskoeffizient	,758**
	Sig. (2-seitig)	,000
	N	30

			shmax in m	shSchlag in m	hBallAbschlag in m
Spearman-Rho	vHandAbflug in m/s	Korrelationskoeffizient	,174	,120	,372*
		Sig. (2-seitig)	,357	,527	,039
		N	30	30	31

## Zone 9

Spearman			shmax in m	shSchlag in m	hBallAbschlag in m
vHandAbflug in m/s		Korrelationskoeffizient	,232	,081	,338
		Sig. (2-seitig)	,209	,666	,063
		N	31	31	31
vBall Abflug in m/s		Korrelationskoeffizient	,148	,062	,314
		Sig. (2-seitig)	,426	,740	,085
		N	31	31	31
v_vhorizontal		Korrelationskoeffizient	,286	,347	,084
		Sig. (2-seitig)	,119	,056	,652
		N	31	31	31
v_vertikal		Korrelationskoeffizient	,652**	,826**	,225
		Sig. (2-seitig)	,000	,000	,223
		N	31	31	31

oZ

Pearson			hBallAbschlag in m
vHandAbflug in m/s		Korrelation nach Pearson	,168
		Signifikanz (2-seitig)	,367
		N	31
vBall Abflug in m/s		Korrelation nach Pearson	,206
		Signifikanz (2-seitig)	,266
		N	31
v_vhorizontal		Korrelation nach Pearson	,077
		Signifikanz (2-seitig)	,679
		N	31
v_vertikal		Korrelation nach Pearson	,498**
		Signifikanz (2-seitig)	,004
		N	31

Spearman			shmax in m	shSchlag in m
Spearman-Rho	vHandAbflug in m/s	Korrelationskoeffizient	,014	,015
		Sig. (2-seitig)	,940	,937
		N	31	31
	vBall Abflug in m/s	Korrelationskoeffizient	-,148	-,117
		Sig. (2-seitig)	,428	,530
		N	31	31
	v_vhorizontal	Korrelationskoeffizient	,215	,232
		Sig. (2-seitig)	,245	,208
		N	31	31
	v_vertikal	Korrelationskoeffizient	,780**	,831**
		Sig. (2-seitig)	,000	,000
		N	31	31

### 9.5.7 Korrelationen Geschwindigkeitsparameter im Training

#### Zone 7

#### Korrelationen

		vHandAbflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vhorizontal	v_vertikal
vHandAbflug in m/s	Korrelation nach Pearson	1	,823**	,104	,165
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,584	,383
	N	31	31	30	30
vBall Abflug in m/s	Korrelation nach Pearson	,823**	1	-,036	,003
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,852	,988
	N	31	31	30	30
v_vhorizontal	Korrelation nach Pearson	,104	-,036	1	,280
	Signifikanz (2-seitig)	,584	,852		,134
	N	30	30	30	30
v_vertikal	Korrelation nach Pearson	,165	,003	,280	1
	Signifikanz (2-seitig)	,383	,988	,134	
	N	30	30	30	30

\*\* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

## Zone 9

		vHandAbflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vhorizonta l	v_vertikal
vHandAbflug in m/s	Korrelation nach Pear- son	1	,686**	,166	,258
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,372	,161
	N	31	31	31	31
vBall Abflug in m/s	Korrelation nach Pear- son	,686**	1	,254	,213
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,167	,249
	N	31	31	31	31
v_vhorizontal	Korrelation nach Pear- son	,166	,254	1	,553**
	Signifikanz (2-seitig)	,372	,167		,001
	N	31	31	31	31
v_vertikal	Korrelation nach Pear- son	,258	,213	,553**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,161	,249	,001	
	N	31	31	31	31

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

## oZ

		vHandAbflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vhorizonta l	v_vertikal
vHandAbflug in m/s	Korrelation nach Pear- son	1	,636**	,256	,062
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,165	,739
	N	31	31	31	31
vBall Abflug in m/s	Korrelation nach Pear- son	,636**	1	,270	,062
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,142	,741
	N	31	31	31	31
v_vhorizontal	Korrelation nach Pear- son	,256	,270	1	,094
	Signifikanz (2-seitig)	,165	,142		,615
	N	31	31	31	31
v_vertikal	Korrelation nach Pear- son	,062	,062	,094	1
	Signifikanz (2-seitig)	,739	,741	,615	
	N	31	31	31	31

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

## Gesamt

		vBall Abflug in m/s	v_vhorizontal	v_vertikal
vBall Abflug in m/s	Korrelation nach Pearson	1	,128	,104
	Signifikanz (2-seitig)		,222	,325
	N	93	92	92
v_vhorizontal	Korrelation nach Pearson	,128	1	,294**
	Signifikanz (2-seitig)	,222		,005
	N	92	92	92
v_vertikal	Korrelation nach Pearson	,104	,294**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,325	,005	
	N	92	92	92

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

		vHandAbflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vertikal
vHandAbflug in m/s	Korrelation nach Pearson	1	,597**	,207
	Signifikanz (2-seitig)		,001	,310
	N	26	26	26
vBall Abflug in m/s	Korrelation nach Pearson	,597**	1	,462*
	Signifikanz (2-seitig)	,001		,017
	N	26	26	26
v_vertikal	Korrelation nach Pearson	,207	,462*	1
	Signifikanz (2-seitig)	,310	,017	
	N	26	26	26

### 9.5.8 Korrelationen Geschwindigkeitsparameter im Wettkampf

#### Spieler 8

		vHandAbflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vertikal	v_horizontal
vHandAbflug in m/s	Korrelation nach Pearson	1	,891**	,378**	,174
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,002	,165
	N	65	65	65	65
vBall Abflug in m/s	Korrelation nach Pearson	,891**	1	,416**	,099
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,001	,434
	N	65	65	65	65
v_vertikal	Korrelation nach Pearson	,378**	,416**	1	-,302*
	Signifikanz (2-seitig)	,002	,001		,014
	N	65	65	65	65
v_horizontal	Korrelation nach Pearson	,174	,099	-,302*	1
	Signifikanz (2-seitig)	,165	,434	,014	
	N	65	65	65	65

#### Spieler 14

##### Korrelationen

		vHandAbflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vertikal	v_horizonta l
vHandAbflug in m/s	Korrelation nach Pearson	1	,597**	,382**	,119
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,003	,377
	N	60	60	57	57
vBall Abflug in m/s	Korrelation nach Pearson	,597**	1	,463**	,217
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,000	,106
	N	60	60	57	57
v_vertikal	Korrelation nach Pearson	,382**	,463**	1	-,174
	Signifikanz (2-seitig)	,003	,000		,194
	N	57	57	57	57
v_horizontal	Korrelation nach Pearson	,119	,217	-,174	1
	Signifikanz (2-seitig)	,377	,106	,194	
	N	57	57	57	57

\*\* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.



**Spieler 9****Korrelationen**

		vHandAbflug in m/s	vBall Abflug in m/s	V_vertikal	v_horizonta l
vHandAbflug in m/s	Korrelation nach Pearson	1	,684*	-,060	,314
	Signifikanz (2-seitig)		,007	,838	,274
	N	14	14	14	14
vBall Abflug in m/s	Korrelation nach Pearson	,684**	1	,022	-,148
	Signifikanz (2-seitig)	,007		,939	,613
	N	14	14	14	14
V_vertikal	Korrelation nach Pearson	-,060	,022	1	-,193
	Signifikanz (2-seitig)	,838	,939		,509
	N	14	14	14	14
v_horizonta l	Korrelation nach Pearson	,314	-,148	-,193	1
	Signifikanz (2-seitig)	,274	,613	,509	
	N	14	14	14	14

**9.6. Korrelationstabellen Fragestellung 2****9.6.1 Effektivität und kinematische Parameter Wettkampf****Spieler 8**

		shmax in m	shSchl ag in m	hBall- Ab- schlag in m	dAb- sprun- g- Schla- g in m	Maxi- male Flug- höhe Ball	arwAb wAb- schlag in °	vHand Abflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_verti kal	v_hori zontal
Spe- arman -Rho	Korrelati- onskoeffi- zient	-,215	-,183	-,033	-,178	-,157	-,049	,284*	,254*	,095	,117
	Sig. (2- seitig)	,104	,158	,800	,170	,231	,708	,026	,048	,468	,370
	N	58	61	60	61	60	61	61	61	61	61

**Spieler 14**

		shmax in m	shSchla g in m	hBall Ab- schlag in m	vBall Abflug in m/s	vHand- Abflug in m/s	v_vert ikal	v_hori zontal
Spe- arman- Rho	Korrelationskoeffi- zient	-,162	-,154	-,184	-,025	-,033	-,059	-,031
	Sig. (2-seitig)	,224	,248	,163	,854	,801	,666	,821
	N	58	58	59	59	59	56	56

**Spieler 9**

			shmax in m	shSchla g in m	hBall Ab- schlag in m	vHand- Abflug in m/s	vBall Abflug in m/s	V_vert ikal	v_horiz ontal
Spearman- Rho	EFF	Korrelations- koeffizient	,480	,491	,401	,398	,078	,231	,162
		Sig. (2-seitig)	,097	,089	,174	,178	,800	,448	,598
		N	13	13	13	13	13	13	13

**9.6.2 Korrelationstabellen Effektivität und Zielzonen im Wettkampf****Spieler 8****Korrelationen**

			EFF	Zielzone
Spearman-Rho	EFF	Korrelationskoeffizient	1,000	-,726**
		Sig. (2-seitig)	.	,000
		N	61	61
	Zielzone	Korrelationskoeffizient	-,726**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,000	.
		N	61	65

\*\* . Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

**Spieler 14****Korrelationen**

			EFF	Zielzone
Spearman-Rho	EFF	Korrelationskoeffizient	1,000	-,724**
		Sig. (2-seitig)	.	,000
		N	59	59
	Zielzone	Korrelationskoeffizient	-,724**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,000	.
		N	59	60

\*\* . Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

**Spieler 9****Korrelationen**

			EFF	Zielzone
Spearman-Rho	EFF	Korrelationskoeffizient	1,000	-,500
		Sig. (2-seitig)	.	,082
		N	13	13
	Zielzone	Korrelationskoeffizient	-,500	1,000
		Sig. (2-seitig)	,082	.
		N	13	14

## 9.7 Korrelationstabellen & ALM Fragestellung 3

### Zone 9:

		shmax in m	shSchlag in m	hBallAb- schlag in m	arwAb- schlag in °	vHand- Abflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vhori- zontal	v_ver- tikal
Treffer- genauigkeit	Korrelation nach Pearson	-,287	-,231	-,226	-,064	-,433*	-,066	,160	-,029
	Signifikanz (2- seitig)	,117	,211	,222	,757	,015	,725	,390	,876
	N	31	31	31	26	31	31	31	31

### Zone 7:

		shmax in m	shSchlag in m	hBallAb- schlag in m	arwAb- schlag in °	vBall Abflug in m/s	v_vhoriz- ontal	v_vert- ikal
Treffergenau- igkeit	Korrelation nach Pearson	-,116	-,141	,127	-,127	,062	-,126	-,134
	Signifikanz (2- seitig)	,540	,457	,496	,535	,739	,507	,480
	N	30	30	31	26	31	30	30

## ALM

### Deskriptive Statistiken

Abhängige Variable: vHandAbflug in m/s

Zone	Mittelwert	Standardabweichung	N
7,00	12,61104	1,846152	31
9,00	13,23992	2,008434	31
0	13,80039	1,515658	31
Gesamt	13,21712	1,847821	93

### Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen<sup>a</sup>

Abhängige Variable: vHandAbflug in m/s

F	df1	df2	Sig.
1,352	2	90	,264

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: vHandAbflug in m/s

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	21,950 <sup>a</sup>	2	10,975	3,381	,038
Konstanter Term	16246,376	1	16246,376	5004,376	,000
Zone	21,950	2	10,975	3,381	,038
Fehler	292,179	90	3,246		
Gesamt	16560,505	93			
Korrigierte Gesamtvariation	314,129	92			

a. R-Quadrat = ,070 (korrigiertes R-Quadrat = ,049)

**Deskriptive Statistiken**

Abhängige Variable: vHandAbflug in m/s

Treffergenauigkeit	Mittelwert	Standardabweichung	N
Fehler	14,05986	2,020337	14
kein Treffer	13,98622	1,084509	3
Treffer	12,26007	1,777518	14
Gesamt	13,23992	2,008434	31

**Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen<sup>a</sup>**

Abhängige Variable: vHandAbflug in m/s

F	df1	df2	Sig.
,938	2	28	,403

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Design: Konstanter Term + Treffergenauigkeit

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: vHandAbflug in m/s

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	24,525 <sup>a</sup>	2	12,262	3,558	,042
Konstanter Term	3411,630	1	3411,630	990,009	,000
Treffergenauigkeit	24,525	2	12,262	3,558	,042
Fehler	96,490	28	3,446		
Gesamt	5555,178	31			
Korrigierte Gesamtvariation	121,014	30			

a. R-Quadrat = ,203 (korrigiertes R-Quadrat = ,146)

## 9.8 Korrelationen sh und v: 3D-Analyse Spieler 8 Messung 4:

### Tests auf Normalverteilung

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
shmax in m	,102	26	,200*	,977	26	,809
shSchlag in m	,092	26	,200*	,981	26	,891
hBallAbschlag in m	,101	26	,200*	,960	26	,396
vHandAbflug in m/s	,132	26	,200*	,948	26	,205
vBall Abflug in m/s	,085	26	,200*	,980	26	,865
v_vertikal	,147	26	,153	,930	26	,079

		vHandAbflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vertikal
shmax in m	Korrelation nach Pearson	,428*	,488*	,568**
	Signifikanz (2-seitig)	,029	,011	,002
	N	26	26	26
shSchlag in m	Korrelation nach Pearson	,380	,477*	,740**
	Signifikanz (2-seitig)	,056	,014	,000
	N	26	26	26
hBallAbschlag in m	Korrelation nach Pearson	,145	-,178	,318
	Signifikanz (2-seitig)	,481	,385	,113
	N	26	26	26

### Simultane 2D Analyse Spieler 8 Messung 4:

#### Tests auf Normalverteilung

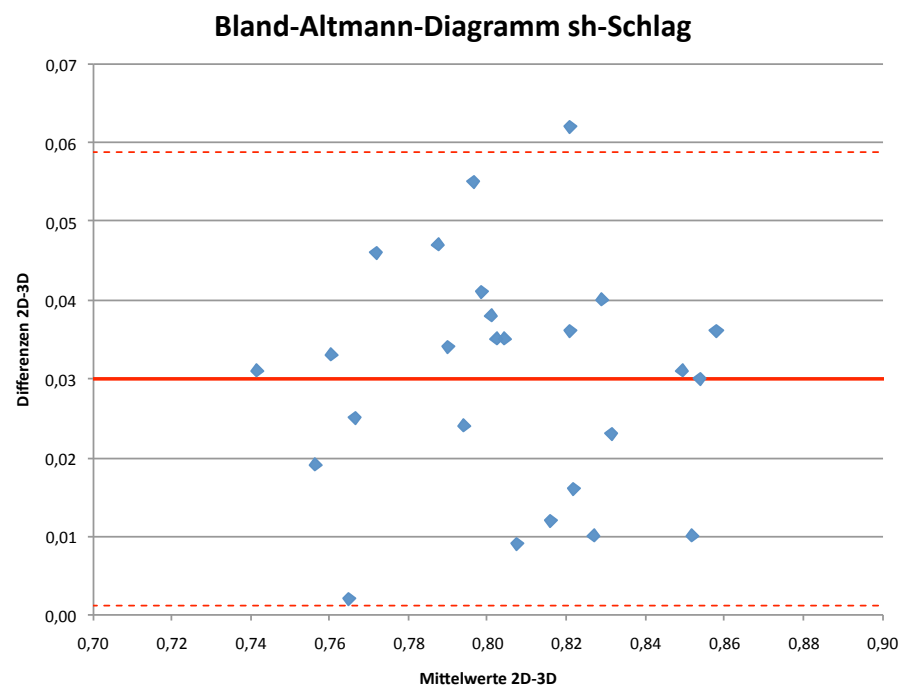
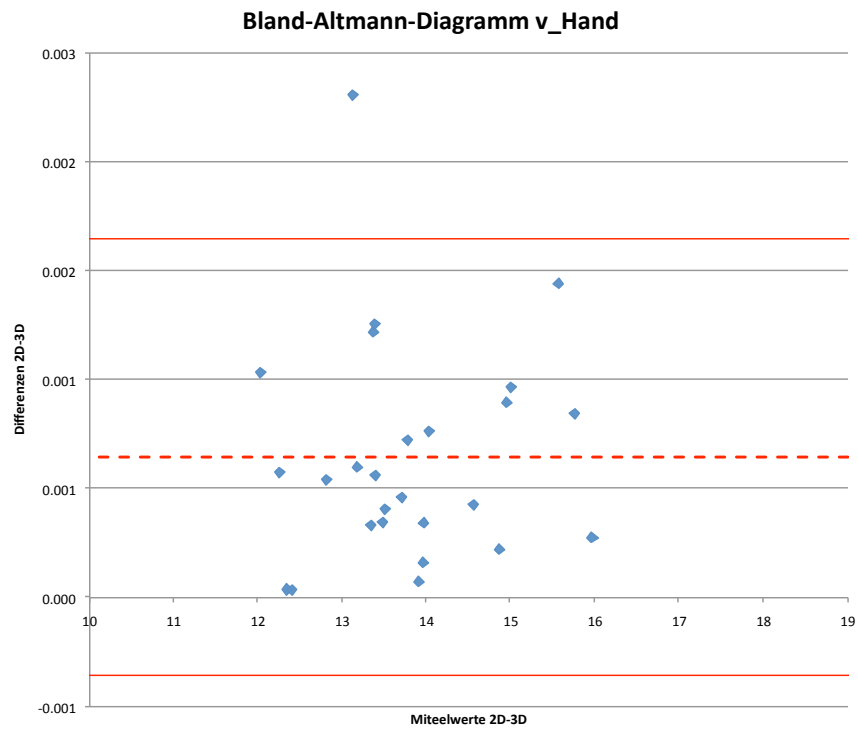
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
shmax in m	,137	26	,200*	,961	26	,417
shSchlag in m	,093	26	,200*	,969	26	,587
hBallAbschlag in m	,092	26	,200*	,957	26	,330
vHandAbflug in m/s	,072	26	,200*	,978	26	,820
vBall Abflug in m/s	,095	26	,200*	,968	26	,573
v_vertikal	,147	26	,156	,939	26	,129

\*. Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.

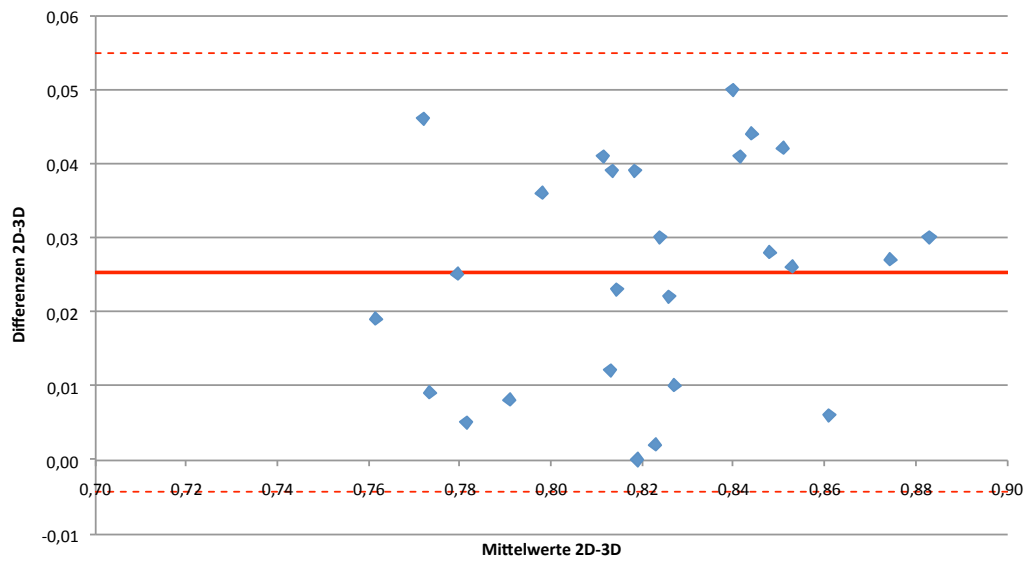
a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

		vHandAbflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_vertikal
shmax in m	Korrelation nach Pearson	,490*	,505**	,545**
	Signifikanz (2-seitig)	,011	,009	,004
	N	26	26	26
shSchlag in m	Korrelation nach Pearson	,432*	,415*	,611**
	Signifikanz (2-seitig)	,027	,035	,001
	N	26	26	26
hBallAbschlag in m	Korrelation nach Pearson	,458*	,180	,444*
	Signifikanz (2-seitig)	,019	,379	,023
	N	26	26	26

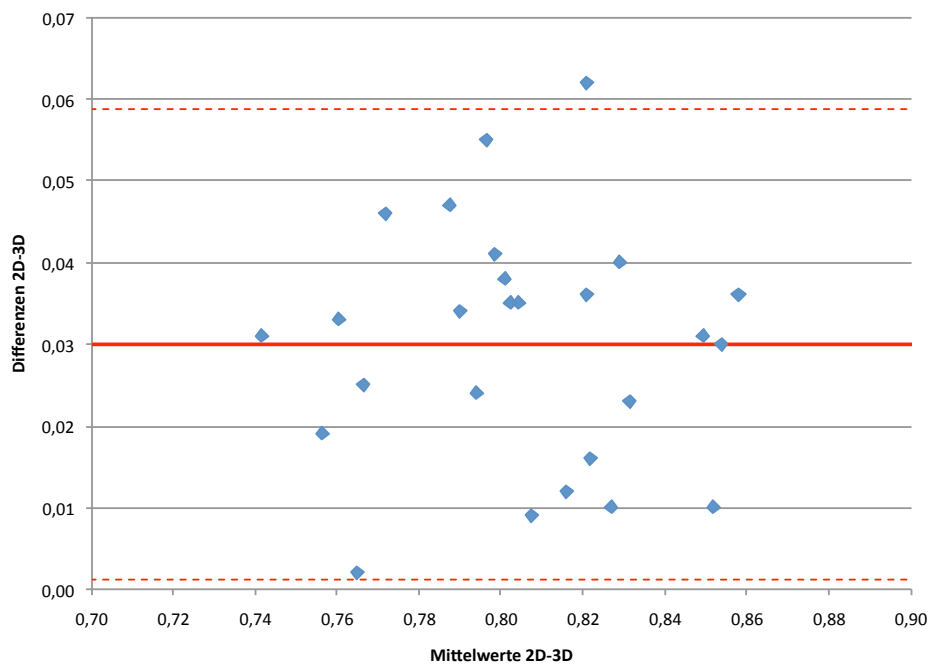
## 9.9 Bland-Altman-Diagramme



Bland-Altman-Diagramm sh\_max



Bland-Altman-Diagramm sh-Schlag



## 9.10 Daten für die einzelnen Sportler

### Korrelationen Spieler 8

#### Effektivität

##### Korrelationen

		EFF	shmax in m	shSchl ag in m	hBall- Ab- schlag in m	dAb- sprung - Schlag in m	Maxi- male Flug- höhe Ball	arwAb- wAb- schlag in °	vHand Abflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_ve rtikal	v_hori zontal
Spe- arman- Rho	Korrelati- onskoeffi- zient	1,00	-,215	-,183	-,033	-,178	-,157	-,049	-,284*	-,254*	,095	-,117
	Sig. (2- seitig)	.	,104	,158	,800	,170	,231	,708	,026	,048	,468	,370
	N	61	58	61	60	61	60	61	61	61	61	61

#### Zielzonen

##### Korrelationen

		Ziel- zo- ne	shmax in m	shSchl ag in m	hBall- Ab- schlag in m	dAb- sprung - Schlag in m	Maxi- male Flug- höhe Ball	arwAb- wAb- schlag in °	vHand Abflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_ve rtikal	v_hori zontal
Spe- arman -Rho	Korrelati- onskoeffi- zient	1,00	,093	,096	-,061	,246*	,026	,008	,374**	,323**	-,098	,215
	Sig. (2- seitig)	.	,474	,447	,632	,048	,840	,948	,002	,009	,436	,086
	N	65	62	65	64	65	63	65	65	65	65	65

#### Punkttestand

##### Korrelationen

		Sta- nd	shmax in m	shSchl ag in m	hBall- Ab- schlag in m	dAb- sprung - Schlag in m	Maxi- male Flug- höhe Ball	arwAb- wAb- schlag in °	vHand Abflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_ve rtikal	v_hori zontal
Spe- arman -Rho	Korrelati- onskoeffi- zient	1,00 0	,356**	,339**	,315*	-,223	,174	,091	,062	-,033	,354*	-,196
	Sig. (2- seitig)	.	,005	,006	,011	,074	,172	,471	,626	,795	,004	,117
	N	65	62	65	64	65	63	65	65	65	65	65



## Kinematische Parameter

## Korrelationen

		shmax in m	shSchlag in m	hBallAb- Ab- schlag in m	dAb- sprung- Schlag in m	Maxi- male Flughö- he Ball	arwAb- schlag in °	vHand- Abflug in m/s	vBall Abflug in m/s	v_ver- tikal	v_horiz- ontal
shmax in m	Korrelation nach Pearson	1	,972**	,780**	-,030	,497**	,278*	,530**	,572**	,640**	-,076
	Signifikanz (2- seitig)		,000	,000	,816	,000	,029	,000	,000	,000	,559
	N	62	62	62	62	60	62	62	62	62	62
shSchlag in m	Korrelation nach Pearson	,972**	1	,761**	-,099	,449**	,302*	,559**	,600**	,726**	-,113
	Signifikanz (2- seitig)	,000		,000	,434	,000	,014	,000	,000	,000	,371
	N	62	65	64	65	63	65	65	65	65	65
hBallAb- schlag in m	Korrelation nach Pearson	,780**	,761**	1	,075	,451**	,127	,213	,228	,522**	,077
	Signifikanz (2- seitig)	,000	,000		,555	,000	,316	,091	,070	,000	,544
	N	62	64	64	64	62	64	64	64	64	64
dAbsprung- Schlag in m	Korrelation nach Pearson	-,030	-,099	,075	1	,270*	-,430**	,158	,093	,480**	,949**
	Signifikanz (2- seitig)	,816	,434	,555		,033	,000	,209	,463	,000	,000
	N	62	65	64	65	63	65	65	65	65	65
Maximale Flughöhe Ball	Korrelation nach Pearson	,497**	,449**	,451**	,270*	1	,057	,346**	,264*	,178	,231
	Signifikanz (2- seitig)	,000	,000	,000	,033		,659	,005	,036	,162	,068
	N	60	63	62	63	63	63	63	63	63	63
arwAb- schlag in °	Korrelation nach Pearson	,278*	,302*	,127	-,430**	,057	1	,166	,282*	,361**	-,429**
	Signifikanz (2- seitig)	,029	,014	,316	,000	,659		,187	,023	,003	,000
	N	62	65	64	65	63	65	65	65	65	65
vHandAb- flug in m/s	Korrelation nach Pearson	,530**	,559**	,213	,158	,346**	,166	1	,891**	,378**	,174
	Signifikanz (2- seitig)	,000	,000	,091	,209	,005	,187		,000	,002	,165
	N	62	65	64	65	63	65	65	65	65	65
vBall Abflug in m/s	Korrelation nach Pearson	,572**	,600**	,228	,093	,264*	,282*	,891**	1	,416**	,099
	Signifikanz (2- seitig)	,000	,000	,070	,463	,036	,023	,000		,001	,434
	N	62	65	64	65	63	65	65	65	65	65
v_vertikal	Korrelation nach Pearson	,640**	,726**	,522**	-,480**	,178	,361**	,378**	,416**	1	-,302*
	Signifikanz (2- seitig)	,000	,000	,000	,000	,162	,003	,002	,001		,014
	N	62	65	64	65	63	65	65	65	65	65
v_horiz- ontal	Korrelation nach Pearson	-,076	-,113	,077	,949**	,231	-,429**	,174	,099	-,302*	1
	Signifikanz (2- seitig)	,559	,371	,544	,000	,068	,000	,165	,434	,014	
	N	62	65	64	65	63	65	65	65	65	65

**Spieler 8:****ALM mit Messwiederholung**

sh\_max

**Deskriptive Statistiken**

Abhängige Variable: shmax in m

Situation	Mittelwert	Standardabweichung	N
Training	,83822	,072747	9
Wettkampf	,94771	,079782	62
Gesamt	,93383	,086588	71

**Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen<sup>a</sup>**

Abhängige Variable: shmax in m

F	df1	df2	Sig.
,009	1	69	,923

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: shmax in m

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	,094 <sup>a</sup>	1	,094	15,096	,000	,180
Konstanter Term	25,067	1	25,067	4016,708	,000	,983
Situation	,094	1	,094	15,096	,000	,180
Fehler	,431	69	,006			
Gesamt	62,440	71				
Korrigierte Gesamtvariation	,525	70				

a. R-Quadrat = ,180 (korrigiertes R-Quadrat = ,168)

sh

**Deskriptive Statistiken**

Abhängige Variable: shSchlag in m

Situation	Mittelwert	Standardabweichung	N
Training	,82878	,074158	9
Wettkampf	,93458	,077248	65
Gesamt	,92172	,083944	74

**Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen<sup>a</sup>**

Abhängige Variable: shSchlag in m

F	df1	df2	Sig.
,056	1	72	,814

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: shSchlag in m

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	,089 <sup>a</sup>	1	,089	14,961	,000	,172
Konstanter Term	24,581	1	24,581	4155,552	,000	,983
Situation	,089	1	,089	14,961	,000	,172
Fehler	,426	72	,006			
Gesamt	63,382	74				
Korrigierte Gesamtvariation	,514	73				

a. R-Quadrat = ,172 (korrigiertes R-Quadrat = ,161)

**h\_Ball:****Deskriptive Statistiken**

Abhängige Variable: hBallAbschlag in m

Situation	Mittelwert	Standardabweichung	N
Training	2,85567	,086345	9
Wettkampf	2,94606	,098564	64
Gesamt	2,93492	,101116	73

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: hBallAbschlag in m

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	,064 <sup>a</sup>	1	,064	6,815	,011	,088
Konstanter Term	265,592	1	265,592	28074,325	,000	,997
Situation	,064	1	,064	6,815	,011	,088
Fehler	,672	71	,009			
Gesamt	629,539	73				
Korrigierte Gesamtvariation	,736	72				

**v\_Hand****Deskriptive Statistiken**

Abhängige Variable: vHandAbflug in m/s

Situation	Mittelwert	Standardabweichung	N
Training	12,35178	2,484510	9
Wettkampf	14,46920	3,470444	65
Gesamt	14,21168	3,423610	74

**Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen<sup>a</sup>**

Abhängige Variable: vHandAbflug in m/s

F	df1	df2	Sig.
3,094	1	72	,083

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Design: Konstanter Term + Situation

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: vHandAbflug in m/s

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	35,444 <sup>a</sup>	1	35,444	3,111	,082	,041
Konstanter Term	5686,871	1	5686,871	499,215	,000	,874
Situation	35,444	1	35,444	3,111	,082	,041
Fehler	820,197	72	11,392			
Gesamt	15801,549	74				
Korrigierte Gesamtvariation	855,641	73				

a. R-Quadrat = ,041 (korrigiertes R-Quadrat = ,028)

**v\_Ball****Deskriptive Statistiken**

Abhängige Variable: vBall Abflug in m/s

Situation	Mittelwert	Standardabweichung	N
Training	22,46304	4,606419	9
Wettkampf	21,28732	5,374244	65
Gesamt	21,43032	5,272259	74

**Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen<sup>a</sup>**

Abhängige Variable: vBall Abflug in m/s

F	df1	df2	Sig.
1,122	1	72	,293

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Design: Konstanter Term + Situation

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: vBall Abflug in m/s

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	10,928 <sup>a</sup>	1	10,928	,390	,534	,005
Konstanter Term	15131,694	1	15131,694	539,820	,000	,882
Situation	10,928	1	10,928	,390	,534	,005
Fehler	2018,232	72	28,031			
Gesamt	36014,286	74				
Korrigierte Gesamtvariation	2029,160	73				

a. R-Quadrat = ,005 (korrigiertes R-Quadrat = -,008)

**v\_vertikal****Deskriptive Statistiken**

Abhängige Variable: v\_vertikal

Situation	Mittelwert	Standardabweichung	N
Training	1,79998	,159251	9
Wettkampf	1,98777	,219499	65
Gesamt	1,96493	,220994	74

**Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen<sup>a</sup>**

Abhängige Variable: v\_vertikal

F	df1	df2	Sig.
,639	1	72	,427

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: v\_vertikal

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	,279 <sup>a</sup>	1	,279	6,108	,016	,078
Konstanter Term	113,419	1	113,419	2484,836	,000	,972
Situation	,279	1	,279	6,108	,016	,078
Fehler	3,286	72	,046			
Gesamt	289,275	74				
Korrigierte Gesamtvariation	3,565	73				

v\_horizontal

**Deskriptive Statistiken**

Abhängige Variable: v\_horizontal

Situation	Mittelwert	Standardabweichung	N
Training	3,58967	,380140	9
Wettkampf	3,17705	,661359	65
Gesamt	3,22723	,646332	74

**Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen<sup>a</sup>**

Abhängige Variable: v\_horizontal

F	df1	df2	Sig.
2,304	1	72	,133

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: v\_horizontal

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	1,346 <sup>a</sup>	1	1,346	3,325	,072	,044
Konstanter Term	361,976	1	361,976	894,094	,000	,925
Situation	1,346	1	1,346	3,325	,072	,044
Fehler	29,149	72	,405			
Gesamt	801,206	74				
Korrigierte Gesamtvariation	30,495	73				

## 10 Literaturverzeichnis

- Alberda, J. (1995). Greater variability and versatility. *Volley Tech* (4), S. 4-8.
- Alexander, M., & Honish, A. (2009). *An Analysis of the Volleyball Jump Serve*. Retrieved 2013 25. Juli from coachesinfo.com:  
[http://coachesinfo.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10029:volleyball-spike-serve&catid=103:volleyball-generalarticles&Itemid=197](http://coachesinfo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=10029:volleyball-spike-serve&catid=103:volleyball-generalarticles&Itemid=197)
- Alfermann, D., & Stoll, O. (2012). *Sportpsychologie- Ein Lehrbuch in 12 Lektionen*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Auguste, C., Salimi, A., Schimanski, M., & Lames, M. (2005). Entwicklung und Anwendung eines volleyballspezifischen Sprungkrafttests. In K. Zentgraf, & K. Langolf, *Volleyball 2004 - Jubiläum. 30. Internationales Hochschul-Symposium des Deutschen Volleyball-Verbandes 2004* (pp. 43-54). Hamburg: Czwalina.
- Bös, K. (1994). Datenerhebung im Hinblick auf Bewegung- Diagnostik motorischer Fähigkeiten und Fertigkeiten. In B. Strauß, & H. Haag, *Forschungsmethoden- Untersuchungspläne- Techniken der Datenerhebung in der Sportwissenschaft* (pp. 345-363). Schorndorf: Hoffmann.
- Bös, K., Opper, E., Woll, A., Liebisch, R. B., & Kremer, B. (2001). Das Karlsruher Testsystem für Kinder (KATS-K) - Testmanual . *Haltung und Bewegung* , 21 (4), pp. 17-47.
- Bacher, P. (2008). *Erfassung und Analyse der äußeren und inneren Struktur im Sportspiel Volleyball anhand von Videoaufzeichnungen der Männer auf oberem nationalen und internationalen Niveau*. Köln: Sporthochschule Köln.
- Brack, R. (2002). *Sportspielspezifische Trainingslehre- Wissenschafts- und objekttheoretische Grundlagen am Beispiel Handball*. Hamburg: Czwalina.
- Brack, R. (1983). *Trainingswissenschaftliche Leistungsdiagnostik im Volleyball. Konditionelle, technomotorische und anthropometrische Einflussgrößen*. Ahrensburg: Czwalina.
- Brand, R., Ehrlenspiel, F., & Graf, K. (2009). *Wettkampf-Angst- Inventar. Manual zur komprehensiven Eingangsdiagnostik von Wettkampfangst, Wettkampffähigkeit und Angstbewältigungsmodus im Sport*. Bonn: Bundesinstitut für Sportwissenschaft.
- Buekers, M. J. (1986). Testbatterie für Spitzenspieler im Volleyball -. Konstruktion und Validierung. *Leistungssport* , 6 (16), S. 22-24.
- Ciccarone, G., Croisier, J., Fontani, G., Albert, A., & Zhang, L. (2007). Comparison between player specialization, anthropometric characteristics and jumping ability in top-level volleyball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* , 61 (1), pp. 29-43.

- Colemann, S. (2005). *A 3D Kinematic Analysis of the Volleyball Jump Serve*. Retrieved 2013 25.Juli from coachesinfo.com:  
[http://coachesinfo.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=375:3dkinematic-article&catid=103:volleyball-generalarticles&Itemid=197](http://coachesinfo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=375:3dkinematic-article&catid=103:volleyball-generalarticles&Itemid=197)
- Czimek, J. (2012). Aktuelle Tendenzen des Volleyballspieles und Folgerungen für die Trainingssteuerung. *Leistungssport*, 42 (2), pp. 26-32.
- Döbler, H., Döbler, E. (1989). *Grundbegriffe der Sportspiele*. Berlin: Sportverlag.
- Drikos, S., & Vagenas, G. (2011). Multivariate assessment of selected performance indicators in relation to the type and result of a typical set in Men's Elite Volleyball. *International Journal of Performance Analysis in Sport* (11), S. 85-95.
- Duncan, M., Woodfield, L., & Al-Nakeeb, Y. (2006). Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *British Journal of Sports Medicine*, 40 (7), pp. 640-651.
- Durnin, J., & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness measurement on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition* (32), pp. 77-97.
- Fattahi, A., Ameli, M., Sadeghi, H., & Mahmoodi, B. (2012). Relationship between anthropometric parameters with vertical jump in male elite volleyball players due to game's position. *JOURNAL OF HUMAN SPORT & EXERCISE*, 7 (3), S. 714-726.
- Felser, S. (2012). *Leistungsstrukturanalyse für die Sportart Short-Track*. Rostock: Universität Rostock.
- Flouris, A., Metsios, G., & Kontedakis, Y. (2005). Enhancing the efficiency of the 20 m multistage shuttle run. *British Journal of Sports Medicine*, 39, pp. 166-170.
- Forthomme, B., Croisier, J., Ciccarone, G., Crielaard, J., & Cloes, M. (2005). Factors Correlated With Volleyball Spike Velocity. *The American Journal of Sports Medicine*, 33 (10), pp. 1513-1519.
- Frick, U., Schmidtbleicher, D., & Wörn, C. (1991). Vergleich biomechanischer Messverfahren zur Bestimmung der Sprunghöhe bei Vertikalsprüngen. *Leistungssport*, 21 (2), pp. 48-53.
- Grant, S., Corbett, K., Amjad, A., Wilson, J., & Aitchison, T. (1995). A comparison of methods predicting maximum oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine*, 29 (3), pp. 147-152.
- Gropler, H., Thiess, G. (1987). Die Kennzeichnung der inneren Struktur der körperlichen Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen in der DDR. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 7 (25), S. 543-549.
- Hagedorn, G. (1972). Zur Theorie der Leistungsdiagnose. In: *Informationsheft zum Training* (S. 27-48). Frankfurt: DSB.

- Hagedorn, G. (1992). Zur Leistungsbestimmung im Sportspiel durch Spielbeobachtung. In: In G. Hagedorn, & N. Heymen, *Methodologie der Sportspielforschung* (S. 73-87). Ahrensburg: 9. Internationales Sportspielsymposium Berlin.
- Hohmann, A. (1994). *Grundlagen der Trainingssteuerung im Sportspiel*. Ahrensburg: Czwalina.
- Hohmann, A. (2005). *Handbuch Sportspiel*. Schorndorf: Hofmann.
- Hohmann, A., & Brack, R. (1983). Theoretische Aspekte der Leistungsdiagnostik im Sportspiel. *Leistungssport*, 2, pp. 5-10.
- Hohmann, A., & Brack, R. (1983 йил April). Theoretische Aspekte der Leistungsdiagnostik im Sportspiel. *Leistungssport* (2), pp. 5-9.
- Hohmann, A., Lames, M., & Letzelter, M. (2010). *Einführung in die Trainingswissenschaft*. Wiebelsheim: Limpert.
- Huang, H., & Liu, C. (1999). Kinematic analysis of the volleyball back row jump spike. *Proceedings of the XVII International Symposium on Biomechanics in Sports*, (S. 49-52).
- Keys, A., Fidanza, F., Karvonen, M. K., & Taylor, H. (1972). Indices of relative weight and obesity. *Journal of Chronic Diseases* (25), pp. 329-343.
- Kollath, E. (1996). *Bewegungsanalyse in den Sportspielen*. Köln: Sport und Buch Strauß.
- Kröger, C. (2010). *Volleyball- Ein spielgemäßes Vermittlungsmodell*. Schorndorf: Hofmann.
- Kuhlmann, C. (2010). *Identifizierung leistungsrelevanter Parameter für die biomechanische Leistungsdiagnostik am Beispiel des Angriffsschlages im Volleyball*. Chemnitz: Technische Universität.
- Kuhlmann, C., & Roemer, K. M. (2008). Aspects of a three dimensional motion analysis of the volleyball spike in high level competition. *Leistungssport* (5).
- Lames, M. (1998). Leistungsfähigkeit, Leistung und Erfolg- ein Beitrag zur Theorie der Sportspiele. *Sportwissenschaft* (2), 137-152.
- Leger L., M. D. (1988). The multistage 20metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sport Science*, S. 93-101.
- Lehnert, M., Janura, M., & Stromšík, P. (2003). The jump serve of the best servers on the Czech national men's volleyball team. *International Journal of VolH leyball Research*, 6 (1), S. 10-13.
- Letzelter, H., & Letzelter, M. (1982). Die Struktur sportlicher Leistungen als Gegenstand der Leistungsdiagnostik in der Trainingswissenschaft. *Leistungssport* (5), pp. 351-361.



- Lidor, R., Arnon, M., Hershko, Y., Maayan, G., & B., F. (2007). Accuracy in a volleyball service test in rested and physical exertion conditions in elite and near-elite adolescent players. *Journal of Strength and Conditioning Research* , 21 (3), S. 937-942.
- Ling, G. (2007). Physique and event specific physical capacities of young female volleyball athletes in China. *Journal of Physical Education* , 40 (7), pp. 113-116.
- Lobiatti, R., Michele, R., & Merni, F. (2006). Relationships between performance parameters and final ranking in professional volleyball. *World Congress of Performance Analysis of Sport 7* . Hungary.
- Marcelino, R., Mesquita, I., & Sampaio, J. (2010). Efficacy of the Volleyball Game Actions Related to the Quality of Opposition . *The Open Sports Sciences Journal*, 2010 (3), S. 34-35.
- Marclino, R. (2008). The weight of terminal actions in Volleyball. Contributions of the spike, serve and block for the teams' rankings in the World League 2005 . *International Journal of Performance Analysis in Sport* , 8 (2), S. 1-7.
- Maxwell, T., Bratton, R., & al, e. (1980). A comparison of the vertical height achieved on the spike jump using no approach, a one step approach, and a run approach. *Volleyball Technical Journal* , 5 (2), S. 29-34.
- Norton, K., & Olds, T. (1996). *Anthropometrica: A Textbook of Body Measurement for Sports and Health Courses*. Sydney: University of New South Wales.
- Palao, J., Gutierrez, D., & Frideres, J. (2008). Height, weight, body mass index and age in beach volleyball players in relation to level and position. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* , 48 (4), pp. 466-471.
- Palao, J., Santos, J., & Urena, J. (2007). Effect of the manner of spike execution on spike performance in volleyball. *International Journal of Performance Analysis in Sport* , 7 (2), S. 126-138.
- Papageorgiou, A., & Czimek, V. (2009). *Volleyball spielerisch lernen*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Papageorgiou, A., & Spitzley, W. (2010). *Handbuch Leistungsvolleyball*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Patsiaouras, A., Charitonidis, K., Moustakidis, A., & Kokaridas, D. (2009). Comparison of technical skills effectiveness of men's National Volleyball teams. *International Journal of Performance Analysis of Sport* (9), S. 1-7.
- Patsiaouras, A., Papanikolaou, Z., Haritonidis, K., Nikolaidis, P., & Keramidas, P. (2008 June). *The Use of the Person-Centered Approach for the Reduction of the State-Trait Anxiety in Volleyball Players*. Retrieved 2013-2-Juli from The athletic insight- The online journal of Sports Psychology: <https://www.athleticinsight.com/Vol10Iss2/102IssueHome.htm>

- Peikenkamp, Natrup, & Nicol. (1993). Generelles Biomechanisches Modellsystem Sportlicher Bewegungen - Anwendungsbeispiel Sprungaufschlag Volleyball . In W. Gutewort, T. Schmalz, & T. Weiß, *Aktuelle Hauptforschungsrichtungen der Biomechanik sportlicher Bewegungen* (S. 95-02). Sankt Augustin: Academia Verlag.
- Raglin, J., & Morris, M. (1998). Precompetition anxiety in women volleyballplayers: a test of ZOF theory in a teamsport . *British Journal of Sports Medicine* , 28 (1), pp. 47-51.
- Ramsbottom, R., Brewer, J., & Williams, C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximum oxygen uptake. *British Journal of Sportsmedicine* , 22 (4), pp. 141-144.
- Reeser, J., & al., e. (2010). Upper Limb Biomechanics During the Volleyball Serve and Spike . *Sports health* , S. 368-374.
- Roemer, K. (2008). Bewegungsanalyse des Volleyballangriffsschlags. In *BISp-Jahrbuch – Forschungsförderung 2007/08* (S. 87-90).
- Roth, K. (2002). Sportmotorische Tests. In R. Singer, & K. Willimczik, *Sozialwissenschaftliche Forschungsmethoden in der Sportwissenschaft* (pp. 99-120). Hamburg: Czwalina Verlag.
- Roth, K., & Willimczik, K. (1999). *Bewegungswissenschaft*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt TaschenbuchVerlag.
- Salimi, A. (2008). *Längsschnittliche und Multivariate Analyse im Spitzenvolleyball* . Augsburg: Universität Augsburg.
- Schmidtbleicher, D. (1985). Diagnose des Kraftverhaltens und Trainingssteuerung im Krafttraining. *Lehre der Leichtathletik* , 24 (4), pp. 107-110.
- Schnabel, G., Harre, H-D., Krug, J. (2009). *Trainingslehre- Trainingswissenschaft*. Aachen: Meyer&Meyer.
- Schnabel, G., Harre, H-D., Krug, J., Borde, A. (2005). *Trainingswissenschaft- Leistung, Training, Wettkampf*. Berlin: Sportverlag.
- Shondell, D., & Reynaud, C. (2002). *The Volleyball Coaching Bible*. Champaign: Human Kinetics.
- Smith, R., Smoll, F., & Schutz, R. (1990). Measurement correlates of sport specific cognitive and somatic trait anxiety: The sport anxiety scale. *Anxiety Research* , 2, pp. 263-280.
- Spielberger, C. (1972). Anxiety as an emotional state. In C. Spielberger, *Anxiety: Current trends in theory and research* (Bd. 1, S. 23-49). New York: Academic Press.

- Spikermann, M. (2000). Beweglichkeit. In W. Freitag, *Schwimmen lernen und optimieren- Komplexe Leistungsdiagnostik im DSV* (pp. S.68-71). Rüsselsheim: Deutsche Schwimmtrainer Vereinigung e.V.
- Stamm, R. (2007). *Significance of the anthropometric factor in young female volleyballers' physical abilities, technical skills, psychophysiological properties and performance in the game*. Potsdam: Universität Potsdam.
- Stiehler, G., Konzag, I., Döbler, H. (1988 (1974)). *Sportspiele*. Berlin: Sportverlag.
- Tant, C., Greene, B. (1993). A comparison of the volleyball jump serve and the volleyball spike. *Biomechanics in Sports XI*, , S. 344-346.
- Thienes, G. (2008). Zur Einordnung des Wettkampfes in den gegenstands- und Objektbereich der Trainingswissenschaft. *E-Journal Bewegung und Training* (2), 37-42.
- Tilp, M. (2004). Biomechanische Aspekte des Volleyballspiels – Sprung, Schlag und Ballflugbahn . *Sportwissenschaft und Sportpraxis 139, Volleyball – europaweit* , pp. 99-114.
- Viitasalo, J. (1988). Evaluation of explosive strength for young and adult athletes. *Research Quarterly Exercise Sports* , 59 (1), S. 9-13.
- Voigt, H. *Koordinationstraining im Volleyball*. Schorndorf: Hofmann.
- WHO. (2011). Waist Circumference and Waist-Hip Ratio Report of a WHO Expert Consultation. *Geneva, 8–11 December 2008* . Genf: WHO Library.
- Xing, H. S. (2006). Analysis on development of body physique and spike height of Chinese elite male volleyball players in league match in recent ten years. *Journal of China Sport Science and Technology* (42), pp. 47-49.
- Yamada, K., Kawata, Y., Nakajima, N., & Hirosawa, M. (2012). Relationship between state anxiety and success rate in game performance, coach's evaluation among Japanese university volleyball players. *WORK* (21), pp. 5764-5766.
- Zhang, Y. (2006). *An investigation on the anthropometry profile and its relationship with physical performance of elite Chinese women volleyball players*. Msc Thesis. Lismore: Southern Cross University.

## **Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema:

Identifizierung leistungsbestimmender Merkmale  
des Sprungaufschlages im  
Sportspiel Volleyball in Training und Wettkampf

selbstständig verfasst habe und dabei keine anderen als in der Dissertation angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

Magdeburg, 22. September 2014

Antje Reuleke

## Lebenslauf

### Kontaktdaten

Name	Antje Reuleke
Geburtsdatum	26.01.1984
Geburtsort	Gardelegen
Anschrift	Schönebecker Straße 107; 39104 Magdeburg
Telefon	0176-84052636
E-mail	Antje.Reuleke@gmail.com

### Beruflicher Werdegang

Seit August 2014	<b>Ökumenisches Domgymnasium, Magdeburg</b> Lehrerin für die Fächer Sport und Englisch
------------------	---

### Ausbildung

April 2013- Juli 2014	<b>Landesinstitut für Schulqualität und Lehrerbildung Sachsen Anhalt, Ökumenisches Domgymnasium, Magdeburg</b> Referendarin für die Fächer Sport und Englisch Abschluss 2.Staatsexamen mit der Note 1,2
Aug. 2012- April 2013	<b>Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft, Clay Schule</b> Berlin Referendarin für die Fächer Sport und Englisch
Juli 2009 – April 2013	<b>Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg</b> Promotionsstudium am Institut für Sportwissenschaft im Fachbereich Trainingswissenschaft mit einem Landesgraduierstipendium des Landes Sachsen Anhalt
Okt. 2003 – Jun 2009	<b>Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg</b> Studium Lehramt an Gymnasien Sport und Englisch Abschluss 1.Staatsexamen mit der Note 1,4
Aug. 2007 – Mai 2008	<b>Armstrong Atlantic State University, Savannah Georgia U.S.A.</b> Studium Sportwissenschaft und Englisch Stipendium Volleyball, Collegeteam Division II President's Honor Roll 2008
1994 - 2003	<b>Friedrich-Ludwig-Jahn Gymnasium, Salzwedel</b> Abitur, Ø Note: 1,7