

**Auswirkungen eines zwölfwöchigen golfspezifischen Fitnessstrainings
auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor
und die Flugweite des Balls im Golf**

**Eine empirische Studie unter besonderer Berücksichtigung
der Kraft, der Beweglichkeit und der Koordination
bei Amateurgolfern mit gefestigter Technik**

Dissertation zur Erlangung des Grades des Doktors der Philosophie

Philosophisch-Sozialwissenschaftliche Fakultät

der Universität Augsburg

vorgelegt von:

Stephanie Stenger

Dezember 2022

Erstgutachter: Prof. Dr. Stefan Künzell

Zweitgutachterin: PD Dr. Claudia Augste

Tag der mündlichen Prüfung: 18.07.2023

Hinweis auf Urheberrecht – © Copyright 2023

Alle Inhalte dieses Werkes – insbesondere Texte, Fotografien, Tabellen, Grafiken und Abbildungen – sind urheberrechtlich geschützt. Soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, liegt das Urheberrecht bei Stephanie Stenger.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich im Rahmen meiner Dissertation unterstützt haben.

Mein Dank gilt zunächst meinem Doktorvater Prof. Dr. Stefan Künzell für seine Unterstützung, seine Zuverlässigkeit, den konstruktiven Austausch und vor allem für die Möglichkeit der Durchführung dieser Arbeit an seinem Lehrstuhl.

Darüber hinaus möchte ich mich ganz besonders bei den Golfclubs *Reit im Winkl* und *GC Herzogenaurach* sowie bei *Intrago Golf München*, *Clubhouse Nürnberg* und dem *Yachthotel Chiemsee* bedanken, die mich bei der Studiendurchführung sehr unterstützt haben.

Auch gilt allen Probanden dieser Studie ein herzlicher Dank. Ohne ihre zuverlässige Teilnahme und ihr Durchhaltevermögen wäre die Durchführung dieser Studie nicht realisierbar gewesen.

Zuletzt danke ich meinem Mann Markus für seine Geduld, seine positiven Zusprüche sowie für seine uneingeschränkte Unterstützung.

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG	1
2 GRUNDLAGEN UND THEORETISCHE ÜBERLEGUNGEN ZUM GOLFSCHWUNG	4
2.1 BEWEGUNGSABLAUF DES GOLFSCHWUNGS.....	4
2.2 LEISTUNGSBESTIMMENDE KOMponentEN DES GOLFSCHWUNGS.....	6
2.2.1 <i>Kraft</i>	6
2.2.2 <i>Ausdauer</i>	7
2.2.3 <i>Beweglichkeit</i>	8
2.2.4 <i>Koordination</i>	9
2.3 MUSKELAKTIVITÄT WÄHREND DES GOLFSCHWUNGS.....	11
2.3.1 <i>Schulter- und Armmuskulatur</i>	12
2.3.2 <i>Rumpfmuskulatur</i>	13
2.3.3 <i>Fuß- und Beinmuskulatur</i>	15
3 GOLFFITNESSTRAINING – ALLES EINE FRAGE DER KRAFT ODER HABEN BEWEGLICHKEIT UND KOORDINATION EINEN VERGLEICHBAREN EINFLUSS AUF DEN GOLFSCHWUNG?	16
3.1 KRAFTTRAINING	16
3.1.1 <i>Trainingsmethoden</i>	16
3.1.2 <i>Zum Einfluss eines Krafttrainings auf bereits untersuchte Variablen des Golfschwungs</i>	18
3.2 KOORDINATIONSTRAINING	20
3.2.1 <i>Trainingsmethoden</i>	20
3.2.2 <i>Zum Einfluss eines Koordinationstrainings auf bereits untersuchte Variablen des Golfschwungs</i>	22
3.3 BEWEGLICHKEITSTRAINING	24
3.3.1 <i>Trainingsmethoden</i>	24
3.3.2 <i>Zum Einfluss eines Beweglichkeitstrainings auf bereits untersuchte Variablen des Golfschwungs</i>	25
3.4 ZUM EINFLUSS EINES KOMBINATIONSTRAININGS AUF BEREITS UNTERSUCHTE VARIABLEN DES GOLFSCHWUNGS.....	26
3.5 ZUSAMMENFASSUNG	29
4 FORSCHUNGSFRAGEN	31
5 ZUM EINFLUSS EINES GOLFSPEZIFISCHEN FITNESSTRAININGS AUF DIE SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT, DEN SMASH-FAKTOR UND DIE FLUGWEITE DES BALLS IM GOLF	32
5.1 EXPERIMENTALAUFGABE	32
5.2 STICHPROBE	33
5.2.1 <i>Probanden und allgemeine Merkmale</i>	33
5.2.2 <i>Studien-Dropout</i>	35
5.2.3 <i>Rekrutierung</i>	36
5.3 OPERATIONALISIERUNG	36
5.3.1 <i>Variablen im Zusammenhang mit der Leistungsveränderung des Golfschwungs</i>	37
5.3.2 <i>Messgerät zur Erfassung der Leistungsveränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls</i>	40
5.4 STUDIENDURCHFÜHRUNG	42
5.4.1 <i>Prättests für die Erfassung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls</i>	43
5.4.2 <i>Zwölfwöchiges golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining</i>	44
5.4.3 <i>Posttests für die Erfassung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls</i>	44
5.5 UNTERSUCHUNGSDESIGN UND DATENAUFBEREITUNG	45
5.6 STATISTISCHE VERFAHREN ZUR AUSWERTUNG	48
5.6.1 <i>Veränderung betreffend Variablen der Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben innerhalb der einzelnen Experimentalgruppen</i>	48

5.6.2 <i>Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls zwischen Experimental- und Kontrollgruppe</i>	48
5.6.3 <i>Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls im weiteren Gruppenvergleich</i>	49
6 EXPERIMENT 1: ZUM EINFLUSS EINES GOLFSPEZIFISCHEN KRAFTTRAININGS AUF DIE SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT, DEN SMASH-FAKTOR UND DIE FLUGWEITE DES BALLS	51
6.1 ZIELSETZUNG VON EXPERIMENT 1	51
6.2 PROBANDEN	53
6.3 MATERIAL	53
6.4 EXPERIMENTELLES DESIGN UND UNTERSUCHUNGSABLAUF.....	54
6.4.1 <i>Prättests</i>	55
6.4.2 <i>Zwölfwöchiges golfspezifisches Krafttraining</i>	56
6.4.2.1 <i>Trainingsablauf</i>	57
6.4.2.2 <i>Kraftübungen</i>	59
6.4.3 <i>Posttests</i>	65
6.5 ABHÄNGIGE UND UNABHÄNGIGE VARIABLEN.....	65
6.6 OPERATIONALE HYPOTHESEN	66
6.7 ERGEBNISSE	66
6.7.1 <i>Veränderung der Variablen betreffend Kraftaufgaben (Prüfung der OH 1)</i>	67
6.7.2 <i>Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (Prüfung der OH 2 und OH 3)</i>	69
6.7.2.1 <i>Schlägerkopfgeschwindigkeit</i>	70
6.7.2.2 <i>Smash-Faktor</i>	71
6.7.2.3 <i>Flugweite des Balls</i>	73
6.7.2.4 <i>Zusammenfassung</i>	75
6.8 DISKUSSION DER ERGEBNISSE	75
7 EXPERIMENT 2: ZUM EINFLUSS EINES GOLFSPEZIFISCHEN KOORDINATIONSTRAININGS AUF DIE SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT, DEN SMASH-FAKTOR UND DIE FLUGWEITE DES BALLS	81
7.1 ZIELSETZUNG VON EXPERIMENT 2	81
7.2 PROBANDEN	83
7.3 MATERIAL	83
7.4 EXPERIMENTELLES DESIGN UND UNTERSUCHUNGSABLAUF.....	84
7.4.1 <i>Prättests</i>	84
7.4.2 <i>Zwölfwöchiges golfspezifisches Koordinationstraining</i>	86
7.4.2.1 <i>Trainingsablauf</i>	86
7.4.2.2 <i>Koordinationsübungen</i>	87
7.4.3 <i>Posttests</i>	94
7.5 ABHÄNGIGE UND UNABHÄNGIGE VARIABLEN.....	94
7.6 OPERATIONALE HYPOTHESEN	95
7.7 ERGEBNISSE	96
7.7.1 <i>Veränderung der Variablen betreffend Koordinationsaufgaben (Prüfung der OH 4)</i>	96
7.7.2 <i>Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (Prüfung der OH 5 und OH 6)</i>	98
7.7.2.1 <i>Schlägerkopfgeschwindigkeit</i>	99
7.7.2.2 <i>Smash-Faktor</i>	100
7.7.2.3 <i>Flugweite des Balls</i>	102
7.7.2.4 <i>Zusammenfassung</i>	104
7.8 DISKUSSION DER ERGEBNISSE	104
8 EXPERIMENT 3: ZUM EINFLUSS EINES GOLFSPEZIFISCHEN BEWEGLICHKEITSTRAININGS AUF DIE SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT, DEN SMASH-FAKTOR UND DIE FLUGWEITE DES BALLS	109
8.1 ZIELSETZUNG VON EXPERIMENT 3	109
8.2 PROBANDEN	111
8.3 MATERIAL	111

8.4 EXPERIMENTELLES DESIGN UND UNTERSUCHUNGSABLAUF.....	112
8.4.1 <i>Prüftests</i>	113
8.4.2 <i>Zwölfwöchiges golfspezifisches Beweglichkeitstraining</i>	114
8.4.2.1 Trainingsablauf.....	115
8.4.2.2 Beweglichkeitsübungen	116
8.4.3 <i>Posttests</i>	122
8.5 ABHÄNGIGE UND UNABHÄNGIGE VARIABLEN.....	123
8.6 OPERATIONALE HYPOTHESEN.....	123
8.7 ERGEBNISSE.....	124
8.7.1 <i>Veränderung der Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben (Prüfung der OH 7)</i>	124
8.7.2 <i>Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (Prüfung der OH 8 und OH 9)</i>	127
8.7.2.1 Schlägerkopfgeschwindigkeit.....	127
8.7.2.2 Smash-Faktor.....	129
8.7.2.3 Flugweite des Balls.....	130
8.7.2.4 Zusammenfassung.....	132
8.8 DISKUSSION DER ERGEBNISSE.....	133
9 EXPERIMENT 4: ZUM EINFLUSS EINES GOLFSPEZIFISCHEN KRAFT-, KOORDINATIONS- UND BEWEGLICHKEITSTRAININGS ALS KOMBINATIONSTRAINING AUF DIE SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT, DEN SMASH-FAKTOR UND DIE FLUGWEITE DES BALLS.....	137
9.1 ZIELSETZUNG VON EXPERIMENT 4	137
9.2 PROBANDEN	139
9.3 MATERIAL	139
9.4 EXPERIMENTELLES DESIGN UND UNTERSUCHUNGSABLAUF.....	140
9.4.1 <i>Prüftests</i>	140
9.4.2 <i>Zwölfwöchiges golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining</i>	141
9.4.3 <i>Posttests</i>	142
9.5 ABHÄNGIGE UND UNABHÄNGIGE VARIABLEN.....	143
9.6 OPERATIONALE HYPOTHESEN.....	144
9.7 ERGEBNISSE.....	145
9.7.1 <i>Veränderung der Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben (Prüfung der OH 10)</i>	145
9.7.1.1 Veränderung der Variablen betreffend Kraftaufgaben.....	145
9.7.1.2 Veränderung der Variablen betreffend Koordinationsaufgaben.....	147
9.7.1.3 Veränderung der Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben.....	149
9.7.1.4 Zusammenfassung.....	151
9.7.2 <i>Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (Prüfung der OH 11 und OH 12)</i>	152
9.7.2.1 Schlägerkopfgeschwindigkeit.....	152
9.7.2.2 Smash-Faktor.....	154
9.7.2.3 Flugweite des Balls.....	156
9.7.2.4 Zusammenfassung.....	157
9.8 DISKUSSION DER ERGEBNISSE.....	158
10 VERGLEICH DER ERGEBNISSE ZUM EINFLUSS EINES GOLFSPEZIFISCHEN TRAININGS AUF DIE SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT, DEN SMASH-FAKTOR UND DIE FLUGWEITE DES BALLS ZWISCHEN DEN GRUPPEN.....	163
10.1 VERÄNDERUNG DER SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT (PRÜFUNG DER OH 13 UND OH 14).....	164
10.2 VERÄNDERUNG DES SMASH-FAKTORS (PRÜFUNG DER OH 13 UND OH 15)	167
10.3 VERÄNDERUNG DER FLUGWEITE DES BALLS (PRÜFUNG DER OH 13, OH 14 UND OH 15).....	169
10.4 ZUSAMMENFASSUNG MIT BEZUG ZUR OH 13, OH 14 UND OH 15	172
10.5 DISKUSSION DER ERGEBNISSE.....	174
10.5.1 <i>Schlägerkopfgeschwindigkeit</i>	175
10.5.2 <i>Smash-Faktor</i>	178
10.5.3 <i>Flugweite des Balls</i>	179
11 GESAMTZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....	181

11.1 ZUSAMMENFASSUNG DER WESENTLICHEN STUDIENERGEBNISSE	181
11.2 FOLGERUNGEN FÜR DIE SPORTWISSENSCHAFTEN UND DIE SPORTPRAXIS	183
12 LITERATURVERZEICHNIS.....	184
13 ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	191
14 TABELLENVERZEICHNIS	194

Abkürzungsverzeichnis

A

α	Irrtumswahrscheinlichkeit (Alpha-Fehler)
Abb.	Abbildung
AT	Posttest
Aufl.	Auflage

B

β	Irrtumswahrscheinlichkeit (Beta-Fehler)
bspw.	beispielsweise
BWS	Brustwirbelsäule
bzw.	beziehungsweise

C

ca.	circa
cm	Zentimeter

D

d	Effektgröße nach Cohen
Deg	Degrees (Grad)
df	Freiheitsgrade bei der statistischen Prüfung
DGV	Deutscher Golf Verband e.V.
d.h.	das heißt

E

E	Erwartung
EMG	Elektromyografie
erw.	erweitert
ET	Prätest
etc.	et cetera

F

F	Prüfgröße beim F-Test
f	folgende
FBA	Finger-Boden-Abstand
FF	Forschungsfrage
ff	fortfolgende
FFP	Filtering Face Piece
Flex	Flexibilität
FT	Fast Twitch

G

geb.	geboren
------	---------

H

h	hinten
HCP	Handicap als Kennzahl des theoretischen aktuellen Spielpotenzials des Golfers
HWS	Halswirbelsäule

I

i.d.R.	in der Regel
--------	--------------

K

kg	Kilogramm
KKB	Kraft Koordination Beweglichkeit

L

l.	links
lat.	lateinisch
LPGA	Ladies Professional Golf Association
LWS	Lendenwirbelsäule

M

m	Meter
M	Mittelwert
max.	maximal
min.	Minute
mind.	mindestens
mph	miles per hour

N

n	Stichprobengröße
η^2	Effektgröße (partielles Eta-Quadrat)

O

o.Ä.	oder Ähnliche(s)
o.g.	oben genannt
OH	operationale Hypothese

P

p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PGA	Professional Golfer's Association
PLZ	Postleitzahl

R

r	Korrelationskoeffizient
ROM	Range Of Motion
RPE	Rate of Perceived Exertion

S

SD	Standardabweichung
Sek.	Sekunden
sog.	sogenannt
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
ST	Slow-Twitch

T

t	Prüfgröße beim t-Test
Tab.	Tabelle
Tel.	Telefon
ToB	Top of Backswing

U

u.a.	unter anderem
überarb.	überarbeitet
unv.	unverändert
usw.	und so weiter

V

v.	vorne
v.a.	vor allem
VD	Veränderungsdifferenz
vgl.	vergleiche
vs.	versus

W

Wdh.	Wiederholung
------	--------------

Z

z	Prüfgröße beim Wilcoxon-Test
z.B.	zum Beispiel

°

Winkelgrad

1 Einleitung

Das Ziel beim Golfsport besteht darin, den Ball mit so wenigen Schlägen wie möglich ins Loch zu spielen. Dies ist jedoch leichter gesagt als getan, da die Schwungbewegung äußerst komplex ist. Dabei gleicht kein Schwung dem anderen; dies nicht nur auf Grund unterschiedlicher Schwunggedanken von Golfspielern¹ sondern auch auf Grund ihrer jeweiligen individuellen physischen Voraussetzungen. Weit verbreitet ist im Golfsport dabei immer noch die Annahme, dass die Leistungsfähigkeit eines Golfers zwar von einem „technisch guten“ Schwung abhängt, im Besonderen aber schnellkräftige Sportler einen erheblichen Vorteil haben. Denn mit mehr Kraft geht auf den ersten Blick eine höhere Schlägerkopfgeschwindigkeit einher. Umso höher die Schlägerkopfgeschwindigkeit ist, desto weiter dürfte der Ball fliegen. Umso weiter der Ball fliegt, desto einfacher müsste es für Golfer sein, den Ball über eine längere Distanz mit wenigen Schlägen ins Loch zu spielen bzw. durch die Wahl „kürzerer“ Schläger den Ball besser kontrollieren zu können.

Aber ist Kraft wirklich maßgeblich ausschlaggebend für verbesserte Leistungen im Golfsport oder haben auch andere motorische Fähigkeiten einen erheblichen Einfluss auf einen weiten Ballflug bzw. auf eine effektive Bewegungsausführung? Welche körperlichen Anpassungen bringen einen effektiven Mehrwert für den Golfschwung? Spielt Kraft eine besonders hervorgegebene Rolle, wie es gleichermaßen die landläufige Meinung suggeriert und es die Vielzahl an Studien im Kraftbereich nahelegen oder haben auch Beweglichkeit und Koordination einen vergleichbaren Einfluss auf den Golfschwung? Zumindest besteht Grund zu der Annahme, dass ein gut koordinierter und mit maximalem Hebel ausgeführter Schwung viel Energie auf den Ball übertragen kann, womit große Flugweiten auch abseits von Einflüssen eines reinen Krafttrainings erzielt werden können. Ist in der Folge ein Kombinationstraining aus Kraft, Koordination und Beweglichkeit womöglich am effektivsten für die Erzielung guter Ergebnisse? Diese Fragen sollen in der vorliegenden Arbeit untersucht werden, wobei hierfür der Einfluss verschiedener Trainingsgestaltungen auf ausgewählte Schlägerkopf- und Ballmesswerte geprüft wird.

Thematisch fügt sich die Arbeit in aktuelle Entwicklungen im Golfsport ein, wonach Sportler im Leistungsbereich vermehrt ganzheitlichen Trainingskonzepten mit Elementen sowohl des Kraft-, Koordinations- als auch des Beweglichkeitstrainings nachgehen, so etwa wie das Athletic Center des Golfclub St. Leon-Rot als Leistungszentrum des DGV (Deutscher Golf Verband). Mag es weiterhin zu beobachten sein, dass Studien im Golfbereich einen klassischen

¹ Aus Gründen der Lesbarkeit wird im Text die männliche Form gewählt. Dennoch beziehen sich die Angaben auf Angehörige sämtlicher Geschlechter.

Schwerpunkt auf Krafttraining und Schlagweitenerzielung setzen (Kapitel 3.1.2); insbesondere neuere Studien im Golfbereich geben den Koordinations- und Beweglichkeitsaspekten (Kapitel 3.2.2 und 3.3.2) mehr Raum bzw. berücksichtigen sie zumindest im Rahmen eines Kombinationstrainings (Kapitel 3.4). Der Ansatz einer ganzheitlichen Studie über einen Zeitraum von 12 Wochen, wonach einem breiten Querschnitt von Amateurgolfern unterschiedlichen Alters, Geschlechts und unterschiedlicher Spielstärke verschiedene Trainingsoptionen in Bezug auf Kraft, Koordination, Beweglichkeit und einer Kombination aus diesen Trainingsformen vorgegeben wurden, diese Trainings jeweils einzeln und untereinander auf ihren Einfluss auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor (einen Wert, der die Effektivität des Treffens bzw. der Energieübertragung von Schlägerkopf auf Ball wiedergibt) und die Flugweite des Balls mittels eines validen Messgeräts geprüft wurden und insoweit verglichen werden konnten, ist in der Forschung bislang nicht erfolgt.

Dabei soll geprüft werden, ob eine Optimierung des Golfschlags und des Ballflugs – untersucht auf Basis der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls ohne Ausrollen (sog. Carry) – durch ein golfspezifisches Kraft-, Koordinations-, Beweglichkeits- und ein Kombinationstraining der drei vorgenannten Trainingsoptionen möglich und sinnvoll ist. Abgestimmt auf die im Golfschwung besonders aktiven Muskeln wurden Kraftübungen vorgegeben. Ein golfspezifisches Koordinationstraining sollte wiederum die Bewegungssteuerung in allen Schwungphasen verbessern und ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining zur Ausführung einer optimalen Schwungweite durch eine verbesserte Gelenkigkeit sowie Dehnbarkeit der Muskeln, Sehnen und Bänder beitragen.

Nachdem die vier verschiedenen golfspezifischen Trainingsoptionen jeweils auf ihre Effektivität hinsichtlich der Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls untersucht wurden, soll im Anschluss noch geklärt werden, ob mit einem zwölfwöchigen golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining als Kombinationstraining eine bessere Schlägerkopfgeschwindigkeit, ein besserer Smash-Faktor und eine bessere Flugweite des Balls im Zeitverlauf erreicht werden kann als mit einem Einzeltraining. Auch soll geprüft werden, ob ein golfspezifisches Krafttraining maßgeblich ausschlaggebend ist für eine Optimierung bestimmter Schlägerkopf- und Ballvariablen oder ob ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining bzw. ein golfspezifisches Koordinationstraining diese Variablen mindestens genauso gut verbessern kann.

Im nachfolgenden Kapitel 2 werden zunächst die theoretischen Grundlagen der hiesigen Studie vorgestellt. Diese beinhalten den Bewegungsablauf des Golfschwungs (Kapitel 2.1), seine leistungsbestimmenden Komponenten (Kapitel 2.2) sowie die Aktivität für den Schwung maßgeblicher Muskeln (Kapitel 2.3). Im anschließenden Kapitel 3 werden zunächst einleitende Erwägungen zu einem golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining getroffen sowie einzelne Studien vorgestellt, die bereits den Einfluss der vorgenannten Trainingsarten sowie den eines Kombinationstrainings auf bestimmte Schlägerkopf- und Ballparameter untersucht haben. Darauf aufbauend bzw. dies ergänzend werden die Fragestellungen formuliert (Kapitel 4), die mit der hiesigen Studie überprüft werden sollen. Nach der Darstellung der Experimentalaufgabe (Kapitel 5.1) und der dieser Studie zugrunde liegenden Stichprobe (Kapitel 5.2) soll im Rahmen der Operationalisierung (Kapitel 5.3) auf jene Variablen eingegangen werden, die zur Überprüfung stehen. Hierbei wird auch Bezug zu dem Messgerät zur Erfassung der Leistungsveränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls genommen. Nach der Darstellung der Studiendurchführung (Kapitel 5.4), des Untersuchungsdesigns und der Datenverarbeitung (Kapitel 5.5) erfolgen Angaben zu den statistischen Verfahren der Auswertung (Kapitel 5.6). In den anschließenden Experimenten 1-4 (Kapitel 6-9) werden sodann in Anlehnung an die Forschungsfragen die jeweiligen Zielsetzungen nebst inhaltlicher Erwartungen, die an dem Experiment teilnehmenden Probanden, das Material, die spezifischen methodischen Verfahren, die operationalen Hypothesen sowie die Ergebnisse und deren Diskussion dargestellt. In Kapitel 10 erfolgen dazu weiterführende Untersuchungen, um ergänzende Forschungsfragen zu erörtern. Die hiesige Studie schließt in Kapitel 11 mit der Gesamtzusammenfassung und gibt einen Ausblick auf etwaige Weiterungen im sportwissenschaftlichen Kontext.

2 Grundlagen und theoretische Überlegungen zum Golfschwung

Um ein erstes Verständnis für den Bewegungsablauf des Golfschwungs und hierfür notwendige motorische Fähigkeiten zu schaffen, soll der Golfschwung in Kapitel 2.1 zunächst mit seinen verschiedenen Phasen dargestellt werden. Sodann erfolgt eine Übersicht über die leistungsbestimmenden Komponenten des Golfschwungs (Kapitel 2.2), wobei insbesondere die für die hiesige Studie relevanten koordinativen und konditionellen Fähigkeiten Berücksichtigung finden, mitunter die einzelnen Schwungphasen berücksichtigend. Ferner werden in Kapitel 2.3 wesentliche Muskeln während der Schwungausführung vorgestellt, um weitere Grundlagen für ein golfspezifisches Fitnesstraining zu schaffen.

2.1 Bewegungsablauf des Golfschwungs

Im Allgemeinen kann der Golfschwung in nachfolgende Abschnitte bzw. Phasen eingeteilt werden:

- Ansprechposition / Set up
- Rück-/Aufschwungphase / Take away
- Erste Abschwungphase / Forward swing
- Zweite Abschwungphase / Acceleration
- Treffmoment/ Impact
- Frühe Durchschwungphase / Early follow through
- Späte Durchschwungphase / Late follow through

Diese Phasen lassen sich in Anlehnung an Hochmuth et al. (2015) wie folgt näher beschreiben: Zunächst befindet sich der Spieler² in der Ausgangsstellung (Ansprechposition), wobei Körper und Ball in Richtung Ziel ausgerichtet sind. Im nahezu schulterbreiten Stand wird das Gewicht bei leicht gebeugten Knien etwa auf beide Füße gleich verteilt. Die Schultern sind parallel zum angestrebten Ballflug positioniert, wobei die rechte Schulter tendenziell etwas tiefer liegt als die linke. Damit sich der Schultergürtel flexibel im Auf- und Abschwung bewegen kann, sind Halswirbelsäule und Kopf aufgerichtet. Der Blick geht auf den Ball. Ferner wird der linke Fuß leicht in Richtung Ziel gedreht, wodurch beim Abschwung Knie- und Sprunggelenk entlastet werden. Um im Abschwung eine Rumpfdrehung zu begünstigen, wird in der Ausgangsstellung eine Vorneigung des Rumpfes um 20°-25° empfohlen.

² Die folgenden Bewegungsbeschreibungen beziehen sich auf Rechtshänder.

Ausgehend von einem Druckimpuls der linken Fußinnenseite und nahezu unveränderten Körperwinkeln von Hüft-, Knie- und Sprunggelenk in der Vertikalen wird der Schwung mit dem Zurückführen des Schlägers (Take away) eingeleitet. Hierdurch wird das Gewicht zunehmend auf den rechten Fuß verlagert. Gleichzeitig erfolgt eine Schultergürtel-, Rumpf- und Beckenrotation nach rechts. Der Schläger wird soweit zurückgeführt, dass er für die vorgesehene Schlagweite in eine gute Position gelangt (Top of Backswing, nachfolgend: ToB). Die zunehmende Drehung des Oberkörpers nach rechts bringt aufgrund der unterschiedlichen Beweglichkeit der Wirbelsäulenabschnitte eine axiale Rotation sowie eine Seitneigung des Oberkörpers mit sich, wodurch eine Kraftverlagerung in der Vertikalen resultiert. Der Ball bleibt dabei im peripheren Blickwinkel.

Im ToB befinden sich die Hände etwa über der rechten Ferse, während die Handgelenke aus der Einheit des linken Arms und des Schlägers zwei Hebel bilden und vermehrt in Radialabduktion gehen. Der linke Arm ist dabei nahezu gestreckt. Das Becken, der Rumpf und der Schultergürtel sollten im ToB maximal gedreht sein. Der Winkel, der sich nun zwischen Becken und Schultergürtel bildet, wird als X-Faktor bezeichnet. Da die Ausholbewegung und der Abschwung ineinander übergehen, beginnt der Abschwung bereits bevor der Schläger den ToB erreicht hat. Hierbei sind die Schultern um 90° gedreht und die Hüften um 45° - 50° . Aus dieser Verwirrung entsteht eine Vorspannung, deren Energie sich im Abschwung entlädt.

Nun kommt es darauf an, die Teilkörperbewegungen des Golfschwungs in einer reibungslos und sinngemäß ablaufenden Gesamtbewegung harmonisch und rhythmisch zu verbinden und den Schläger maximal zu beschleunigen. Den ersten Impuls setzt dabei der rechte Fuß, der die Abschwungbewegung im Unterkörper einleitet. Wenn die Beschleunigung in der Hüfte wieder abnimmt, wird im Oberkörper die maximale Geschwindigkeit erreicht. Folglich werden Rumpf, Arme und Hände maximal beschleunigt, während sich die Geschwindigkeit in Becken und Beinen sukzessiv reduziert. Mit zunehmender Rotation in Richtung Ziel wird das Gewicht vermehrt auf die linke Körperseite verteilt, wodurch der X-Faktor stetig abnimmt.

Ein optimales Treffen des Balls mit der Mitte des Schlägerblatt ist nun von entscheidender Bedeutung für eine optimale Energieübertragung auf den Ball und dessen Flugweite.

Nach dem Treffmoment und der Energieübertragung auf den Ball verlangsamt sich die Schwungbewegung allmählich, sodass der Golfer eine stabile und aufrechte Endposition – das sogenannte Finish – einnehmen kann. In dieser Position befindet sich das Gewicht überwiegend auf dem linken Fuß, der Oberkörper ist aufgerichtet und zusammen mit dem Gesicht frontal Richtung Ziel ausgerichtet.

2.2 Leistungsbestimmende Komponenten des Golfschwungs

Die sportliche Leistungsfähigkeit setzt sich laut Weineck (2019) aus einer Reihe verschiedener Komponenten zusammen, aus deren Interaktion die sportliche Leistung resultiert. In Anlehnung an Weineck lassen sich in diesem Zusammenhang – bezogen auf den Golfschwung – zunächst die konditionellen Fähigkeiten (Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer und Beweglichkeit), die koordinativen Fähigkeiten und Bewegungsfertigkeiten benennen. Zudem hängt die Effektivität des Golfschwungs von taktisch-kognitiven Fähigkeiten (bspw. kluges, strategisches Vorgehen zur Umgehung von Hindernissen), psychischen Fähigkeiten (bspw. mentale Fitness, Motivation) sowie von konstitutionellen (bspw. Bau der Gelenke) und gesundheitlichen Faktoren (bspw. Erkrankungen) ab. Hohmann et al. (2020) erwähnen als weitere Einflussgröße für die sportliche Leistungsfähigkeit externe und sportartspezifische Rahmenbedingungen, womit bspw. auch die Umwelt, das Material oder meteorologische Einflüsse Auswirkungen auf die Schwungausführung haben.

Wenngleich der Golfschwung von einer Vielzahl an Einflussfaktoren abhängt, soll der Fokus der hiesigen Studie auf ausgewählte konditionelle und koordinative Fähigkeiten gelegt werden, um diese und hierdurch den Golfschwung systematisch zu beeinflussen.

2.2.1 Kraft

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel erwähnt, stellt die Leistungskomponente Kraft eine Einflussgröße für die sportliche Leistungsfähigkeit eines Golfers dar. Denn sie kann die Endgeschwindigkeit des Golfschlägers und die Schlagweite des Balls mit beeinflussen (McHardy & Pollard, 2005).

Aufgrund der vielfältigen Betrachtungsweisen der Kraft gestaltet sich die Festlegung auf eine einheitliche Definition eher schwierig (Hohmann et al., 2020). Berücksichtigt man die auch auf der physikalischen Kraft basierenden beobachtbaren Leistung (ebd.), so muss der Golfer für das Erreichen einer möglichst hohen Schlägerkopfgeschwindigkeit im Treffmoment den Schlägerkopf maximal beschleunigen. Die für die Bewegung aufzubringende Muskelkraft wird dabei von der funktionellen Muskelquerschnittsfläche, der intramuskulären Koordination (der willkürlichen Aktivierungsfähigkeit motorischer Einheiten im Muskel) und der intermuskulären Koordination der agonistisch, synergistisch und antagonistisch wirkenden Muskeln beeinflusst (ebd.).

Insoweit ist für den Erhalt einer hohen Schlägerkopfgeschwindigkeit zunächst eine optimale funktionelle Muskelquerschnittsfläche – v.a. wesentlicher Rumpf- und Beinmuskeln wie bspw. *Musculus pectoralis major*, *Musculus serratus*, *Musculus gluteus maximus* und *Musculus*

vastus lateralis (McHardy & Pollard, 2005) – vonnöten, wodurch die Körperwinkel in den gesamten Schwungphasen konstant gehalten werden können (Letzelter & Letzelter, 2002). Fehlt wiederum diese Stabilität bzw. Konstanz während der Schwungausführung, könnte dies letztlich zu einer Reduzierung der Schlägerkopfgeschwindigkeit führen.

Für das Erreichen einer maximalen Schlägerkopfgeschwindigkeit im Abschwung wird zudem der Schnellkraft – jene Fähigkeit des neuromuskulären Systems, dem eigenen Körper oder einem Gegenstand, hier dem Golfschläger, in kürzester Zeit einen möglichst hohen Impuls (Kraftstoß) zu geben (Schnabel et al., 2014) – besondere Bedeutung beigemessen. Gemäß McHardy und Pollard (2005) sowie Hochmuth et al. (2015) sind für die Beschleunigung des Schlägers bis zum Treffmoment v.a. die Unterarm-, Brust-, Bauch- und Gesäßmuskeln (bspw. Musculus flexor carpi ulnaris, Musculus pectoralis major, Musculus obliqui abdominis und Musculus gluteus maximus) von besonderer Relevanz.

Ferner werden Schnellkraftleistungen mit dem Ziel einer maximalen Endgeschwindigkeit – wie dies bei der Beschleunigung des Golfschlägers im Abschwung der Fall ist – nicht nur von einer optimalen Dauer des Kraftanstiegs über den Beschleunigungsweg beeinflusst, sondern auch von einer optimalen segmentalen Übertragung der Teilimpulse verschiedener Antriebsmuskeln (Güllich & Schmidtbleicher, 1999; Hohmann et al., 2020).

Auch der Kraftausdauer kommt für die Replizierbarkeit und bei längerer andauernder Kraftleistung, wie beispielsweise bei häufigen Schlagausführungen innerhalb einer kurzen Zeit, besondere Bedeutung zu. Von einer Kraftausdauerbelastung ist nach Hohmann et al. (2020) dann auszugehen, wenn der zu bewältigende Bewegungswiderstand mindestens 30% der Maximalkraft beträgt. Fallen die Belastungswiderstände jedoch niedriger aus, sprechen Hohmann et al. von einer aeroben Ausdauerbelastung.

2.2.2 Ausdauer

Die Ausdauer als weitere konditionelle Fähigkeit und leistungsbestimmende Komponente beschreibt Weineck (2019) als psychophysische Ermüdungswiderstandsfähigkeit. Damit ermöglicht sie dem Sportler, seine Technik und Taktik sowie Intensität über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten bzw. Intensitätsverluste im Zeitverlauf so gering wie möglich zu halten (Hohmann et al., 2020).

Eine gute Ermüdungswiderstandsfähigkeit und eine schnelle Erholungsfähigkeit sind daher v.a. für eine konstante, effektive Schwungausführung und einer Verringerung taktisch-technisch bedingter Fehler bei der Vielzahl von Schwüngen während einer Golfrunde unabdingbar. Nicht nur eine Vielzahl an Schwüngen stellt aber eine erhebliche Herausforderung für den Golfer dar, sondern auch die auf einer Runde zu bewältigende Wegstrecke über mehrere Kilometer Länge auf nicht immer ebenerdigem Untergrund.

Zudem soll es eine verbesserte Grundlagenausdauer ermöglichen, die psychische Belastbarkeit zu optimieren, indem Misserfolge besser verarbeitet und Motivationsproblemen entgegengewirkt werden (Weineck, 2019). Hieran anknüpfend könnte eine verbesserte Stressresistenz die Konzentration und damit die Qualität der Schwungbewegung einschließlich des Treffmoments – auch über einen längeren Zeitraum hinweg – positiv beeinflussen.

Darüber hinaus trägt eine gute Grundlagenausdauer einerseits zur Optimierung des allgemeinen Gesundheitszustands und andererseits zur Verletzungsreduktion bei, wodurch die Qualität der Bewegungssteuerung aufrechterhalten werden kann (ebd.).

2.2.3 Beweglichkeit

Hohmann et al. (2020) beschreiben die Beweglichkeit als Fähigkeit, Bewegungen mit erforderlicher Schwingungsweite auszuführen, welche einerseits durch die Dehnbarkeit der Muskeln, Sehnen und Bänder sowie andererseits durch die anatomisch-strukturell geprägte Gelenkigkeit bestimmt wird. Letztere bezieht sich dabei auf die genetisch bedingte Schwingungsweite allein in den Gelenken, während unter Dehnbarkeit v.a. die physikalisch bedingte Längenveränderung der jeweiligen Gewebe gemeint ist (ebd.).

In Bezug auf den Golfschwung ermöglicht eine gute Beweglichkeit dem Golfer, seinen Schwung mit der maximalen Schwingungsweite auszuführen, wodurch der Hebel in der Ausholbewegung vergrößert wird. Ein längerer Rückschwung ermöglicht wiederum mehr Zeit, wodurch höhere Geschwindigkeiten und Kräfte generiert werden können (Sheehan et al., 2022). Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die Beweglichkeit der Wirbelsäule, des Schultergürtels und der Hüfte, welche für die axiale Rotation und den X-Faktor von Relevanz sind, und somit maßgeblich den Golfschwung beeinflussen können.

Zudem kann eine gute Beweglichkeit muskulär bedingte Spannungsunterschiede zwischen Agonisten und Antagonisten entgegenwirken, den Muskeltonus senken und die koordinative Leistungsfähigkeit begünstigen, wodurch die Bewegung harmonischer und ökonomischer wird

(Schnabel et al., 2014; Weineck, 2019). Hierdurch wird es dem Golfer während der gesamten Schwungausführung ermöglicht, die Teilkörperbewegungen optimaler zu koppeln, was wiederum zu einer rhythmischen und ökonomischen Schwungbewegung beiträgt.

Ferner kann die Beweglichkeit die Kraftfähigkeit (v.a. die Schnell- und Maximalkraft) beeinflussen, da bei einer verbesserten Beweglichkeit mehr Muskelfasern rekrutiert werden können (Hohmann et al., 2020). Dies begünstigt v.a. die Schlägerkopfgeschwindigkeit im Abschwing und Treffmoment. Folglich kann mithilfe einer verbesserten Krafterzeugung die Schwungbewegung explosiver ausgeführt werden, wodurch mehr Energie im Treffmoment zur Verfügung steht.

Auch reduziert eine verbesserte Beweglichkeit das Verletzungsrisiko und ermöglicht eine schnellere Regeneration nach Verletzungen (Weineck, 2019).

2.2.4 Koordination

Da eine präzise Feinabstimmung der Teilkörperbewegungen für die Effektivität des Golfschwungs wesentlich ist (Letzelter & Letzelter, 2002), soll als eine weitere leistungsbestimmende Einflussgröße auch die motorische Fähigkeit Koordination im Rahmen der hiesigen Studie nähere Berücksichtigung finden. Denn eine gute intermuskuläre Koordination begünstigt nicht nur eine harmonische und rhythmische Schwungbewegung. Werden Agonisten, Synergisten und Antagonisten optimal innerviert, kann hierdurch auch die Schnellkraft positiv beeinflusst werden (Hohmann et al., 2020; Weineck, 2019), in deren Folge sich die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Energiebereitstellung im Treffmoment optimieren dürften.

Der Begriff Koordination bezeichnet nach klassischer Ansicht eine Reihe koordinativer Fähigkeiten (Hohmann et al., 2020). In diesem Zusammenhang lassen sich als besonders fundamentale und leistungsbestimmende Fähigkeiten die Rhythmusfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, kinästhetische Differenzierungsfähigkeit, räumliche Orientierungsfähigkeit, Reaktionsfähigkeit, Kopplungsfähigkeit und Umstellungsfähigkeit benennen (Schnabel et al., 2014).

Neuere theoretische Ansätze stellen das Fähigkeitsmodell indes in Frage (Hohmann et al., 2020; Hossner & Künzell, 2022). Eine Abkehr vom Konzept klassischer koordinativer Fähigkeiten

sei etwa aufgrund ihrer nicht eindeutigen empirischen Belegbarkeit und ihrer mangelnden Ausdifferenziertheit für leistungssportliche Zwecke angezeigt (ebd.).

Um ein Training spezieller koordinativer Leistungsvoraussetzungen zu ermöglichen, wird etwa von der zu erfüllenden motorischen Aufgabe ausgegangen (Neumaier & Mechling, 1995), für das ein koordinatives Anforderungsprofil erstellt wird (Neumaier, 2016). Dabei soll über eine Gewichtung von Druckbedingungen und Informationsanforderungen als koordinative Anforderungskategorien das jeweilige koordinative Anforderungsprofil der Bewegungsaufgabe bzw. der Sportart erstellt werden (ebd.).

Bei genauerer Betrachtung des koordinativen Anforderungsprofils mit seinen Informationsanforderungen und Druckbedingungen sind als Informationsanforderungen für die golfspezifische Bewegungsausführung im Rahmen eines Golfschwungs v.a. die optischen und kinästhetischen Anforderungen sowie die Gleichgewichtsanforderungen als besonders hoch einzustufen (Müller-Dargusch, 2012).

Die optischen Anforderungen sind im Golfsport für die Bewegungsregulierung etwa deshalb von hoher Relevanz, da ohne die visuelle Informationsaufnahme das Treffen des Balls und folglich des Ziels zunächst deutlich erschwert ist. Nicht nur die Ausrichtung des Golfers zum Ball wird maßgeblich durch das visuelle System beeinflusst, sondern auch die Ausrichtung auf das Ziel und damit die Zielpräzision (ebd.).

Wesentlich sind weiter insbesondere kinästhetische Anforderungen. Im Rahmen der Schlagausführung muss nicht nur die Muskelkontraktion richtig dosiert werden, auch müssen die Winkelstellungen der Gelenke optimal aufeinander abgestimmt werden und die Bewegungsrichtung justiert werden (Hochmuth et al., 2015).

Ferner stellt der Golfschwung hohe Gleichgewichtsanforderungen. Ein gutes Gleichgewicht ist insbesondere während der Gewichtsverlagerungen in den Drehbewegungen relevant (Letzelter & Letzelter, 2002), wodurch eine stabile und ökonomische Schwungausführung und Präzision im Treffmoment aufrechterhalten werden kann. Dies gilt umso mehr auf unebenem Untergrund, etwa in Hindernissen oder abseits des Fairways.

Betreffend Druckbedingungen im Golfsport sind v.a. Präzisions- und Komplexitätsdruck als besonders hoch einzuschätzen, wobei auch der Situationsdruck sowie der konditionelle und psychische Belastungsdruck von Relevanz sind (Müller-Dargusch, 2012).

Da der Golfer bei der Schwungausführung den Ball und dieser wiederum das Ziel möglichst exakt treffen sollte, wird der Spieler zunächst mit einem hohen Präzisionsdruck konfrontiert. Denn jede kleinste Winkelveränderung während der Schwungausführung könnte eine

Abweichung des Schlägers bzw. Schlägerkopfes vom optimalen Treffpunkt auf dem Ball zur Folge haben, was wiederum eine Richtungs- und Flugweitenabweichung des Balls mit sich brächte (ebd.).

Ferner stellt der Golfschwung einen äußerst hohen Komplexitätsdruck an den Spieler dar. Denn die Teilkörperbewegungen des Golfschwungs müssen für eine optimale Impulsübertragung bestmöglich – simultan und sukzessiv – koordiniert werden (Letzelter & Letzelter, 2002). Dies wird am Beispiel der Abschwungbewegung deutlich. Hier setzt der rechte Fuß den ersten Impuls und leitet diesen über das Bein an die Hüfte weiter; wenn die Hüfte die größte Beschleunigung erfahren hat und diese langsam wieder abnimmt, wird im Oberkörper die maximale Geschwindigkeit erreicht (Hochmuth et al., 2015). Folglich werden Schulter, Arme und Hände maximal beschleunigt, während sich die Geschwindigkeit im Unterkörper sukzessiv reduziert (ebd.). Würden die Teilkörperbewegungen dabei untereinander nicht präzise aufeinander abgestimmt, käme es zu Einbußen der Energieweiterleitung und damit der Energiebereitstellung im Treffmoment.

Da sich der Golfer während eines Golfspiels mit einer sich ständig wechselnden Umgebung bzw. einem wechselnden Untergrund sowie mit neuen Hindernissen und Herausforderungen auseinandersetzen muss, ist er auch einem erheblichen Situationsdruck ausgesetzt.

Dass der Golfschwung auch konditionellen Belastungsdruck mit sich bringt, wurde bereits in den Kapiteln 2.2.1, 2.2.2 und 2.2.3 dargestellt.

Ferner ist der psychische Belastungsdruck bei der Ausführung des Golfschwungs nicht unerheblich, nicht nur unter Wettkampf- und sonstigen Stressbedingungen. Der Schwung erfordert generell ein hohes Maß an Konzentration bei gleichzeitiger Ausschaltung äußerer Einflüsse, um eine effektive Schwungausführung zu ermöglichen.

2.3 Muskelaktivität während des Golfschwungs

Der komplexe Bewegungsablauf des Golfschwungs erfordert eine besonders große Anzahl an Muskeln, um den Schwung effektiv zu bewältigen und die erzeugte Energie optimal im Treffmoment auf den Ball zu übertragen (McHardy & Pollard, 2005). Welche Muskeln während der Schwungausführung eine besonders hohe Aktivität aufweisen, soll zunächst allgemein und im Anschluss nach Körperregion betrachtet werden.

Bereits in den 80er und 90er Jahren untersuchten Jobe et al. (1986) sowie Pink et al. (1993) mittels Oberflächen-Elektromyografie (EMG) die elektrische Aktivität der golfspezifischen Muskulatur in verschiedenen Golfschwungphasen. Um herauszufinden, welche Muskeln in den

einzelnen Phasen am meisten belastet werden, wurden Golfer mit Elektroden auf der Körperoberfläche versehen, mithilfe derer die Muskelaktivität gemessen wurde. Dabei zeigte die Rumpfmuskulatur eine allgemein sehr hohe Aktivität während des Golfschwungs, was einhergeht mit den Ergebnissen der Studien von Watkins et al. (1996) sowie McHardy und Pollard (2005). Aufgrund der erheblichen Relevanz der Rumpfmuskulatur für den Golfschwung wird diese im Folgenden besonders in den Fokus rücken.

Dass jedoch auch Schultern, Arme und Beine für eine effektive Schwungausführung von erheblicher Bedeutung sind, zeigen u.a. Studien von Pink et al. (1990), Bradley und Tibone (1991) sowie Bechler et al. (1995). Daneben konzentrierten sich auch McHardy und Pollard (2005) in ihrer Studie neben dem Rumpf auf Schultern, Arme und Beine – mithin verfolgt auch deren Studie einen eher ganzheitlichen Ansatz entsprechend der hiesigen Studie. Klarstellend ist anzumerken, dass neben den im Folgenden aufgeführten Muskeln weitere Muskeln den Golfschwung beeinflussen, diese aber aus Komplexitätsgründen nicht explizit erwähnt werden können.

2.3.1 Schulter- und Armmuskulatur

Den Muskeln des Schultergürtels kommt aufgrund ihres Beitrags zur axialen Rotation, Seitneigung des Oberkörpers und des dadurch resultierenden X-Faktors im ToB eine besondere Bedeutung im Rück- und Abschwung zu. Denn in diesen Schwungphasen muss der Schultergürtel eine hohe Spannung aufrechterhalten, was eine gute muskuläre Stabilisierung und Beweglichkeit voraussetzen (Hochmuth et al., 2015). Bewegungsfluss und -präzision werden hiervon begünstigt. Ferner tragen die Armmuskeln, insbesondere die Unterarmmuskeln, nach Hochmuth et al. zur Generierung einer hohen Bewegungsgeschwindigkeit bei.

Bei genauer Betrachtung der Muskeln mittels EMG fanden McHardy und Pollard (2005) in ihrer Studie heraus, dass im Rückschwung der linke Musculus subscapularis sowie im frühen und späten Durchschwung der rechte Musculus subscapularis und der linke Musculus infraspinatus besonders kontrahieren. Jobe et al. (1986) konnten die erhöhte Aktivität des linken Musculus subscapularis im Rückschwung sowie die erhöhte Kontraktion des rechten Musculus subscapularis im Durchschwung bestätigen; sie wiesen darüber hinaus dem linken Musculus subscapularis eine erhöhte Kontraktion im Ab- und Durchschwung nach, dem rechten wiederum auch im Abschwung. Hochmuth et al. (2015) sprechen zudem mitunter dem linken Musculus supraspinatus und Musculus infraspinatus, zusammen mit dem Musculus deltoideus

und Musculus teres minor, eine wesentliche Rolle für die Beschleunigung des linken Arms und die Stabilisierung des Schultergelenks im ToB und Abschwung zu. McHardy und Pollard erwähnen in diesem Zusammenhang noch die unterstützende Wirkung der Supination des linken Arms und der Pronation des rechten Arms durch die erhöhte Aktivität des rechten Musculus subscapularis und des linken Musculus infraspinatus, welche sich bis zum frühen Durchschwung fortsetzt und die Außenrotation des linken Arms und Innenrotation des rechten Arms herbeiführt. Mit erhöhter Aktivität des rechten Musculus flexor carpi ulnaris, Musculus extensor carpi ulnaris und Musculus extensor carpi radialis in der Beschleunigungsphase tragen die Unterarmmuskeln weiterhin zur Erhöhung des Bewegungstempos bei (Hochmuth et al., 2015). Daher leisten sie einen wesentlichen Beitrag für die Energiebereitstellung im Treffmoment (Jorgensen, 1999).

2.3.2 Rumpfmuskulatur

Die Rumpfmuskulatur trägt in hohem Maße zur Erzeugung von Kraft und Stabilität während des Golfschwungs bei (Pink et al., 1993; Watkins et al., 1996). Denn eine gut aufgebaute Rumpfmuskulatur kann die Teilkörperbewegungen des Golfschwungs durch gezielten Muskeleinsatz präzise aufeinander abstimmen, wodurch der Bewegungsfluss bei der Schwungausführung begünstigt wird. Ferner sprechen ihr Watkins et al. sowie Cole und Grimshaw (2016) einen wesentlichen Einfluss auf das Bewegungstempo zu.

Bereits bei der Einleitung des Rückschwungs arbeitet der Golfer mit einer Vorneigung des Oberkörpers gegen die Schwerkraft, worauf eine axiale Rotation, kombiniert mit einer Seitneigung des Oberkörpers folgt, die vorwiegend von den Nacken- und Rückenmuskeln sowie von den Bauch- und Gesäßmuskeln (u.a. Musculus erector spinae, Musculus serratus, Musculus obliqui internus abdominis, Musculus obliqui externus abdominis, Musculus transversus abdominis, Musculus gluteus maximus und Musculus gluteus medius) stabilisiert werden (Hochmuth et al., 2015). Auch McHardy und Pollard (2005) konnten mit ihrer Studie die verstärkte Kontraktion einiger dieser Muskeln in der Rückschwungphase bestätigen.

In der Abschwungbewegung, die für die Beschleunigung des Schlägers von großer Bedeutung ist, stabilisiert die gesamte Rumpfmuskulatur den Oberkörper und ermöglicht dessen Rotation (Hochmuth et al., 2015). McHardy und Pollard (2005) fanden in Bezug auf den frühen Abschwung heraus, dass der linke Musculus rhomboideus und der linke Musculus trapezius besonders kontrahieren, auf der rechten Seite sind der Musculus pectoralis major, der Musculus serratus und der Musculus gluteus maximus besonders aktiv. Jobe et al. (1986) konnten neben

dem rechten Musculus pectoralis major noch dem Musculus latissimus dorsi eine erhöhte Kontraktion nach dem ToB nachweisen. Nach Hochmuth et al. (2015) kommt mitunter dem Musculus pectoralis major eine wesentliche Bedeutung zur Beschleunigung des Armschwungs zu und dem Musculus gluteus maximus sowie dem Musculus gluteus medius eine solche zur Rotation des Beckens und zur Hüftstabilität.

Beim späten Abschwung sollte der Schläger seine maximale Beschleunigung erfahren, sodass im Treffmoment möglichst viel Energie auf den Ball übertragen werden kann. Umso mehr Energie auf den Ball übertragen wird, desto weiter kann dieser fliegen. Hier konnten McHardy und Pollard (2005), Pink et al. (1990) und Jobe et al. (1986) nachweisen, dass auf beiden Seiten der Musculus pectoralis major sehr stark kontrahiert. Während Jobe et al. weiterhin dem beidseitigen Musculus latissimus dorsi eine sehr hohe Kontraktion nachweisen konnten, wiesen McHardy und Pollard dem rechten Musculus serratus anterior, dem Musculus gluteus medius und dem Musculus obliqui abdominis auffällig starke Kontraktionen nach, links wiederum dem Musculus levator scapulae, dem Musculus gluteus maximus und dem Musculus vastus lateralis. Nach Hochmuth et al. (2015) kommt mitunter dem linken Musculus pectoralis major eine wesentliche Bedeutung zur Aufrechterhaltung des Arms in Innenrotation zu, während der rechte den Schwung beschleunigt. Der Musculus gluteus maximus und der Musculus gluteus medius sind weiterhin an der Rotation des Beckens und der Hüftstabilisation beteiligt, während die Bauchmuskeln zur Becken- und Oberkörperrotation beitragen.

Ferner konnten McHardy und Pollard (2005) in der frühen Durchschwungphase nachweisen, dass auf beiden Seiten der Musculus pectoralis major stark kontrahiert. Zudem zeigen der rechte Musculus gluteus medius und der rechte Musculus obliqui abdominis erhöhte Kontraktionen auf. Während auf beiden Seiten der Musculus pectoralis major noch die Armbeschleunigung aufrecht hält, unterstützt der Musculus gluteus medius mit dem Musculus gluteus maximus die Rotation des Beckens. Die Bauchmuskeln stabilisieren wiederum den Oberkörper.

Im späten Durchschwung, welcher bis ins aufrechte Finish (Endposition) übergeht, konnten McHardy und Pollard (2005) dem linken Musculus pectoralis major erhöhte Aktivität nachweisen, rechts dagegen dem Musculus gluteus medius. Während nach Hochmuth et al. (2015) der Musculus pectoralis major den Schwung der Arme aus der Rotation reguliert, trägt mitunter der Musculus gluteus medius dazu bei, die Streckung des Hüft- und Kniegelenks zu unterstützen, was zu einer Stabilisierung der Endposition beiträgt. Zudem sind die Rumpfmuskeln für ein Abbremsen nach dem Treffmoment und die aufrechte Oberkörperstabilisation im Finish wesentlich (Pink et al., 1993).

2.3.3 Fuß- und Beinmuskulatur

Der Fuß- und Beinmuskulatur wird insbesondere für die Einleitung der Körperrotationen und den Erhalt des Gleichgewichts bei der Schwungausführung wesentliche Bedeutung beigemessen. Zudem trägt die Beinmuskulatur zur Erzeugung von Kraft und Stabilität während des gesamten Golfschwungs bei (Pink et al., 1993).

Bei genauer Betrachtung des Rückschwungs mittels EMG konnten McHardy & Pollard (2005) in ihrer Studie dem rechten Musculus semimembranosus und dem rechten langen Kopf des Musculus biceps femoris erhöhte Aktivität nachweisen. Hierbei stabilisiert letzterer das rechte Bein beim Aufschwung (Hochmuth et al., 2015).

Ferner wiesen McHardy und Pollard im frühen Abschwung dem linken Musculus vastus lateralis und dem Musculus adductor magnus erhöhte Aktivität nach. Nach Hochmuth et al. (2015) trägt der Musculus vastus lateralis zur Rotation des Beckens und zu mehr Stabilität der Hüftgelenke bzw. der Kniegelenke bei, der Musculus adductor magnus ist neben der Unterstützung der Drehung des Beckens für die Innenrotation des rechten Oberschenkels entscheidend.

Weiterhin zeigte sich bei der Gewichtsverlagerung in Richtung Ziel und kurz vor dem Treffmoment mit der Studie von McHardy und Pollard, dass der linke Musculus biceps femoris besonders stark kontrahiert, gefolgt vom Musculus vastus lateralis. Letzterer trägt hier zu einem großen Kraftimpuls bei (Maier, 2003) und unterstützt die Beckenrotation sowie gemeinsam mit dem Musculus biceps femoris die Stabilisierung des Knies (Hochmuth et al., 2015).

Im späten Durchschwung konnten McHardy und Pollard (2005) dem linken Musculus semimembranosus und dem rechten und linken Musculus vastus lateralis, gefolgt vom linken Musculus adductor magnus, eine erhöhte Kontraktion nachweisen, da mitunter diese Muskeln die Schwungbewegung langsam abbremsen und die Endposition stabilisieren.

3 Golffitnessstraining – alles eine Frage der Kraft oder haben Beweglichkeit und Koordination einen vergleichbaren Einfluss auf den Golfschwung?

In diesem Kapitel soll zunächst dargestellt werden, wie die im Kapitel 2.2 aufgeführten leistungsbestimmenden Komponenten Kraft, Koordination und Beweglichkeit mithilfe eines golfspezifischen Fitnessstrainings optimiert werden können, sodass eine Leistungsverbesserung des Golfschwungs – in Bezug auf einzelne untersuchte Schlägerkopf- und Ballvariablen – resultiert.

Im Kontext eines golfspezifischen Fitnessstrainings sollen nachfolgend in den Kapiteln 3.1 bis 3.4 einige Studien, geordnet nach Trainingsart, chronologisch genannt und vorgestellt werden. Nach Aufbereitung ihrer Untersuchungsschwerpunkte, -verfahren, -ziele und -ergebnisse folgen in Kapitel 3.5 Erwägungen zu noch zu untersuchenden Bereichen sowie ihrer Forschungsrelevanz.

3.1 Krafttraining

3.1.1 Trainingsmethoden

Wie bereits im Kapitel 2.2.1 dargestellt, bedarf es zur Optimierung des Golfschwungs einer schnellkräftigen und stabilen Bewegungsausführung. Die in diesem Zusammenhang notwendige morphologische, neuromuskuläre und metabolische Anpassung kann mithilfe eines mehrwöchigen Krafttrainings erzielt werden (Olivier et al., 2008). Welche Trainingsmethoden die Kraft und infolge dessen den Golfschwung verbessern können, soll im Folgenden näher erläutert werden.

Einen großen Stellenwert für die Optimierung des Golfschwungs, v.a. für die Generierung einer hohen Endgeschwindigkeit des Schlägerkopfes im Treffmoment und folglich für eine verbesserte Flugweite des Balls, nimmt das Training der Schnellkraft ein. Hierdurch sollen insbesondere die schnellen Kontraktionen der Arm-, Bein- und Rumpfmuskeln, v.a. die der Typ-II-Fasern, optimiert werden. Nach Weineck (2019) eignen sich zur Verbesserung der Kontraktionsgeschwindigkeit und der intramuskulären Koordination explosive, plyometrische und konträre Trainingsformen. In Anlehnung an die Schnellkraftmethode nach Hohmann et al. (2020) sind zur Optimierung der Schnellkraft etwa Übungen mit konzentrischem, submaximalem Krafteinsatz mit maximalem Tempo, bei bis zu zwölf Wiederholungen, drei Serien und einer Pausendauer von über 2 Minuten, geeignet.

Wie bereits Erwähnung fand, ist auch die Maximalkraft entscheidend für die Optimierung des Golfschwungs. Sie trägt im Wesentlichen zu einer schnellkräftigeren und stabileren Schwungausführung bei. Ein Training sollte zunächst auf die Muskelquerschnittsvergrößerung mit bspw. konzentrischen mittleren Krafteinsätzen bis zur Erschöpfung (Muskelleistungsmethode) abzielen, sodann auf die Optimierung der neuronalen Aktivierung mit bspw. konzentrischen maximalen Krafteinsätzen (Maximalkraft-Methode); sinnvoll sind jeweils ca. drei Serien und mit einer Pause von über 3 Minuten (Hohmann et al., 2020).

Auch sollte ein Training der Kraftausdauer erfolgen, um die Kraftleistung über einen längeren Zeitraum hinweg erbringen zu können. Eine gute aerobe und anaerobe Energiebereitstellung kann die für die Effektivität des Golfschwungs wesentliche intermuskuläre Koordination sowie die schnellkräftigen Rumpf- und Extremitäten-Bewegungen auch über einen längeren Zeitraum hinweg konstant halten (Weineck, 2019). Weineck führt zur Verbesserung der Kraftausdauer ein dynamisches Krafttraining mit maximalen Wiederholungen und ein statisches mit maximalen Haltezeiten auf.

Um Fehlstellungen in den Gelenksystemen, akuten Verletzungen und Langzeitschäden entgegenzuwirken, erscheint es nach Weineck (2019) wesentlich, ein ganzheitliches Krafttraining anzuwenden. Hierbei sollen in den Übungen neben der Kräftigung der Agonisten auch die Synergisten und Antagonisten Berücksichtigung finden, wodurch muskulär bedingten Spannungsunterschieden in Folge einer unausgeglichenen Kraftentwicklung und einer Verkürzung der hypertonen Leistungsmuskulatur entgegengewirkt werden soll bzw. bereits bestehende Spannungsunterschiede beseitigt werden sollen (ebd.).

Da eine neuromuskuläre sowie morphologische Adaptation des Skelettmuskels erst infolge eines mehrwöchigen Trainings ausgebildet wird (Friedmann, 2017; Hohmann et al., 2020), sollte ein mehrwöchiger Trainingszeitraum angesetzt werden. Dass bspw. eine Studiendauer von 12 Wochen höhere Effektstärken aufweist als ein Training unter 12 Wochen, wurde etwa in der Studie von Fröhlich et al. (2012) bestätigt.

Mit Fokus auf eine gute Kraftentwicklung sind drei Trainingseinheiten pro Woche als besonders effektiv anzusehen (Wirth et al., 2007). Zudem kann mit einem Mehrsatztraining ein guter Trainingseffekt erzielt werden (Wolfe et al., 2004).

3.1.2 Zum Einfluss eines Krafttrainings auf bereits untersuchte Variablen des Golfschwungs

In Bezug auf den Einfluss eines Krafttrainings auf den Golfschwung lässt sich in der aktuellen Literatur eine vergleichsweise große Auswahl an Studien finden.

Fletcher und Hartwell (2004) untersuchten zunächst die Auswirkungen eines achtwöchigen Krafttrainings mit Elementen aus Gewichtsübungen kombiniert mit plyometrischen Medizinballübungen (3kg) auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Flugweite beim Abschlag mit dem Driver. An dieser Studie nahmen elf männliche Golfer teil (Alter: 29 ± 7.4 Jahre; HCP: 5.5 ± 3.7), welche auf eine Experimental- ($n=6$) und eine Kontrollgruppe ($n=5$) aufgeteilt wurden. Das zweimal wöchentlich durchgeführte Training zeigte bereits nach sechzehn Sitzungen in der Experimentalgruppe eine signifikante Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit ($p < 0.05$) – ausgewertet durch Golftex Prografix für Windows, dem pro-swing analyzer und einem PF-123 Programm – und eine solche der Flugweite des Balls – ausgewertet mittels Distanzmarkierungen und Maßband –, während die Kontrollgruppe keine signifikanten Verbesserungen ($p > 0.05$) zeigte. Den gemessenen Anstieg in der Trainingsgruppe führten Fletcher und Hartwell auf eine durch das Training erzielte Erhöhung der Muskelkraft und auf eine Verbesserung der sequentiellen Beschleunigung der Körperteile zurück.

Alvarez et al. (2012) untersuchten im Rahmen einer achtzehnwöchigen Studie insgesamt zehn männliche Golfer mit einem HCP unter fünf. Diese wurden in zwei Gruppen aufgeteilt, eine Experimental- ($n=5$; Alter: 24.2 ± 5.4 Jahre) und eine Kontrollgruppe ($n=5$; Alter: 23.9 ± 6.7 Jahre). Die Experimentalgruppe durchlief dabei ein in drei Teile gegliedertes Training: Maximalkrafttraining inklusive Gewichtheübungen (2 Tage die Woche für 6 Wochen), explosives Krafttraining mit kombinierten Gewichten und plyometrischen Übungen (2 Tage die Woche für 6 Wochen) und golfspezifisches Krafttraining nebst Schwüngen mit einem gewichteten Schläger (3 Tage die Woche für 6 Wochen). Es konnte dargestellt werden, dass sich die zeitliche Entwicklung der Variablen Ballgeschwindigkeit ($p=0.005$) – gemessen mit einem Radar-Gerät von Stalker – und Beschleunigung des Schlägers ($p=0.004$) – gemessen mit einem piezoelektrischen Wandler von Sportsmetrics – beim Abschlag mit dem Driver jeweils signifikant zwischen den beiden Gruppen unterscheiden. Da sich bei der Experimentalgruppe auch die Maximal- und Explosivkraftübungen zwischen Prä- und Posttest signifikant verbesserten, schlossen Alvarez et al. aus ihrer Untersuchung, dass ein achtzehnwöchiges

Krafttrainingsprogramm die Maximal- und Explosivkraft verbessern und in dessen Folge auch die Schläger- und Ballgeschwindigkeit optimieren kann.

Sung et al. (2016) untersuchten im Rahmen eines achtwöchigen Trainingsprogramms an männlichen koreanischen Golfern ($n=60$; $HCP < 3.0$) die Auswirkungen von Übungen zur Stärkung der Rumpfmuskulatur und der nicht dominanten Armmuskulatur und deren Einfluss auf die Gesamtschlagweite mit dem Driver, gemessen mit einem Golf-Radarmessgerät (FlightScope KUDU). Hierbei wurden die Probanden in eine Kontrollgruppe ($n=20$; Alter: 24.0 ± 1.0 Jahre), eine Rumpfttrainingsgruppe ($n=20$; Alter: 23.0 ± 0.5 Jahre) und eine „Kombinationsgruppe“ aus Muskelstärkungsübungen des nicht-dominanten Arms und des Rumpfes ($n=20$; Alter: 23.2 ± 0.6 Jahre) aufgeteilt. Nach 8 Wochen wurden die Veränderungen der isokinetischen Kraft und der Schlagweite bei den drei Gruppen gemessen. Die Ergebnisse zeigten in der Gesamtverbesserung der Schlagweite zwischen den Gruppen signifikante Unterschiede ($p < 0.001$) auf. Die Erhöhung der Schlagweite bei jener Gruppe, die eine Kombination aus Muskelstärkungsübungen des nicht-dominanten Arms und des Rumpfes ausführte, war größer als die der Kontrollgruppe ($p < 0.001$) und die der Rumpf-Übungsgruppe ($p = 0.001$). Das Training zur Stärkung der Arm- und Rumpfmuskulatur brachte insoweit aussagekräftige Distanzoptimierungen mit sich.

Lewis et al. (2016) untersuchten in ihrer Studie u.a. den Zusammenhang zwischen einem Krafttraining – bestehend aus Squat Jumps, sitzendem Medizinballwurf und Rotationsmedizinballwurf – und der Schlägerkopfgeschwindigkeit bzw. dem Einfluss einzelner Krafttrainingsarten auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit. Weiterhin untersuchten sie, ob altersbedingte Unterschiede bestehen. Bei den Probanden ($n=20$) handelte es sich um professionelle Golfer der Professional Golfers Association (PGA) (Alter: 31.95 ± 8.7 Jahre; Größe: 182.75 ± 6.88 cm; Masse: 90.47 ± 15.6 kg). Hierbei zeigten sich signifikante Korrelationen ($p < 0.01$) zwischen Schlägerkopfgeschwindigkeit und Squat Jumps ($r = 0.817$) und sitzendem Medizinballwurf ($r = 0.706$), allerdings nicht bei dem Rotationsmedizinballwurf ($r = 0.572$). Ferner fanden Lewis et al. in ihrer Studie heraus, dass bei der Aufteilung der Stichprobe nach Alter Professionals jünger als 30 Jahre ($n=10$; Alter: 25.6 ± 2.9 Jahre) eine signifikant ($p \leq 0.05$) höhere Schlägerkopfgeschwindigkeit und Anzahl an Squat Jumps aufzeigten als Professionals über 30 Jahre ($n=10$; Alter: 39.7 ± 5.5 Jahre). Lewis et al. schließen aus ihrer Untersuchung, dass Kräftigungsübungen der Beine und der Brust die Schlägerkopfgeschwindigkeit und somit auch die Golfperformance verbessern können, wobei

die jüngeren Golfer scheinbar im Schwung mehr die Beinmuskulatur nutzen, ältere mehr Oberkörpermuskeln.

Oranchuk et al. (2020) untersuchten die Auswirkungen eines achtwöchigen Kräftigungsprogramms auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit bei Leistungsgolfern. Hierbei durchliefen die zufällig auf eine Interventions- und eine Kontrollgruppe aufgeteilten Probanden (n=12; Alter: 20.3±1.5 Jahre; männlich: n=6; weiblich: n=6) einerseits ein Krafttraining in Form eines Hanteltrainings mit hoher Belastung bzw. ein Widerstandstraining, das sich auf Übungen mit dem eigenen Körpergewicht und Rotationsbewegungen fokussiert, andererseits kein Training. Dabei erzielten Probanden der Interventionsgruppe nicht nur signifikante Verbesserungen betreffend Ergebnisse der Trainingsübungen. Auch betreffend durchschnittliche Schlägerkopfgeschwindigkeit lag ein signifikanter Unterschied ($p=0.005$) zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe vor. Die Ergebnisse indizieren, dass mittels Krafttrainings eine Verbesserung der Trainingswerte und folglich eine Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit im Allgemeinen hervorgerufen werden kann.

3.2 Koordinationstraining

3.2.1 Trainingsmethoden

Ein optimaler Golfschwung erfordert nicht nur eine gute intramuskuläre Koordination, sondern auch ein optimales Zusammenwirken zwischen mehreren Muskeln (intermuskuläre Koordination). Nachfolgend sollen daher Trainingsmethoden dargestellt werden, die zur Optimierung der Koordination und zur Verbesserung des Golfschwungs beitragen können.

Um die Koordination effektiv zu trainieren, sollten Übungen herangezogen werden, die variationsreich und koordinativ anspruchsvoll zugleich sind und den Sportler ans Limit seiner Informationsverarbeitung führen (Hohmann et al., 2020). Diese induzieren gemäß Hohmann et al. bei den Studienteilnehmern Selbstorganisationsprozesse, welche zur Optimierung der Bewegungssteuerung beitragen. Dies könnte sich wiederum positiv auf die Energieübertragung im Treffmoment und auf die Flugweite des Balls auswirken.

Bezugnehmend auf die im Kapitel 2.2.4 dargestellten koordinativen Anforderungskategorien werden nachfolgend golfspezifische methodische Maßnahmen und Übungsbeispiele in Anlehnung an Hohmann et al. (2020) aufgeführt, die zur Schulung der Koordination beitragen

können. Begonnen wird zunächst mit der Vorstellung der verschiedenen Informationsanforderungen, die im Zusammenhang mit der Bewegungsaufgabe stehen. Sodann folgen Druckbedingungen.

Die optische Informationsaufnahme, welche für die Bewegungsausführung des Golfschwungs wesentlich ist, ermöglicht nicht nur die Wahrnehmung des äußeren Umfelds, etwa das Erkennen der Fahnenposition, sondern hilft zugleich in enger Zusammenarbeit mit weiteren Sinnesorganen die Situation besser einzuschätzen und entsprechend zu handeln. Um die optische Informationsaufnahme zu verbessern, können bspw. Übungen mit optischen Einschränkungen, etwa mit teilweise eingeschränkter Sicht oder geschlossenen Augen, durchgeführt werden.

Da jederzeit auch akustische Störfaktoren die Ausführung des Golfschwungs und damit einen optimalen Treffpunkt des Balls beeinträchtigen können, können Übungen eingebaut werden, bei denen eine Ablenkung durch Lärm einer weiteren Person herbeigeführt wird, wodurch das Anforderungsniveau der Übung erschwert ist.

Verschiedene Griffhaltungen oder unterschiedliche Schläger(-griffe) können zudem gesteigerte Anforderungen an die taktile Informationsaufnahme darstellen, welche letztlich zu einer Bewegungsverbesserung beitragen können.

Zudem sollten Bewegungswahrnehmung und Bewegungssteuerung optimiert werden. Unterschiedliche Ausgangspositionen (bspw. eine Standveränderung durch Einnahme des Ein-Bein-Stands) oder variationsreiche Bewegungsausführungen (bspw. durch Rhythmusvariationen oder Ausführung unterschiedlicher Schwungraden) können Rückmeldung über Muskelkontraktionen oder Gelenkstellungen in den einzelnen Bewegungsphasen geben.

Ferner kann mithilfe verschiedener Ausgangspositionen und Bodenbeschaffenheiten (bspw. veränderter Untergrund durch wackeliges Balance-Board und Schräglagen), variabler Fußpositionen und Körperhaltungen das Gleichgewicht optimiert werden, welche eine entscheidende Rolle bei der axialen Rotation oder bei der Einnahme der Endposition des Golfschwungs spielt.

Im Folgenden werden verschiedene Druckbedingungen dargestellt, die im Zusammenhang mit dem Golfschwung stehen:

Die Induktion von Zeitdruck kann die Bewegungssteuerung verbessern. Zeitdruck erhöht die Anforderungen an die Schwunggeschwindigkeit und kann bspw. durch begrenzte Zeitangaben und Rhythmusvariationen erzeugt werden.

Zudem kann der psychische Belastungsdruck die Schwungausführung erschweren. Die Erzeugung von Stresssituationen, bspw. durch ablenkende Einflüsse, veränderte (risikoreiche) Ausführungsbedingungen oder zeitliche Einschränkungen kann die Steuerung der Bewegung optimieren.

Auch die Induktion von konditionellem Druck, etwa durch intensive Belastungen vor oder während der Schwungausführung, kann die Bewegungsausführung des Golfschwungs verbessern, bspw. ein intensives Seilspringen vor der Schwungausführung und die unmittelbar darauffolgende Ausführung einer Serie von Schwüngen.

Ferner kann durch Veränderung des Materials, bspw. durch verschiedene Schlägerlängen, unterschiedliche Lofts oder etwa durch verschiedene Bälle, eine verbesserte Anpassung an die Bewegungsausführung herbeigeführt werden.

Eine Variation der regulären Bewegungsausführung – in diesem Fall der Schwungbewegung – bspw. durch eine Veränderung der Schwingungsweite, durch Geschwindigkeitsvariationen oder durch eine Variation der Schwungebene, verlangt ebenfalls ein hohes Maß an Anpassungsfähigkeit und kann zu einer verbesserten Bewegungssteuerung beitragen.

Wird das äußere Umfeld bspw. durch verschieden große, hohe und in unterschiedlicher Entfernung platzierte Trefferzonen verändert, kann dies ebenfalls die präzise Feinabstimmung der am Schwung beteiligten Muskeln optimieren und die Präzision im Treffmoment sowie die Zielpräzision erhöhen.

3.2.2 Zum Einfluss eines Koordinationstrainings auf bereits untersuchte Variablen des Golfschwungs

In Bezug auf den Einfluss eines Koordinationstrainings auf den Golfschwung – insbesondere unter Berücksichtigung der in Kapitel 3.2.1 dargestellten Methoden – lässt sich in der aktuellen Literatur eine eher geringe Auswahl an Studien finden.

Im Jahr 2018 hat Birkle eine Dissertation über die *Bedeutung sensomotorisch-koordinativer Fähigkeiten für die Verbesserung von Golfleistungen im Nachwuchsbereich* veröffentlicht. Anhand von sechs entwickelten golfspezifischen Testparametern sollte herausgefunden werden, ob durch ein sensomotorisch-koordinatives Training eine Leistungsverbesserung im Golfspiel resultiert. Zur Feststellung der Leistungsverbesserung diente das DGV-Vorgabesystem. An der Studie nahmen vier Trainingsgruppen und eine Kontrollgruppe teil. Eine Kindergolfgruppe (n=44; Alter: 8.87±1.82 Jahre) und eine Jugendgolfgruppe (n=16; Alter: 13.38±1.15 Jahre) trainierte für 16 Wochen einmal wöchentlich für 120 Minuten. Eine

Leistungsgolfgruppe (n=10; Alter: 11.8±1.69 Jahre) trainierte innerhalb des Zeitraums zwei- bis dreimal wöchentlich, einer weiteren Experimentalgruppe von Oberstufenschülern (n=27; Alter: 17.78±1.69 Jahre) ohne Golferfahrung wurden ebenfalls Trainingsmöglichkeiten geben. Darüber hinaus wurde eine Kontrollgruppe mit Kindern und Jugendlichen (n=18; Alter: 12.06±1.96 Jahre) gebildet. Der Trainingsschwerpunkt der Kindergolfgruppe lag dabei auf der Schulung des allgemeinen Gleichgewichts (Stand- und Drehgleichgewicht) und der kinästhetischen Differenzierungsfähigkeit, wobei als Trainingsgeräte Pedalos, Federbretter, Fußwalzen etc. herangezogen wurden. Der Trainingsschwerpunkt der Jugendgolf- und Schulgolfgruppe umfasste zusätzlich die Schulung der Umstellungsfähigkeit (Golfschwünge in schwierigen Lagen sowie auf den o.g. Trainingsgeräten). Bei der Leistungsgolfgruppe lag der Fokus zudem auf der Schulung von Kopplungsfähigkeit, Reaktionsfähigkeit und Orientierungsfähigkeit mittels verschiedener Bewegungsvorgaben, durchgeführt auf o.g. Trainingsgeräten. Die Untersuchung zeigte insbesondere, dass sich das Handicap der Kindergolfgruppe ($p<0.001$), der Jugendgolfgruppe ($p=0.004$) und der Leistungsgolfgruppe ($p=0.002$) jeweils signifikant im Vergleich mit der Kontrollgruppe im Zeitverlauf veränderte. Birkle folgerte aus den Ergebnissen, dass das sensomotorisch-koordinative Training die Golfleistungen und die Lernfortschritte im Golfspiel beschleunigen kann.

Die Auswirkungen eines interaktiven Metronom- und Golfschwung-Trainings auf die Technik und das motorische Timing bei Profi- und Amateurgolfern sowie der Einfluss auf verschiedene Parameter, wie etwa die Schlägerkopfgeschwindigkeit und den Smash-Faktor, hatte die Studie von Kim und Ridgel (2019) zum Gegenstand. Die Probanden (n=30) – wobei zwischen Professionals (n=10) und leistungsorientierten Amateuren (n=20) unterschieden wurde und die Amateure wiederum in eine Experimentalgruppe (n=10) und eine Kontrollgruppe (n=10) aufgegliedert wurden – wurden während der Durchführung dazu aufgefordert, akustische und visuelle Timing-Hinweise während der Schwungausführung zu berücksichtigen. Insoweit wurde das motorische Timing, welches für einen gut koordinierten Bewegungsablauf wesentlich ist, mithilfe des Radarsystems TrackMan 3 untersucht. Kim und Ridgel konnten mit ihrer Studie zeigen, dass sich die Experimentalgruppen hinsichtlich der Koordination der oberen Gliedmaßen signifikant stärker verbesserten ($p=0.048$) als die Kontrollgruppe. Darüber hinaus zeigte sich eine signifikante Verbesserung im gesamten motorischen Timing ($p<0.001$), im Hand- und Fußtiming ($p<0.01$) und im Gleichgewicht ($p=0.003$) zwischen den Messzeitpunkten. Die Effizienz dieses Trainings spiegelte sich auch in den signifikanten Ergebnissen der Variablen Schlägergeschwindigkeit ($p=0.008$), Weg des Schlägers (Club Path)

($p=0.009$) und Smash-Faktor ($p<0.001$) im Gruppenvergleich wider, wobei die Profigolfer eine bessere Schlägerkopfgeschwindigkeit, einen besseren Smash-Faktor und weniger Variabilität im Weg des Schlägers zeigten als Amateurgolfer.

3.3 Beweglichkeitstraining

3.3.1 Trainingsmethoden

Um Bewegungen – wie die des Golfschwungs – mit einer optimalen Schwingungsweite auszuführen zu können, bedarf es einer bestmöglichen Gelenkigkeit und Dehnbarkeit in Muskeln, Sehnen und Bändern (Hohmann et al, 2020). Zudem kann eine gute Beweglichkeit das Bewegungstempo und den Bewegungsfluss positiv beeinflussen (Weineck, 2019), was sich wiederum positiv auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Energiebereitstellung im Treffmoment auswirken kann. Nachfolgend sollen daher Trainingsmethoden dargestellt werden, die zur Optimierung der Beweglichkeit und folglich zur Verbesserung des Golfschwungs beitragen können.

Das Training der Beweglichkeit lässt sich gemäß Homann et al. (2020) in die Dimensionen aktiv-passiv und statisch-dynamisch unterteilen, welche wie folgt beschrieben werden können: Während bei aktiven Beweglichkeitsübungen der Dehnreiz durch eine Antagonisten-Kontraktion hervorgerufen wird, sind passive Beweglichkeitsübungen auf die Krafteinwirkung von Muskeln, die keine Antagonisten sind, der Schwerkraft oder äußerer Kräfte (bspw. Geräte oder Partner) zurückzuführen; zudem können letztere intensiver gestaltet werden als aktive Dehnübungen. Bei dynamischen Dehnpositionen hingegen erfolgt die Dehnung des Gelenks auf ballistische, rhythmische und intermittierende Weise, statische Dehnübungen kennzeichnen sich wiederum durch das langsame Einnehmen der Bewegung und den längeren Verbleib in der Position (ebd.).

Das Stretching – eine Form des statischen Dehnens – zählt nach Hohmann et al. (2020) zur wichtigsten Methode im Beweglichkeitstraining, wodurch es im Rahmen des hiesigen golfspezifischen Beweglichkeitstrainings besondere Berücksichtigung erhalten soll. Hierbei wird die Dehnposition bis zum Erreichen einer leichten Zugspannung langsam eingenommen und über mehrere Sekunden gehalten. Dies kann sowohl aktiv als auch passiv erfolgen. Bezogen auf den Golfschwung können häufig angewandte v.a. Schulter- und Rumpf-Dehnübungen nicht nur die Maximierung des Hebels im ToB begünstigen, welcher für die Generierung einer hohen Schlägerkopfgeschwindigkeit wesentlich erscheint; auch können häufig ausgeführte, ganzheitliche (Bein-, Rumpf-, Arm-, Kopf-) Dehnübungen die allgemeine

Gelenkigkeit sowie die Dehnbarkeit der Muskeln, Sehnen und Bänder verbessern, wodurch die Schwungbewegung ökonomischer und explosiver ausgeführt werden kann.

Darüber hinaus sollten die Dehnübungen nicht zu komplex sein, einerseits im Sinne der mentalen Entspannung während der Durchführung, andererseits um Fehlbelastungen bei ungenauer Bewegungsausführung zu vermeiden (Weineck, 2019).

3.3.2 Zum Einfluss eines Beweglichkeitstrainings auf bereits untersuchte Variablen des Golfschwungs

Inwieweit ein Beweglichkeitstraining den Golfschwung beeinflusst, wurde in der Literatur ebenfalls mit einer eher geringen Anzahl an Studien überprüft.

Soweit Moran et al. (2009) eine Studie durchführten, bei der die Auswirkung eines dynamischen, statischen und eines nicht erfolgten Beweglichkeitstrainings auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit und Ballgeschwindigkeit untersucht werden sollte, betraf dies ein Training unmittelbar vor dem Golfspiel. Damit unterscheidet sich diese Studie hinsichtlich des Trainingszeitraums sowie des zeitlichen Abstands zwischen Training und Messwerterfassung grundsätzlich von der hiesigen Studie. Dennoch sollen Testdurchführung und wesentliche Ergebnisse kurz dargestellt werden. Gespielt wurde mit einem 5er Eisen, wobei die Leistungsmessungen unmittelbar nach dem Dehnen bzw. 5 Minuten, 15 Minuten und 30 Minuten nach dem Dehnen abgenommen wurden. Die Ergebnisse von Moran et al. zeigten, dass dynamische Beweglichkeitsaspekte im Vergleich zu einem nicht erfolgten Dehnen vor dem Golfspiel einen positiven Einfluss auf die Schlägerkopfgeschwindigkeiten ($p=0.000$) und Ballgeschwindigkeiten ($p=0.001$) haben. Darüber hinaus liefert ein dynamisches Dehnen kurz vor dem Golfspiel signifikant höhere Schlägerkopfgeschwindigkeiten ($p=0.000$) und Ballgeschwindigkeiten ($p=0.003$) als ein statisches Dehnen.

In der Studie von Lee et al. (2015) wurde die Auswirkung eines zwölfwöchigen Stretchingtrainings auf den Golfschwung untersucht. Bei den Probanden handelte es sich um männliche Amateur-Golfer ($n=20$), welche keine Knochendeformität, Muskelschwäche, keinen Muskelkater oder neurologische Probleme aufwiesen. Die Teilnehmer wurden in eine Experimental- und eine Kontrollgruppe aufgeteilt. Die Experimentalgruppe führte 12 Wochen lang ein statisches und PNF-Dehnprogramm durch, wobei jede Muskelgruppe drei- bis fünfmal für 15-30 Sekunden wiederholt gedehnt wurde. Nach 12 Wochen erfolgte dann die Untersuchung des Golfschwungs, ausgeführt mit dem Driver, mittels dem GS400-

Schwunganalysegerät. Für die Interaktion von Zeit und Gruppe resultierte ein signifikantes Ergebnis ($p < 0.05$) hinsichtlich der Variable Schlagweite des Balls, womit sich die zeitliche Entwicklung der Variable Schlagweite des Balls signifikant zwischen den beiden Gruppen unterschied. Lee et al. folgerten aus den Ergebnissen ihrer Studie, dass ein golfspezifisches Stretching gewisse Golfschwungparameter – etwa die Schlagweite des Balls – verbessern kann.

Jung et al. (2022) untersuchten in ihrer Studie die Auswirkungen von Beweglichkeitsübungen des Oberkörpers auf die Golfleistung einer Amateurgolferin (Alter: 43 Jahre), welche dreimal pro Woche 30 Minuten allgemeine Golfschwungübungen und 20 Minuten Beweglichkeitsübungen für den Oberkörper durchführte, dies über einen Zeitraum von 2 Wochen (insgesamt sechsmal). Hierbei wurde der maximale Rotationswinkel des Oberkörpers mittels eines Goniometers gemessen. Für die Messung der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls (Carry) wurde ein Kamerainstrument (710S ARC, Maum Golf) herangezogen. Als Schläger diente ein 7er Eisen. Es zeigte sich, dass nach den Übungen der maximale Rotationswinkel des Oberkörpers von 40° auf 69° und der X-Faktor von 10° auf 24° anstieg. Die Schlägerkopfgeschwindigkeit stieg von $29,4\text{m/s}$ auf $34,4\text{m/s}$ und die Flugweite des Balls von 84m auf 106m an. Wenngleich die Repräsentanz dieser Studie aufgrund der Einzelfallanalyse eher gering einzuschätzen sein dürfte, konnten Jung et al. mit ihrer Untersuchung dennoch zeigen, dass in diesem konkreten Fall Flexibilitätsübungen des Oberkörpers zu einer Verbesserung der Oberkörpermobilität, des X-Faktors, der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls (Carry) beitrugen.

3.4 Zum Einfluss eines Kombinationstrainings auf bereits untersuchte Variablen des Golfschwungs

Dass ein Kombinationstraining den Golfschwung positiv beeinflussen kann, zeigt sich insbesondere an den nachfolgenden Studien.

In der Studie von Thompson et al. (2007) wurde nachgewiesen, dass ein progressives funktionelles Fitnesstraining neben einer Verbesserung der funktionellen Fitness auch zu einer Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit beitragen kann. Das Probandengut umfasste dabei ältere männliche Golfer ($n=18$; Alter: 70.7 ± 9.1 Jahre) die nach dem Zufallsprinzip einer Trainingsgruppe ($n=11$) und einer Kontrollgruppe ($n=7$) zugeordnet wurden. Die Trainingsgruppe führte im Rahmen eines achtwöchigen progressiven funktionellen

Trainingsprogramms Flexibilitäts-, Rumpfstabilitäts-, Gleichgewichts- und Widerstandsübungen aus. Die Veränderung des Fitnesszustands der Trainingsgruppe wurde dabei vor und nach dem achtwöchigen Trainingszeitraum mittels gepaarten t-Tests geprüft, wobei die meisten Fitnessvariablen signifikant ($p < 0.05$) anstiegen. Zudem wurde mithilfe eines Radarmessgeräts vor und nach dem Training die Schlägerkopfgeschwindigkeit beider Gruppen gemessen. Es konnte gezeigt werden, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit in der Experimentalgruppe nach dem Training anstieg, während diese in der Kontrollgruppe abnahm.

Weiterhin bestätigen die Ergebnisse von Lephart et al. (2007), dass ein golfspezifisches Trainingsprogramm die Kraft, die Flexibilität und das Gleichgewicht bei trainierten Golfern verbessern kann. Lephart et al. befassten sich dabei mit den Auswirkungen eines achtwöchigen golfspezifischen Kraft-, Flexibilitäts- und Gleichgewichtstrainings auf die körperlichen Eigenschaften, die Schwungmechanik und die Golfleistung trainierter männlicher Golfer ($n=15$; Alter: 47.2 ± 11.4 Jahre; HCP: 12.1 ± 6.4). Trainiert wurde in der Nebensaison, drei- bis viermal die Woche. Die Ergebnisse zeigten im Hinblick auf die untersuchten Messwerte des Golfschwungs einen signifikanten Anstieg der durchschnittlichen Schlägergeschwindigkeit ($p=0.001$), der Ballgeschwindigkeit ($p=0.001$), der Flugweite des Balls (Carry) ($p=0.001$) und der Gesamtdistanz ($p=0.001$). Auch die Ergebnisse der Rumpffrotationskraft und der Hüftabduktionskraft konnten sich signifikant verbessern ($p < 0.05$). Die Flexibilität von Rumpf, Schulter und Hüfte stieg ebenfalls bei allen durchgeführten Flexibilitätsmessungen signifikant ($p < 0.05$) an. Am Beschleunigungspunkt des Golfschwungs konnte die axiale Rotationsgeschwindigkeit des Oberkörpers signifikant erhöht werden ($p=0.009$), das Gleichgewicht wurde allerdings nur bei drei von zwölf Messungen signifikant verbessert.

In einer Studie von Dinse (2008) konnte anhand von Freizeitgolfern ($n=52$) (Trainingsgruppe $n=28$; Alter: 52.0 ± 12.9 Jahre; HCP: 19.1 ± 8.1 ; Kontrollgruppe: $n=24$; Alter: 45.0 ± 11.2 Jahre; HCP: 25.0 ± 11.4) aufgezeigt werden, dass ein achtwöchiges Kraft- und Flexibilitätstraining, vorwiegend bestehend aus Übungen mit dem eigenen Körpergewicht bzw. mit leichten Zusatzgeräten, nahezu alle untersuchten Schwungparameter sowie Fitnessparameter der Rumpfflexibilität und Rumpfkraft im Vergleich mit der Kontrollgruppe signifikant verbessern kann. Im Prä- und Posttest wurde dabei die Rumpfkraft mithilfe eines Geräts zur Muskelkraftmessung (Myoline Professional) gemessen, die Rumpfflexibilität und ausgewählte Schwungparameter mittels biomechanischer dreidimensionaler Schwunganalysen (GBD Golf Analysis System). Ferner wurde die Schlägerkopfgeschwindigkeit durch Radarmessung

(Swing Mate) geprüft. Es konnte hinsichtlich der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit ein signifikanter Unterschied ($p=0.006$) zwischen Experimental- und Kontrollgruppe dargestellt werden. Während sich die Schlägerkopfgeschwindigkeit in der Experimentalgruppe um 5.9mph verbesserte, konnte diese in der Kontrollgruppe nur um 1.5mph ansteigen. Aus den Ergebnissen schlussfolgerte Dinse, dass ein komplexes golfspezifisches Kraft- und Flexibilitätstraining bestimmte Golfschwungparameter verbessern kann.

Der Effekt eines zwölfwöchigen kombinierten Trainings zur Optimierung der Kraft und Flexibilität der Rumpfmuskulatur wurde auch in einer Studie von Kim (2010) an Profi-Golfern der Korea Ladies Professional Golf Association ($n=17$) untersucht, wobei einer Experimentalgruppe ($n=9$) eine Kontrollgruppe ($n=8$) gegenübergestellt wurde. Dabei standen die Auswirkungen eines Flexibilitätstrainings, eines Maximalkrafttrainings (Rückenstreckung und Kniebeuge) und eines isometrischen Krafttrainings auf die Parameter Ball- und Schlägerkopfgeschwindigkeit sowie Flugweite des Balls im Fokus der Untersuchungen. Gespielt wurde mit einem Driver. Nach 12 Wochen Training zeigte sich ein signifikanter Anstieg der körperlichen Fitnessparameter. So stiegen die Werte der Maximalkraft und der isometrischen Kraft in der Trainingsgruppe nach einem zwölfwöchigen Training signifikant an. Gleichzeitig verbesserten sich die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Schlagweite des Drivers nach 12 Wochen signifikant.

In der Studie von Looock et al. (2013) konnte mithilfe von Freizeitgolfern ($n=101$; Alter: 38.23 ± 16.55 Jahre) ein Zusammenhang zwischen ausgewählten körperlichen Fitnessparametern und der Schlägerkopfgeschwindigkeit sowie der Flugweite des Balls beim Schlag mit dem Driver mit dem Launch-Monitor FlightScope nachgewiesen werden. Die Probanden wurden dabei aufgeteilt in eine Gruppe, die Übungen mit Trainingsgeräten und eine, die Übungen mit dem eigenen Körpergewicht ausführte. Im Prä-Posttest wurde bei jedem Probanden die Flexibilität des unteren Rückens (Sit-and-Reach), der Muskelwiderstand (Sit-Ups und Push-Ups), die Muskelstärke (Squats, Rückendynamometer), die Cardio-Atemfitness (3-Minuten-Schritttest) und das Gleichgewicht (Biodex Balance System) gemessen. In beiden Gruppen stiegen dabei sämtliche Fitnesswerte signifikant an ($p<0.05$), mit Ausnahme bei Ausdauerwerten. Mit dieser Studie konnte letztlich festgestellt werden, dass die Kraft des unteren Rückens einen wichtigen Beitrag zur Flugweite, ausgeführt mit dem Driver ($r=0.470$), zur Schlägerkopfgeschwindigkeit, ausgeführt mit dem Driver ($r=0.558$), zur Flugweite, ausgeführt mit dem Eisen ($r=0.439$) und zur Schlägerkopfgeschwindigkeit, ausgeführt mit dem Eisen ($r=0.597$) leistet, wobei Übungen

mit Trainingsgeräten und mit eigenem Körpergewicht gleichermaßen effektiv für die Verbesserung der untersuchten Fitnesswerte waren; indes schien ein Training mit Trainingsgeräten einen größeren Einfluss auf die Parameter des Golfschlages zu haben.

Auch an der Studie von Marshall und Llewellyn aus dem Jahr 2017 ist zu erkennen, dass ein Zusammenhang zwischen verbesserter Balance und Flexibilität sowie einer höheren Schlägerkopfgeschwindigkeit und weiteren Schlagdistanzen besteht. In dieser Untersuchung nahmen College-Golfer (männlich: n=5, weiblich: n=5) teil, wobei die Testung der Golfparameter anhand eines Drives mit einem Optishot Golf Simulator erfolgte. Es konnte gezeigt werden, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen verbesserter Balance und Flexibilität und einer größeren Schlagdistanz und Schlägerkopfgeschwindigkeit gibt. Bei männlichen Golfern ergab sich insbesondere ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem besseren Gleichgewicht und der Flugweite des Balls.

3.5 Zusammenfassung

Der Schwerpunkt des wissenschaftlichen Diskurses im Kraftbereich lag in der Vergangenheit auf einer Überprüfung von Schlagweitenoptimierungen, wobei der Trainingsschwerpunkt zumeist auf Oberkörperübungen bzw. einem Training der Rumpfmuskulatur lag. Vergleichsweise wenig Beachtung fand in Studien ein ganzheitliches Ganzkörperkrafttraining unter Berücksichtigung der besonders aktiven Muskeln während des Golfschwungs, ein Fitnesstraining mit Schwerpunkt auf golfspezifische Beweglichkeits- und Koordinationenübungen sowie insbesondere ein Vergleich zwischen Kraft-, Beweglichkeits- und Koordinationstraining. Als Trainingsdauer wurde oftmals ein kürzerer Zeitraum angesetzt statt etwa 12 Wochen. Auch wurde seltener auf Amateurgolfer mit gefestigter Technik bzw. einen breiten Schnitt an Golfspielern abgestellt und eher männliche Spieler berücksichtigt. Zudem lag der Untersuchungsschwerpunkt der Studien nicht auf einer ganzheitlichen Betrachtung der Schlagweitenoptimierung unter Berücksichtigung nicht nur der erreichten Distanz, sondern auch ihrer Einflussfaktoren, zu denen neben der Schlägerkopfgeschwindigkeit auch ein „effektiver Treffpunkt“ zählt bzw. Einzelwerte, aus denen ein solcher gefolgert werden kann. Für die Testung wurde zudem meist auf einen Driver statt auf einen Golfschläger für mittlere Weiten, etwa einem 7er Eisen, abgestellt. Auch legten die Probanden den Fokus auf Distanzerzielung, statt dass ihnen an die Hand gegeben wurde, auf Basis einer für sie vertretbaren (subjektiven) Standardschwunggeschwindigkeit die Schwünge auszuführen und

hierüber zu überprüfen, ob realistische Distanzgewinne erreicht wurden. Weiterhin erfolgte die Wirksamkeitsprüfung des Trainings in Bezug auf die untersuchten Schwung- und Ballparameter nicht immer durch valide Radarsysteme (Launch-Monitore), die sich in den letzten Jahren zudem technisch deutlich fortentwickelten. Auch in dieser Folge bestehen weitere Möglichkeiten, Schlagweitenoptimierungen zu überprüfen oder andere Werte – etwa den Smash-Faktor – zu testen. Aufgrund der überschaubaren Anzahl an Studien zu Koordinations- und Beweglichkeitstrainings sowie deren Einfluss auf den Golfschwung, erscheint jedenfalls eine umfassende Überprüfung der Auswirkung eines solchen Trainings angezeigt. Ein Kombinationstraining, bestehend aus Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsübungen liefert insoweit diverse Optionen von Studienrelevanz. Zur Beurteilung der Wirksamkeit einer Intervention sollen dabei nicht nur die Leistungsveränderungen einzelner Experimentalgruppen mit einer Kontrollgruppe miteinander verglichen werden, auch soll geprüft werden, ob sich die Werte bestimmter Schlägerkopf- und Ballvariablen zwischen den Experimentalgruppen unterscheiden.

4 Forschungsfragen

Aufbauend bzw. ergänzend zu den in Kapitel 3 dargestellten Studien soll mit der hiesigen Studie untersucht werden, inwieweit ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining jeweils als Einzeltraining sowie als Kombinationstraining – bestehend aus Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsübungen – die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls beeinflussen kann. Somit soll nicht nur der Einfluss dieser Trainingsoptionen auf die Flugweite des Balls oder die Schlägerkopfgeschwindigkeit als mitbestimmenden Faktor für Weitererzielung untersucht werden, sondern auch die Effektivität des Treffens (Smash-Faktor). Weiterhin erfolgt nicht nur ein Vergleich der Ergebnisse zwischen den jeweiligen Experimentalgruppen und einer Kontrollgruppe; auch sollen die Ergebnisse der Experimentalgruppen untereinander verglichen werden. Insoweit werden insbesondere folgende Forschungsfragen (FF) betrachtet:

- *FF 1: Führt ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining jeweils als Einzeltraining sowie als Kombinationstraining zu einer Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls?*
- *FF 2: Kann mit einem zwölfwöchigen golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining jeweils als Einzeltraining sowie als Kombinationstraining die Schlägerkopfgeschwindigkeit, der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls stärker verbessert werden als ohne Training?*
- *FF 3: Können mit einem zwölfwöchigen golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining als Kombinationstraining eine bessere Schlägerkopfgeschwindigkeit, ein besserer Smash-Faktor und eine bessere Flugweite des Balls hervorgerufen werden als mit einem Einzeltraining?*
- *FF 4: Ist ein golfspezifisches Krafttraining maßgeblich ausschlaggebend für eine Optimierung der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls, oder kann ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining und ein golfspezifisches Koordinationstraining mindestens genauso gut die Schlägerkopfgeschwindigkeit und Flugweite des Balls verbessern?*

Diesbezügliche konkrete Erwartungen sowie operationale Hypothesen erfolgen in den nachfolgenden Experimenten 1-4 (Kapitel 6, 7, 8 und 9) sowie in Kapitel 10.

5 Zum Einfluss eines golfspezifischen Fitnessstrainings auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls im Golf

Zur Beantwortung der Forschungsfragen werden in der vorliegenden kontrollierten Längsschnittstudie vier Experimente durchgeführt, wobei jeweils der Einfluss eines von vier Trainingskonzepten (Kraft-, Koordinations-, Beweglichkeits- und Kombinationstraining aus den vorgenannten drei Trainingsarten) auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls bei einem regulären Golfschlag mit einem 7er Eisen untersucht wird. Insoweit wird in Kapitel 5.1 zunächst die Experimentalaufgabe einschließlich ihrer Wahl für die Begründung der Forschungsfragen vorgestellt. Sodann folgen Erwägungen zu den Probanden (Kapitel 5.2), um im Anschluss im Rahmen der Operationalisierung (Kapitel 5.3) die abhängigen und unabhängigen Variablen, welche Rückschlüsse über die Leistungsveränderung des Golfschwungs geben sollen, sowie das für deren Erfassung verwendete Messgerät näher zu beschreiben. Hierauf folgt die Darstellung der Studiendurchführung (Kapitel 5.4), des Untersuchungsdesigns und der Datenauswertung (Kapitel 5.5). Das Kapitel schließt mit Anmerkungen zur statistischen Auswertung (Kapitel 5.6).

5.1 Experimentalaufgabe

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wird eine Experimentalaufgabe gestellt, die möglichst exakt den Ist-Zustand der Probanden in Bezug auf die bereits genannten Schlägerkopf- und Ballmesswerte darstellt. Ziel ist es, die Probanden einen regulären Golfschlag mit einem 7er Eisen durchführen zu lassen, bei dem die Probanden ihr aktuelles Leistungsniveau zeigen können. Die Probanden führen hierfür in einem Indoor-Golf-Simulator dreizehn sog. Präzisionsschwünge durch, d.h. die Probanden sollen den Golfball mit einer Schlägerkopfgeschwindigkeit treffen, die sie für sich als normal empfinden, und ihn möglichst genau auf ein geradeaus entferntes, auf der Projektionsfläche jeweils mittig gestecktes Ziel zu spielen. Die Durchführung der Golfschläge soll nach 12 Wochen mit bzw. ohne Training wiederholt werden, um einen Prä-/Post-Vergleich vornehmen zu können.

Konkret wird für die Messung das Messgerät TrackMan 4 verwendet, das in Kapitel 5.3.2 näher beschrieben wird. Um die Werte optimal zu erfassen und eine Vergleichbarkeit unter den Studienteilnehmern zu gewährleisten, wird er jeweils vor Spielbeginn kalibriert. Im direkten Anschluss wird der Abstand zwischen TrackMan und Ball sowie zwischen Ball und vorderer

Projektionsfläche (der Wand, da Indoor-Messungen erfolgen) manuell mittels Zentimetermaßes überprüft, sodass der Abstand jeweils im Prä- und Posttest identisch ist. Hierfür wird der TrackMan hinter dem Ball und in Richtung Ziel positioniert. Der empfohlene Abstand gemäß Hersteller zum Ball und zur vorderen Projektionsfläche wird stets eingehalten und mittels Zentimetermaß überprüft. Ferner sind bei dem TrackMan äußere Faktoren wie die Temperatur (25° Celsius) und der Windeinfluss voreingestellt, sodass auch hinsichtlich dieser äußeren Faktoren eine Vergleichbarkeit unter den Probanden gewährleistet ist. Um realistische Ergebnisse zu erreichen, spielt jeder Proband mit seinem eigenen 7er Eisen. Denn aufgrund der individuellen körperlichen Bedürfnisse der Probanden und Gewohnheiten in der Schlagdurchführung verspricht die Bereitstellung ein und desselben Schlägers für alle Probanden keine realistischen Ergebnisse. Die Länge des jeweiligen Schlägers, dessen Winkelstellungen, die Flexibilität der Schäfte, die Schwere der Schläger und ihrer Komponenten sowie deren Gewichtung weisen teilweise extreme Unterschiede auf, sodass jeder Proband seinen eigenen Schläger für die Testung seines Ist-Zustandes im Prä- und Posttest mitbringt. Nur so kann ein realistisches Bild gewonnen werden.

5.2 Stichprobe

Im Folgenden wird die Stichprobengröße der Studie, einschließlich allgemeiner Merkmale aller Probanden näher beschrieben (Kapitel 5.2.1). Im Anschluss folgen Erläuterungen zu dem Studien-Dropout (Kapitel 5.2.2) sowie zu der Rekrutierung der Probanden (Kapitel 5.2.3).

5.2.1 Probanden und allgemeine Merkmale

In die Studienauswertung flossen die Ergebnisse von $n=50$ gesunden, motivierten Probanden ein, wobei es sich um Golfer im Alter zwischen 28 und 73 Jahren (49.5 ± 14.8 Jahre) unterschiedlichen Geschlechts (weiblich: $n=15$, männlich: $n=35$) mit einem durchschnittlichen Handicap (HCP)/Spielstärke von 22.6 ± 16.9 HCP handelte.

Die $n=50$ Probanden wurden auf vier Experimentalgruppen (zu je $n=10$) und einer Kontrollgruppe ($n=10$) aufgeteilt. Detaillierte Probandenangaben bzgl. Alter, Spielstärke und Geschlechterverteilung folgen in den einzelnen Experimenten im Kapitel 6.2, 7.2, 8.2 und 9.2.

Alle Probanden, die an der Studie teilnahmen, verfügten über ausreichend Spielerfahrung und über eine grundsätzlich gefestigte Technik in der Schwungausführung, sodass die Ergebnisse des Trainingsprogramms möglichst nicht durch gänzlich neue Technikaneignungen oder

Technikumstellungen beeinflusst wurden. Insoweit wurden Neueinsteiger bei der Studie nicht berücksichtigt. Soweit im Einzelfall Spieler mit einem offiziellen Handicap von 54 – dies entspricht dem Einstiegshandicap eines Golfers – an der Studie teilnahmen, hatten diese Spieler aus unterschiedlichen Gründen bisher keine Turniere bzw. sonstige vorgabewirksamen Runden gespielt, sodass ihr Handicap unverändert blieb. Würde man deren Spielstärke objektiv bewerten, so dürfte deren Handicap und damit das berechnete Durchschnittshandicap aller Probanden vermutlich zu hoch angesetzt sein.

Zwei der Probanden dieser Studie waren Linkshänder, sodass diese Spieler sich in Spielrichtung links vom Ball ausrichteten. Die Lage des Balls war allerdings bei allen Spielern dieselbe, sodass dies keine Auswirkungen auf die untersuchten Werte hatte.

Zudem spielte ein Großteil der Probanden in einer Mannschaft und kam aus den Großräumen München, Erlangen/Nürnberg und Reit im Winkl.

Damit die Aussagekräftigkeit der golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstrainings sowie deren Ergebnisse nicht durch externe Einflüsse verfälscht wurde, wurden lediglich Probanden angenommen, die in den Vormonaten kein intensives Fitnessstraining in Anspruch genommen hatten bzw. dieses nicht zeitgleich betrieben. Ein intensives externes Fitness- oder Golftraining war durch die Wahl des Studienzeitpunkts (Golfnebensaison) sowie bei gleichzeitiger öffentlich-rechtlich angeordneter Sperrung der Golfplätze, Fitnessclubs und Golf-Indoor-Anlagen aufgrund der Corona-Pandemie parallel zur Studie ohnehin kaum realisierbar. Außerdem wurde sich auch bewusst gegen Profigolfer bzw. rein leistungsorientierte Golfer entschieden, da diese zur Steigerung ihrer Leistungsfähigkeit regelmäßig intensives Fitnessstraining betreiben bzw. betrieben hatten. Durch das bewusste Entscheiden für Amateurgolfer schien die Option gegeben, womöglich aussagekräftigere Ergebnisse für die Studie zu erhalten.

Die Zuteilung der Studienteilnehmer auf die einzelnen Gruppen erfolgte auf freiwilliger, selbstbestimmter Basis der Probanden – unabhängig von Alter, Handicap und Geschlecht – und richtete sich sowohl nach ihrem persönlichen Interesse als auch deren Optimierungsbedarf, wobei dies mit der Studiendurchführenden im Bedarfsfall vorbesprochen wurde. Hierdurch wurde höhere Motivation, Leistungsbereitschaft und Durchhaltevermögen angenommen als wenn die Probanden willkürlich zugeteilt worden wären.

Dass alle Probanden über Ablauf und erhofften Nutzen der Studie in Kenntnis gesetzt waren und mit der Veröffentlichung der Testergebnisse und studienrelevanter anthropometrischer Daten einverstanden waren, bestätigten sie mit ihrer schriftlichen Einverständniserklärung. Sie stimmten auch den Datenschutzerklärungen zu (hierzu Anhang 15.1).

5.2.2 Studien-Dropout

Eine vorab durchgeführte a-Priori-Poweranalyse mittels *G*Power 3.1* (Faul et al., 2007) ergab, dass mit den üblichen Eingabeparametern von $\alpha=0.05$ und einer mittleren erwarteten Effektstärke eine Stichprobengröße von $n=55$ Probanden notwendig ist, um eine Teststärke von 0.80 zu erreichen. Um den Anforderungen der Poweranalyse von $n=55$ gerecht zu werden, wurden $n=57$ rekrutiert, wovon jedoch $n=7$ Probanden ausfielen. Daraus resultiert ein Stichprobenumfang von $n=50$ ($n=10$ Probanden je Gruppe), was geringfügig niedriger ist als der geforderte Stichprobenumfang von $n=55$. Die Teststärke, die a Priori mit einem Stichprobenumfang von $n=50$ erreichbar ist, liegt bei 0.75 und ist damit geringfügig niedriger als der üblicherweise geforderte Wert von 0.80.

Zum Probandenausfall, -wechsel und -ersatz lässt sich Folgendes sagen:

$N=2$ Probanden der Krafttrainingsgruppe mussten während der Trainingsphase aus persönlichen bzw. zeitlichen Gründen aus dem Experiment aussteigen. Dafür wechselten $n=2$ Probanden in der ersten Trainingswoche wegen Zeitmangels von der Kombinationstrainingsgruppe in die Krafttrainingsgruppe. Diese beiden Probanden konnten als zwei der zehn vorgenannten Probanden berücksichtigt werden, da sie das Experiment vollständig durchführten. Dies auch, da der Wechsel zu Studienbeginn erfolgte, sodass er vermutlich keinen Einfluss auf die Aussagekräftigkeit der Posttestwerte hatte; die Probanden hatten insoweit maximal 2 Trainingstage zusätzlichen Beweglichkeits- und Koordinationstrainings, was keinen relevanten Einfluss mit Blick auf ein zwölfwöchiges Training geben konnte. Der Abstand von 12 Wochen zwischen Prä- und Posttest wurde ebenfalls eingehalten. Die Bedingungen der Testdurchführung entsprachen denen der anderen Probanden.

Auch bei der Koordinationstrainingsgruppe gab es $n=2$ Probanden, die das Training aus persönlichen und/oder zeitlichen Gründen nicht zu Ende führen konnten. Da der Abbruch in der ersten Woche erfolgte, konnte die für die Vergleichbarkeit und Aussagekräftigkeit der Studie nötige Probandanzahl umgehend durch einen neu eingestiegenen Probanden ($n=1$) sowie $n=1$ aus der Kombinationstrainingsgruppe zu Beginn der Studie ersetzt werden, sodass auch diese Gruppe zehn Probanden zählte. Auch diese Probanden führten das Experiment vollständig durch. Der Abstand von 12 Wochen zwischen Prä- und Posttest wurde eingehalten. Auch waren die Bedingungen der Testdurchführung entsprechend zu denen der anderen Probanden.

$N=1$ Proband der Beweglichkeitstrainingsgruppe musste aus persönlichen Gründen aus dem Experiment aussteigen. Dafür wechselte $n=1$ Proband in der ersten Trainingswoche wegen Zeitmangels von der Kombinationstrainingsgruppe in die Beweglichkeitstrainingsgruppe. Da

der Wechsel unmittelbar nach Studienbeginn erfolgte, konnte er keinen Einfluss auf die Aussagekräftigkeit der Posttestwerte haben. Der Abstand von 12 Wochen zwischen Prä- und Posttest wurde ebenfalls eingehalten. Auch waren die Bedingungen der Testdurchführung entsprechend denen der anderen Probanden.

In der Kombinationstrainingsgruppe waren ursprünglich $n=15$ Personen angemeldet. Aus persönlichen und/oder zeitlichen Gründen sind bereits in der ersten Woche $n=4$ Probanden in eine Einzeltrainingsgruppe gewechselt, $n=1$ Proband stieg aus zeitlichen Gründen komplett aus dem Training aus, sodass es zu einer Probandenanzahl von $n=10$ auch in dieser Gruppe kam.

Ebenfalls aus gesundheitlichen bzw. persönlichen Gründen konnten $n=2$ Probanden der Kontrollgruppe nicht zu dem Posttest erscheinen. Da ursprünglich $n=12$ Probanden in der Kontrollgruppe angemeldet waren, reduzierte sich die Teilnehmeranzahl auf $n=10$.

5.2.3 Rekrutierung

Zur Rekrutierung möglichst vieler Studienteilnehmer wurde an den schwarzen Brettern ausgewählter Golfclubs ein Flyer (hierzu Anhang 15.2) mit Überblick über die Grundannahmen der geplanten Golffitnessstudie, den allgemeinen Ablauf, das Training und dessen Nutzen sowie die Voraussetzungen an eine Teilnahme angebracht. Zudem wurde der Flyer über den Newsletter der teilnehmenden Golfclubs an deren Mitglieder verschickt.

Schließlich wurde mithilfe eines Fragebogens (hierzu Anhang 15.3) mit Fragen zu anthropometrischen Daten der Probanden (insbesondere Alter, Geburtsdatum, Gesundheitszustand etc.) und zum anderen zu deren sportlichen Aktivitäten und ihrem Trainingszustand die Voraussetzungen zur Teilnahme geprüft.

5.3 Operationalisierung

In diesem Kapitel werden zunächst die für diese Studie relevanten Variablen des Golfschwungs beschrieben und hinsichtlich ihrer Funktion näher erläutert (Kapitel 5.3.1). Im Anschluss erfolgt die Darstellung des Messgeräts für die Erfassung der Leistungsveränderung des Golfschwungs (Kapitel 5.3.2).

Spezifische Variablen im Zusammenhang mit einer Leistungsveränderung betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben sowie die hierfür verwendeten Messgeräte werden in den einzelnen Experimenten (Kapitel 6-9) näher erläutert.

5.3.1 Variablen im Zusammenhang mit der Leistungsveränderung des Golfschwungs

Um zu überprüfen, ob bei Probanden Leistungsunterschiede in Bezug auf bestimmte Schlägerkopf- und Ballmesswerte des Golfschwungs festzustellen sind, je nachdem ob sie vorab ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kraft-, Koordinations-, Beweglichkeitstraining oder Kombinationstraining absolvieren oder nicht, sollen verschiedene Variablen herangezogen werden.

Als erste abhängige Variable soll die Schlägerkopfgeschwindigkeit, gemessen in Meilen pro Stunde (mph), untersucht werden. Die Schlägerkopfgeschwindigkeit beschreibt die Geschwindigkeit, die der Schlägerkopf im Treffmoment erreicht. Sie gibt die Quantität der Energie an, welche im Treffmoment auf den Ball übertragen werden kann (Neumann, 2018). Umso höher die Schlägerkopfgeschwindigkeit ist, desto mehr Energie kann im Treffmoment auf den Ball übertragen werden. Die tatsächlich realisierte Schlägerkopfgeschwindigkeit ist damit eine maßgebliche Grundlage für die Anpassung des Schlagniveaus des Golfers – jedenfalls betreffend die potentielle Schlagweite – neben weiteren Faktoren, etwa dem Eintreffwinkel und der Mittigkeit des Treffpunkts. Als Vergleich soll beispielhaft angeführt werden, dass die durchschnittliche Schlägerkopfgeschwindigkeit eines männlichen PGA- (Professional Golfer's Association-) Tour-Spielers bei Nutzung eines 7er Eisens bei 90mph liegt, die durchschnittliche Schlägerkopfgeschwindigkeit einer weiblichen LPGA- (Ladies Professional Golf Association-) Tour-Spielern bei 76mph, gemessen mit einem TrackMan (TrackMan Average Tour Stats, 2015).

Weiterhin wird das Schlagniveau in Präzision und Weite maßgeblich bestimmt durch die Effektivität des Treffens, die bestimmt wird durch zahlreiche Einzelfaktoren, etwa das Treffen in horizontaler und vertikaler Mittigkeit des Schlägerblattes (Sweet Spots), den Eintreffwinkel des Schlägerblatts auf den Ball etc. Der Smash-Faktor misst, in welchem Maße die erzielte Schlägerkopfgeschwindigkeit in einer (möglichst hohen) Ballgeschwindigkeit mündet. Im theoretischen Optimalfall hat dieser Faktor, unter anderem aufgrund des doppelten Trampolineffekts von Schlägerkopf und Ball im Treffpunkt, einen Wert von 1.5 (der durchschnittliche Smash-Faktor eines männlichen PGA-Tour Spielers liegt bei Nutzung eines 7er Eisens bei 1.33, der durchschnittliche Smash-Faktor einer weiblichen LPGA-Tour-Spielern bei 1.37 (ebd.)), d.h. aus der Schlägerkopfgeschwindigkeit kann eine 1,5fach so hohe Ballgeschwindigkeit generiert werden. Bei einem Eisen fallen die Werte des Smash-Faktors insbesondere aufgrund des höheren Lofts jedoch in der Regel etwas geringer aus. Alternative Variablen im Kontext der Effektivität des Schlages erscheinen kaum darstellbar. Denn die

Effektivität des Schlages basiert – wie dargestellt – auf mehreren Einflussfaktoren, unter anderem der Mittigkeit des Treffens und dem Eintreffwinkel des Schlägers auf den Ball. Würde man etwa alleine die Mittigkeit des Treffpunkts des Balles auf den Schläger messen wollen, wäre bereits Folgendes zu beachten: Um den in der zentriert auf dem Schlägerkopf positionierten Sweet Spot – dem Punkt auf dem Schlägerkopf mit der maximalen Energieübertragung – ist eine Abweichung im Treffpunkt von womöglich mehreren Zentimetern sowie um 360° in alle Richtungen (horizontal und vertikal) denkbar. Umso weiter der Treffpunkt vom Sweet Spot und damit dem theoretischen Punkt maximal effizienter Energieübertragung entfernt ist, desto ineffizienter ist das Treffen, da eine Verdrehung des Schlägerkopfes erfolgt. All diese Werte erscheinen jedoch kaum in vertretbarem Rahmen messbar. Insoweit gibt der Smash-Faktor ein sinnvolles und leicht messbares Abbild der Effektivität wieder, indem lediglich eine Messung von Schlägerkopf- und Ballgeschwindigkeit vorgenommen werden muss und diese beiden Werte ins Verhältnis gesetzt werden ($\text{Ballgeschwindigkeit}/\text{Schlägerkopfgeschwindigkeit}=\text{Smash-Faktor}$).

Obwohl die tatsächlich erzielte Flugweite des Balls von verschiedenen Faktoren, unter anderem von der Schlägerkopfgeschwindigkeit, der Mittigkeit des Treffens auf dem Schlägerblatt, dem Eintreffwinkel von Schläger auf Ball etc. abhängt (Letzelter & Letzelter, 2002), soll auch auf die Flugweite des Balls, gemessen in Meter (m), als weitere abhängige Variable nicht verzichtet werden. Denn letztlich zeigt die tatsächlich erzielte Schlagweite eine durch den Einfluss eines golfspezifischen Kraft-, Koordinations-, Beweglichkeits- und Kombinationstrainings erzielte Leistungsverbesserung, jedenfalls betreffend den Weitenbereich. Im Rahmen der hiesigen Studie soll der Carry-Wert untersucht werden. Dieser meint die reine Flugweite des Balls bis zum ersten Bodenkontakt nach der Flugphase (der durchschnittliche Carry-Wert eines männlichen PGA-Tour Spielers liegt bei Nutzung eines 7er Eisens bei 157m, der durchschnittliche Carry-Wert einer weiblichen LPGA-Tour-Spielern bei 129m (ebd.)). Auf die Darstellung der gesamten Schlagweite inklusive Ausrollen des Balles (sog. Total-Wert) wird verzichtet, da der sich ergebene Gesamtwert womöglich weitere Berechnungsungenauigkeiten bzw. Abweichungen zu realistisch erzielbaren Werten mit sich bringen könnte. Bekanntlich können bereits der Zustand des Materials oder externe Einflüsse wie bspw. Temperatur, Bodenbeschaffenheit und Wind die Flugweite des Balls beeinflussen. Auch wenn durch die Messung in einem abgeschlossenen Raum und nicht auf der Range entsprechende Beeinflussungen weitestgehend minimiert werden konnten, wurde insoweit dennoch bewusst nur der reine Flugweitenwert in die Studienergebnisse miteinbezogen.

Die vorgenannten abhängigen Variablen gewährleisten eine gute Vergleichbarkeit zwischen den Probanden und geben ein sehr anschauliches und hinsichtlich ihrer standardisierten Auswertung nicht beeinflussbares Ergebnis gewissermaßen sowohl betreffend die Leistungsfähigkeit des Schläges (Schlägerkopfgeschwindigkeit), der Effektivität des Treffens (Smash-Faktors) sowie des erreichten Ziels (Flugweite des Balls). Weitere vom TrackMan erfasste Werte, wie der Weg des Schlägerkopfes durch den Ball (Club Direction), die Schlagflächenrichtung (Face Orientation), der vertikale Eintreffwinkel (Angle of Attack), der horizontale Eintreffwinkel (Club Path), der Schlagflächenwinkel im Treffmoment (dynamische Loft) und die Schlagflächenstellung (Face Angle) erscheinen für die Messung der aus dem golfspezifischen Fitnesstraining resultierten möglichen Leistungsveränderung als weniger relevant bzw. schwerlich überprüfbar. Diese Faktoren dürften auch noch unmittelbar abhängiger sein von der individuellen Technik der Spieler (z.B. durch ihren Release, d.h. die konkrete Stellung der Unterarme und Handgelenke im Treffpunkt, wodurch die Energie des Schlägers im Treffmoment auf den Ball freigegeben wird) und auch teilweise von der Schlägerbeschaffenheit (z.B. der Biegsamkeit des Schafts des Schlägers). Auch weitere Werte wie der dynamische Loft (Schlagflächenstellung im Treffmoment) könnten vom Attack Angle oder Face Angle sowie von der Biegsamkeit des Schafts des Schlägers beeinflusst werden, wodurch letztlich der Einzelwert verfälscht würde, wodurch keine Vergleichbarkeit mehr bestünde. Ähnliches gilt für die Spin Rate (Umdrehungen des Balls), die jedoch zusätzlich aufgrund der festgestellten Messungenauigkeiten (Leach et al., 2017) nicht weiter berücksichtigt werden konnte. All diese Einzelelemente stehen aufgrund der Komplexität des Bewegungsablaufs und des erheblichen Einflusses der Schwungtechnik auf diese Werte in dieser Studie nicht im Fokus. Klarstellend sei insoweit angemerkt, dass fraglos auch die in der Studie berücksichtigten Werte (Schlägerkopfgeschwindigkeit, Smash-Faktor und Flugweite des Balls) durch die im Kapitel 2.2 dargestellten leistungsbestimmenden Komponenten maßgeblich mitbeeinflusst werden. Jedoch geben die zu untersuchenden Variablen eher einen Überblick über den Schlag als Ganzes sowie dessen Resultat und werden womöglich weniger beeinflusst durch technische Gesichtspunkte als Einzelwerte. Die hiesige Studie hat insoweit keinen Anspruch auf Detailfragen der Bewegungs- und Schlagausführung, will vielmehr den Einfluss eines weitgehend golftechnikfernen Trainings des Körpers im großen Ganzen untersuchen.

An dieser Stelle soll bzgl. des verwendeten Maßsystems Folgendes erwähnt werden: Soweit die Schlägerkopfgeschwindigkeit in der Einheit miles per hour (mph) und die Flugweite des

Balls in Meter (m) gemessen wurden, hätte man für die jeweilige Messung einheitlich das metrische Einheitensystem oder das angloamerikanische Maßsystem verwenden können. Da es allerdings im Golfsport üblich ist, die Schlägerkopfgeschwindigkeit in mph zu messen, gleichzeitig im deutschen Raum Längenangaben ausschließlich in Metern gemessen werden, wurde die jeweilige Einheit auf ihrer Grundeinstellung des TrackMan belassen. Eine Umrechnung der Werte wäre jederzeit möglich, eine Umstellung der TrackMan-Voreinstellungen schien insoweit nicht zwingend erforderlich.

Neben den bereits beschriebenen abhängigen Variablen dieser Studie sollen zur Vollständigkeit noch die unabhängigen Variablen erwähnt werden. Als erste unabhängige Variable der Analyse fungierte der Zwischensubjektfaktor Gruppenzugehörigkeit, welcher die zwei Faktorstufen Kontrollgruppe und Interventionsgruppe aufweist. Die zweite unabhängige Variable war der Innersubjektfaktor Zeit, der als Faktorstufen die beiden Zeitpunkte vor dem Training sowie nach dem Training enthält. Als dritte unabhängige Variable wurde die Interaktion von Gruppenzugehörigkeit und Zeit verwendet.

5.3.2 Messgerät zur Erfassung der Leistungsveränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls

Um zu überprüfen, inwieweit ein golfspezifisches Kraft-, Koordinations-, Beweglichkeits- und Kombinationstraining die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls (m) des Golfschwungs beeinflussen kann, soll ein Golf-Launch-Monitor herangezogen werden. Hierbei handelt es sich um ein Messgerät, das über ein spezielles Radarsystem verfügt, mit dessen Hilfe sich im Golf wesentliche Schlägerkopf- und Ballparameter messen und auswerten lassen. Diese Messwerte werden im Anschluss an eine Software weitergeleitet und sind somit einsehbar. Im Rahmen dieser Studie wird der Golf-Launch-Monitor TrackMan 4 (im Folgenden nur: TrackMan) herangezogen, welcher mit zwei getrennten und unabhängig voneinander laufenden Radarsystemen (sog. Doppler-Radar) arbeitet.

In einer Studie von Leach et al. (2017) wurde dessen Vorgängermodell, der TrackMan Pro IIIe, bereits auf seine Funktionalität überprüft. Hierbei wurde der systematische und zufällige Übereinstimmungsgrad zwischen zwei kommerziellen Golfmonitoren, dem TrackMan Pro IIIe (einem Radarmessgerät) und dem Foresight GC2 + HMT (einem Gerät mit Hochgeschwindigkeitskameras), sowie einem als Benchmark-System verwendeten GOM

Inspect, einem optischen dynamischen 3D-Messsystem, das mithilfe mehrerer Hochgeschwindigkeits-Videokameras arbeitet, bestimmt. Dessen valide Messungen von Schlägerkopfdaten betreffend einen Golfschläger (Driver) konnten bereits nachgewiesen werden (Ellis et al., 2010). Im Übrigen haben Leach et al. (2017) weitere Bewertungen zu dessen Tauglichkeit als Benchmark-System für Schlägerkopf- und Balldaten vorgenommen. In deren Testverfahren wurden Schlägerkopf- und Balldaten mehrerer Schwünge, ausgeführt mit drei Schlägern – einen Schläger für lange Distanzen (Driver), einen Schläger für mittlere Distanzen (7er Eisen) und einen Schläger für kurze Distanzen (Wedge) – analysiert und miteinander verglichen. Dabei fielen die Abweichungen zum GOM-System im Hinblick auf die Schlägerkopfdaten sehr geringfügig aus, sodass diese auch für Forschungszwecke herangezogen werden können. Auch fielen diese bei Ballparameter, etwa einem 7er Eisen eher geringfügig aus, wobei die Werte des TrackMan insgesamt genauer ausfielen als die des ForeSight (ebd.).

Für die vorliegende Studie genutzt wurde nicht der TrackMan Pro 3e, sondern dessen Nachfolgemodell TrackMan 4, welches im Gegensatz zum Vorgängermodell nach Angaben des Herstellers TrackMan 4 (2015) nicht nur über eine höher auflösendere Kamera und einen schnelleren Prozessor verfügt, sondern insbesondere über einen Doppler-Radar statt einem Single-Radar. Soweit zwei Radar-Systeme in einem Gerät synchronisiert sind, wird hiervon ein hochauflösendes Radar für kürzere Entfernungen verwendet, dessen Fokus auf Schläger- und Impactdaten liegt und ein weitreichendes, höchst genaues Radar für Balldaten (ebd.). Dieser wird in der Literatur als Radarmessgerät zwischenzeitlich als Goldstandard im Bereich der Launch-Monitore angesehen (Lückemann et al., 2018). Lückemann et al. verglichen dabei ein System (Zepp Golf 2), das mittels eines am Golfhandschuh befestigten Sensors Messwerte liefert, mit denen des TrackMan 4. Die Werte der Schlägerkopfgeschwindigkeit wurden dabei mittels einem Wedge, einem 7er Eisen sowie einem Holz gemessen. Nach Lückemann et al. sollen die Ergebnisse des Sensorsystems zwar relativ genau gewesen sein, indes mit einem Mangel an Präzision im Vergleich zum TrackMan 4.

Neben dem TrackMan hätte man noch auf weitere Launch-Monitore zurückgreifen können. In diesem Zusammenhang ist u.a. der ForeSight Sports GCQuad zu benennen, der mit Hochgeschwindigkeitskameras, Infrarotstrahlen und einer großen Hitting-Zone arbeitet. Aufgrund der vorgenommen positiven Testungen in einer Studie von Leach et al. (2017) betreffend den TrackMan, der Bereitschaft der im hiesigen Raum ansässigen Simulatorenbetreiber, die dort ausschließlich verfügbaren TrackMan-4-Modelle bereitzustellen, die weit überdurchschnittliche Verwendung des TrackMan im Profigolf (u.a.

von zahlreichen Tour-Professionals) und der exzellente Ruf des TrackMan als vermeintlicher Marktführer unter den Golf-Launch-Monitoren und der durch Studien bestätigten Validität der Ergebnisse des TrackMan nebst dort bestätigter Vorteile von Radarmessgeräten, fiel die Auswahl auf diesen.

5.4 Studiendurchführung

Um zu überprüfen, ob ein golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining sowie ein Kombinationstraining aus den drei vorgenannten Trainingsarten eine Leistungsveränderung bezüglich der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte hervorruft, wurden die einzelnen Experimente hinsichtlich Planung und Durchführung in drei Teile gegliedert.

Im ersten Teil fand ein Prätest sowohl zur Erfassung der Messwerte betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben (hierzu in den einzelnen Experimenten Kapitel 6.4.1, 7.4.1, 8.4.1) als auch zur Erfassung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte für Probanden der Experimentalgruppen, hierzu nachfolgend Kapitel 5.4.1, statt. Ausgelegt war der Prätest auf eine Dauer von ca. 2-3 Stunden pro Proband. Für Probanden der Kontrollgruppe – welche kein Treatment erhielten – wurde abweichend hiervon lediglich ein Prätest zur Messung von Schlägerkopf- und Ballwerten durchgeführt mit einer Dauer von ca. 30 Minuten. Der Prätest fand für alle Teilnehmer in der Nebensaison (Winter) tagsüber in lokal ansässigen Räumlichkeiten der Golfsimulatoren statt.

Der zweite Teil beinhaltete die Durchführung des golfspezifischen Trainings, hierzu nachfolgend Kapitel 5.4.2. Das durch die Probanden selbst durchzuführende Kraft-, Koordinations-, Beweglichkeits- oder Kombinationstraining war auf 12 Wochen angesetzt bei dreimaliger Trainingsdurchführung pro Woche.

Der dritte und letzte Teil des Experiments, hierzu nachfolgend Kapitel 5.4.3, beinhaltete den Posttest, in welchem eine Messwiederholung durchgeführt wurde. Hierbei wurden erneut, abhängig von der Gruppenzugehörigkeit, sowohl die Messwerte der Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben als auch die Schlägerkopf- und Ballwerte der Experimentalgruppen erfasst. Dieser Test verlief analog zum Prätest und war auf eine Sitzung mit einer Gesamtdauer von ca. 2-3 Stunden für die Experimentalgruppen ausgelegt. Für Probanden der Kontrollgruppe wurde nur ein Posttest betreffend Schlägerkopf- und Ballmesswerte durchgeführt. Dieser umfasste eine Dauer von ca. 30 Minuten.

5.4.1 Prätests für die Erfassung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls

Die Prätests zur Erfassung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors, der Flugweite des Balls sowie Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben wurden je nach Ansässigkeit der Probanden im Golfclub Reit im Winkl, GC Herzogenaurach, bei Intrago Golf München, dem Clubhouse Nürnberg oder dem Yachthotel Chiemsee durchgeführt. Eine eigene Anschaffung des TrackMan war aufgrund der hohen Anschaffungskosten – ohne Lizenz ca. 23.000 Euro – und der nicht vorhandenen räumlichen Gegebenheiten nicht möglich. Für die Abnahme der untersuchten Werte wurden Zeitslots pro Proband eingeplant, sodass jeweils nur ein Proband im Simulator zur Messung der Schlägerkopf- und Ballwerte bzw. im Trainingsraum anwesend war. Zum Zwecke der Einhaltung der Hygienemaßnahmen wurden ein Mund-Nasen-Schutz (FFP-2-Maske) und Einmalhandschuhe von der Studienverantwortlichen getragen. Zudem wurden sämtliche Gerätschaften, mit denen die Studienverantwortliche und die Probanden in Kontakt kamen, vor Verwendung jeweils desinfiziert. Für einen ausreichenden Sicherheitsabstands sowie für regelmäßiges Lüften wurde stets gesorgt. Um weitere gesundheitliche Risiken während der Testdurchführung zu minimieren und um sicherzustellen, dass die Testvoraussetzungen erfüllt waren, wurde der im Vorfeld ausgeteilte Fragebogen (hierzu Anhang 15.3) nochmals gründlich geprüft.

Um die Messwerte des Golfschwungs mithilfe des TrackMan zu ermitteln, wurde den Probanden von Trainings- und Kontrollgruppe der grundsätzliche Ablauf der gesamten Prätestung von Schlägerkopf- und Ballmesswerten erläutert und ihnen die Möglichkeit gegeben, eventuelle Fragen vor Durchführung zu klären. Insbesondere wurde erläutert, dass den Probanden zunächst acht bis zehn Probeschwünge mit ihrem mitgebrachten 7er Eisen zur Verfügung standen, sodass sie sich nach ihren individuellen Bedürfnissen in vergleichbarem Maße einspielen konnten. Im Weiteren sollten sie zum Zwecke der Messung dreizehn Präzisionsschwünge und dreizehn Distanzschwünge mit diesem Eisen durchzuführen.

Bei der Ausführung der dreizehn Präzisionsschwünge sollten die Probanden ihren normalen Schwung ohne zusätzlichen Kraftimpuls auszuführen. Ziel war, den Golfball mit einer Schwunggeschwindigkeit zu treffen, die die Probanden als für sich normal empfinden, und ihn möglichst genau auf ein geradeaus entferntes, auf der Projektionsfläche jeweils mittig gestecktes Ziel zu spielen.

Nach kurzer Pause von ca. 5 Minuten sollten im Anschluss dreizehn Distanzschwünge erfolgen. Ziel war, den Golfball mit maximaler Geschwindigkeit zu treffen. Dass diese Schläge tatsächlich nicht für die Auswertung relevant waren, sondern die Probanden nur dazu anhalten sollten bei den Präzisionsschwüngen tatsächlich Wert auf Präzision und ihren normalen Schwung zu legen, wussten die Teilnehmer nicht.

Nach Erfassung der Daten zu den Präzisions- bzw. den Distanzschwüngen wurden die erhobenen Schlägerkopf- und Ballmesswerte jeweils bereinigt. Insbesondere mussten Schlagausführungen mit unvollständigen Messwerten (z.B. aufgrund von Messfehlern technisch bedingter Art oder ausführungsbedingt) gelöscht werden. Damit jeder Proband auf eine Gesamtanzahl von dreizehn Präzisions- und dreizehn Distanzschwüngen kam, wurden die fehlerhaften Schlagausführungen durch die Probanden wiederholt. Da dies im Mittel nur knapp 1% der zu untersuchenden Schläge betraf, wurden die Ergebnisse hierdurch vermutlich nicht beeinflusst.

5.4.2 Zwölfwöchiges golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining

Im zweiten Teil sollte das durch die Probanden selbst durchzuführende zwölfwöchige golfspezifische Kraft-, Koordinations-, Beweglichkeits- und Kombinationstraining dreimal die Woche durchgeführt werden. Die einzelnen golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstrainings werden in den einzelnen Experimenten in den Kapiteln 6.4.2, 7.4.2 und 8.4.2 näher erläutert.

5.4.3 Posttests für die Erfassung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls

Nach 12 Wochen mussten die Probanden wiederum einen Posttest betreffend Schlägerkopf- und Ballmesswerte sowie Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben absolvieren, wobei die Probanden der Experimentalgruppen wiederum beide Messungen durchführten und bei der Kontrollgruppe lediglich die Messung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte erfolgte. Die Abläufe und Messwerterfassungen entsprachen im Übrigen grundsätzlich denen des Prätests, wobei aufgrund der Bekanntheit der Aufgaben Demonstrationen teilweise entfielen. Insoweit wird auf Kapitel 5.4.1 verwiesen.

5.5 Untersuchungsdesign und Datenaufbereitung

Zur Beantwortung der Forschungsfragen und um die in den einzelnen Experimenten aufgeführten operationalen Hypothesen hinsichtlich des Einflusses eines zwölfwöchigen golfspezifischen Krafttrainings, eines zwölfwöchigen golfspezifischen Koordinationstrainings, eines zwölfwöchigen golfspezifischen Beweglichkeitstrainings sowie eines zwölfwöchigen golfspezifischen Kombinationstraining jeweils auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls (m) des Golfschwungs verifizieren bzw. falsifizieren zu können, wurde die Studie als kontrollierte Längsschnittstudie durchgeführt.

Die Testung der Probanden erfolgte dabei zu zwei Messzeitpunkten (Prä- und Posttest) mit einem zeitlichen Abstand von ca. 12 Wochen. Um die Wirksamkeit einer Intervention beurteilen zu können, wurden die Leistungsveränderungen der Experimentalgruppen (Kraft-, Koordinations-, Beweglichkeits- und Kombinationstrainingsgruppe jeweils n=10) mit einer Kontrollgruppe (n=10), die kein Treatment erhielt, jeweils miteinander verglichen. Hierdurch entstand jeweils ein 2x2-Design mit dem Faktor Zeit (2-fach gestuft) und dem Faktor Gruppe (2-fach gestuft). Ferner wurde im Rahmen eines 5x2-Designs untersucht, ob sich die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls (m) zwischen allen fünf Gruppen unterscheidet, wobei auch hier die Erhebungen in einem Prä- und Posttest stattfanden, mit einem zeitlichen Abstand von ca. 12 Wochen.

Da die Durchführung, Auswertung und Interpretation der Messwerterfassung mittels TrackMan einem standardisierten Vorgehen entsprachen, die Testabläufe und Ergebniserfassungen von derselben Testerin durchgeführt wurden und es sich hierbei um zuverlässige, eindeutig messbare und auswertbare Variablen, gemessen mit einem zuverlässigen Messgerät (TrackMan) handelt, die nicht von einer außenstehenden Person beeinflussbar waren und daher auch bei wiederholter Durchführung zu zuverlässigen Ergebnissen führen würden, kann von einer Objektivität, Reliabilität und Replizierbarkeit der Ergebnisse ausgegangen werden. Zudem wurde die Reliabilität dadurch bestärkt, dass die Probanden insgesamt dreizehn Versuche bekamen, sodass aus dreizehn Messungen eines jeden Probanden der Median berechnet wurde. Hierdurch konnten eventuelle Ausreißer korrigiert werden, was wiederum die Aussagekräftigkeit der Ergebnisse bestärkte.

Weiterhin kann in Bezug auf das Gütekriterium Validität gesagt werden, dass die Messung mittels TrackMan genau das abbildet, was er beabsichtigt zu messen, wodurch die Ergebnisse wiederum eindeutig interpretierbar waren.

Kritisch bleibt dennoch anzumerken, dass die sportliche Leistung generell durch weitere leistungsbestimmende Komponenten – wie bereits in Kapitel 2.2 dargestellt – beeinflussbar gewesen sein könnte (bspw. die Tagesform der Probanden). Der Einfluss äußerer Faktoren hingegen wurde im Vorfeld beispielsweise durch Einzeldurchführung der Prä- und Posttests in einem eigenen, ablenkungsfreien, wohltemperierten und windfreien Raum weitestgehend reduziert. Zudem war die Bodenbeschaffenheit und das Material der Probanden zum Zeitpunkt der beiden Testdurchführungen gleich.

Wenngleich Technikveränderungen während der Studiendauer und v.a. während der TrackMan-Testdurchführung unerwünscht waren, können auch hierdurch erfolgte Abweichungen im Ergebnis nicht zweifelsfrei ausgeschlossen werden.

Um repräsentative Ergebnisse zu erhalten, fand vor der finalen Datenauswertung eine Bereinigung und Löschung der fehlerhaften bzw. unvollständigen Daten (bspw. bedingt durch Ausführungsfehler; betraf im Mittel nur knapp 1% der Daten) statt, sodass bei jedem Probanden dreizehn Präzisionsschwünge mit Daten zu den Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) in die Wertung einfließen konnten. Im weiteren Verlauf wurden die vom TrackMan erfassten Studienergebnisse der jeweils dreizehn ausgeführten Präzisionsschwünge eines jeden Probanden der jeweiligen Interventionsgruppe (n=10) und der Kontrollgruppe (n=10) median aufbereitet, d.h. dass aus den dreizehn Messungen eines jeden Probanden der Median berechnet wurde. Für die derart aufbereiteten Variablen wurde sodann eine Varianzanalyse mit Messwiederholung berechnet, wobei die Gruppenzugehörigkeit als Zwischensubjektfaktor und die Zeit als Innersubjektfaktor verwendet wurden (Näheres zur statistischen Auswertung im nachfolgenden Kapitel 5.6). Die Unterschiede zwischen den Gruppen und Zeitpunkten wurden dargestellt, indem arithmetische Mittelwerte der abhängigen Variablen getrennt nach Zeitpunkt sowie Gruppe berechnet wurden.

Hinsichtlich der Aufbereitung der Daten betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben für den Leistungsvergleich innerhalb der Experimentalgruppen wurden die arithmetischen Mittel der Prätests und Posttests einer jeden Variable betreffend Kraft-, Koordinations- bzw. Beweglichkeitsaufgaben gebildet und mittels gepaarten t-Tests miteinander verglichen.

Die Wirksamkeitsprüfung der vier untersuchten Trainingsoptionen für die Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben fand ebenfalls in einem Prä- und Posttest statt. Der zeitliche Abstand betrug auch hier ca. 12 Wochen.

Auch die Durchführung, Auswertung und Interpretation der durchgeführten Fitnessstests entsprach einem standardisierten Vorgehen. Die in diesem Zusammenhang gemessenen abhängigen Variablen zur Erfassung des Trainingseffekts erwiesen sich als zuverlässig, eindeutig messbar und auswertbar. Gemessen wurde weiterhin mit zuverlässigen Messgeräten (Stoppuhr, Zentimetermaß, medizinisch genormtes Goniometer), sodass es vermutlich auch bei wiederholter Durchführung mit gleichen Voraussetzungen der Probanden zu ähnlichen Ergebnissen kommen würde. Daher kann auch hier von Objektivität, Reliabilität und Replizierbarkeit der Ergebnisse ausgegangen werden. Um die Objektivität nicht zu beeinflussen, erfolgte die Messwerterfassung mittels Stoppuhr zudem erst dann, als sich der Proband in der Position befand, die die Aufgabe voraussetzte. Sobald diese nicht mehr gehalten werden konnte, galt die Übung als beendet und die Zeit wurde gestoppt. Hinsichtlich der Sprungweite sowie der Erfassung der Scores der Koordinationsaufgaben war die Reliabilität dadurch gewährleistet, dass die Probanden mehrere Versuche bekamen, von denen der beste Versuch zählte. Dies bestärkte wiederum die Aussagekräftigkeit der Ergebnisse, so auch bei der Messung der Beweglichkeit. Hierbei wurde seitens der Testerin innerhalb eines Durchgangs mindestens eine Messwiederholung vorgenommen. Wurde nicht dasselbe Ergebnis erfasst, erfolgte eine dritte Messung. Zudem wurde die Messung von derselben Testerin durchgeführt, sodass es nicht zu Abweichungen der Messmethode durch weitere Tester kam.

Weiterhin kann in Bezug auf das Gütekriterium Validität gesagt werden, dass die herangezogenen Tests größtenteils das abbilden, was sie beabsichtigen zu messen, wodurch sie wiederum eindeutig interpretierbar waren. Zudem wurden die Ergebnisse der Prätests in eine separate Liste eingetragen, welche erst nach vollständiger Erfassung der Posttests letzteren Werten gegenübergestellt wurde. So konnte eine Beeinflussung der Testerin umgangen werden. Wie bereits erwähnt, können auch weite leistungsbestimmende Faktoren, wie bspw. die individuelle Tagesform der Probanden die Messwerterfassung beeinflusst haben.

Zusammenfassend kann aufgrund der Berücksichtigung der Gütekriterien bei der Durchführung, Auswertung und Interpretation, der eindeutig messbaren Variablen, der zuverlässigen Messgeräte, der Probandenanzahl, der im Vorfeld getroffenen Maßnahmen zur Reduktion von externen Störfaktoren sowie der Motivation der Probanden mithilfe des

Trainings eine Verbesserung betreffend des eigenen Golfspiels sowie Handicaps zu erzielen und der Motivation in den Posttests eine verbesserte Leistung als in den Prätests vorzuweisen, von einer Aussagekräftigkeit der Ergebnisse ausgegangen werden.

5.6 Statistische Verfahren zur Auswertung

Die Wirksamkeitsprüfung der Intervention erfolgte mithilfe der Statistik-Software *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* Version 28 gemäß nachfolgenden Kapiteln 5.6.1-5.6.3.

5.6.1 Veränderung betreffend Variablen der Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben innerhalb der einzelnen Experimentalgruppen

Zur Prüfung der in den einzelnen Experimenten aufgeführten operationalen Hypothesen hinsichtlich der infolge des zwölfwöchigen Trainings hervorgerufenen Leistungsunterschiede betreffend die einzelnen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben zwischen Prä- und Posttest wurde für jede Experimentalgruppe ein t-Test für Stichproben mit paarigen Werten durchgeführt. Die Prüfung der Normalverteilung erfolgte mittels Shapiro-Wilk-Test. War keine Normalverteilung gegeben, wurde ein Wilcoxon-Test vorgenommen.

Die Messwerte der Kraftaufgaben umfassten dabei die abhängigen Variablen Anzahl an Wiederholungen, Haltezeit in Sekunden und die Sprungweite in cm, die der Koordinationsaufgaben die Anzahl an Wiederholungen, Haltezeit in Sekunden und der Score als Spielergebnis bzw. für erfolgreiche Treffer und betreffend Beweglichkeitswerte den Winkelgrad (°). Die unabhängige Variable war der Messzeitpunkt.

5.6.2 Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls zwischen Experimental- und Kontrollgruppe

Zur Beantwortung der Forschungsfragen und um die in den einzelnen Experimenten aufgeführten operationalen Hypothesen hinsichtlich des Einflusses eines golfspezifischen Kraft-, Koordinations-, Beweglichkeits- und Kombinationstraining auf die abhängigen Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) verifizieren bzw. falsifizieren zu können, wurde zunächst in jedem Experiment mittels gepaartem t-Test bzw. Wilcoxon-Test der Einfluss des jeweiligen zwölfwöchigen golfspezifischen Trainings auf die abhängigen Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) innerhalb der Experimentalgruppe untersucht.

Im Anschluss wurde für jedes Experiment eine Varianzanalyse mit Messwiederholung (repeated measures ANOVA) durchgeführt. Folglich entstand ein 2x2-Design mit dem Faktor Zeit (2-fach gestuft) und dem Faktor Gruppe (2-fach gestuft). Diese Analyse sollte prüfen, ob Probanden der Interventionsgruppen und Kontrollgruppe Leistungsunterschiede im Zeitverlauf hinsichtlich der abhängigen Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) aufzeigen, je nachdem ob sie ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kraft-, Koordinations-, Beweglichkeits-, oder ein Kombinationstraining absolvierten oder nicht. Vorab erfolgte eine Testung der Normalverteilung mittels Shapiro-Wilk-Tests und eine Prüfung der Varianzhomogenität mittels Levene-Tests.

Um weiterhin die Experimentalgruppen und die Kontrollgruppe jeweils paarweise daraufhin zu untersuchen, ob und zu welcher Differenz sie sich hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) unterscheiden, wurden Kontraste berechnet. Durch diesen abschließenden Vergleich sollte geklärt werden, in welchen Gruppen sich die Schlägerkopf- und Ballmesswerte stärker verbessern. Bei ungleichen Varianzen wurde eine Welch-Korrektur angewandt.

Folglich wurde für die folgenden Paare von Gruppen jeweils ein Kontrast berechnet:

- Beweglichkeitstrainingsgruppe gegen Kontrollgruppe
- Koordinationstrainingsgruppe gegen Kontrollgruppe
- Krafttrainingsgruppe gegen Kontrollgruppe
- Kombinationstrainingsgruppe gegen Kontrollgruppe

5.6.3 Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls im weiteren Gruppenvergleich

Um weitere Forschungsfragen zu beantworten, sollte abschließend mittels Varianzanalyse mit Messwiederholung geprüft werden, ob sich die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls (m) zwischen allen fünf Gruppen unterscheidet. Hierbei handelte es sich um ein 5x2-Design, wobei der Faktor Gruppe 5-fach gestuft und der Faktor Zeit 2-fach gestuft war. Vorab erfolgte eine Testung der Normalverteilung mittels Shapiro-Wilk-Tests und eine Prüfung der Varianzhomogenität mittels Levene-Tests.

Um darüber hinaus die Einzeltrainingsgruppen (Kraft, Koordination und Beweglichkeit) und die Kontrollgruppe jeweils mit der Kombinationstrainingsgruppe und die Beweglichkeits- und Koordinationstrainingsgruppe mit der Krafttrainingsgruppe jeweils paarweise daraufhin zu untersuchen, ob und wie stark sie sich hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) unterscheiden, wurden folgende Kontraste berechnet:

- Beweglichkeitstrainingsgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe
- Koordinationstrainingsgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe
- Krafttrainingsgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe
- Kontrollgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe
- Beweglichkeitstrainingsgruppe gegen Krafttrainingsgruppe
- Koordinationstrainingsgruppe gegen Krafttrainingsgruppe

Für die Validierung statistischer Zusammenhänge wurde für alle Analysen das Signifikanzniveau $p < 0.05$ = signifikant berücksichtigt. Bis auf den p-Wert wurden alle Werte auf zwei Dezimalstellen gerundet. Die Effektgröße wurde für die Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Eta-Quadrat (η^2) angegeben. Hier gelten die Effektstärken $0.01 < \eta^2 \leq 0.06$ = schwach, $0.06 < \eta^2 \leq 0.14$ = mittel und $0.14 < \eta^2$ = stark (Cohen, 1988). Als Effektgröße für die t-Tests wurde die Kennzahl Cohen's d verwendet. Für Cohen's d gelten nach Cohen die Effektstärken $0.2 < d \leq 0.5$ = schwach, $0.5 < d \leq 0.8$ = mittel und $0.8 < d$ = stark.

6 Experiment 1: Zum Einfluss eines golfspezifischen Krafttrainings auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls

Das erste Experiment soll den Einfluss golfspezifischen Krafttrainings auf ausgewählte Schlägerkopf- und Ballmesswerte untersuchen. Hierfür wird vorab die inhaltliche Zielsetzung des Experiments formuliert, im Anschluss folgt die Beschreibung der Probandenzusammensetzung. Sodann werden nach der Darstellung der Materialien und der methodischen Umsetzung des Experiments die Ergebnisse präsentiert. Das Kapitel schließt mit der Diskussion der Ergebnisse ab.

6.1 Zielsetzung von Experiment 1

Im ersten Experiment soll anhand von dreizehn Präzisionsschwüngen im Rahmen eines Prä- und Posttests untersucht werden, welchen Einfluss ein zwölfwöchiges golfspezifisches Krafttraining auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls hat.

In Anlehnung an den im Kapitel 2.2.1 dargestellten Kenntnisstand lässt sich in Bezug auf dieses Experiment zunächst erwarten, *dass sich die Krafttrainingsgruppe durch das golfspezifische Krafttraining hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls verbessert. Eine Verbesserung des Smash-Faktors wird nicht erwartet* (Erwartung (E) 1a). Es wird somit zunächst davon ausgegangen, dass Probanden der Krafttrainingsgruppe durch ein golfspezifisches Krafttraining nach 12 Wochen eine erhöhte Schlägerkopfgeschwindigkeit generieren können. Denn durch das Training und die hieraus resultierenden körperlichen Anpassungen dürfte der Schläger schneller geschwungen und zugleich womöglich stabiler auf einer weiten Schwungbahn gehalten werden können. Gleichzeitig wird es für wahrscheinlich gehalten, dass aufgrund notwendiger Anpassungen des Schlages an die neuen körperlichen Voraussetzungen nach 12 Wochen noch keine Optimierung des Treffpunktes nebst Eintreffwinkels bzw. im Allgemeinen des Wertes des Smash-Faktors erreicht werden kann. Aufgrund der Komplexität des Golfschwungs dürften größere körperliche Anpassungen nicht unmittelbar positiven Einfluss auf genaue Treffer haben – die Länge des Schaftes und ein kleiner Schlägerkopf stellen Golfer insoweit vor große Herausforderungen.

Davon ausgehend, dass eine Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit als wahrscheinlich betrachtet wird und eine Verbesserung des Smash-Faktors (noch) nicht erwartet wird, ist von einer Verbesserung der Flugweite des Balls auszugehen. Diese ist bekanntlich ein Produkt aus Schlägerkopfgeschwindigkeit und Smash-Faktor, wird insoweit maßgeblich durch

diese beeinflusst. Damit ergibt sich aus einer Optimierung der Schlägerkopfgeschwindigkeit und einem gleichbleibenden Wert des Smash-Faktors eine größere Flugweite des Balls.

Ferner wird geprüft, ob sich die Veränderungen der Schlägerkopf- und Ballvariablen zwischen der Krafttrainingsgruppe und einer Kontrollgruppe, die kein Treatment erhält, unterscheiden. Es lässt sich erwarten, *dass sich die Krafttrainingsgruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Krafttraining in Bezug auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Flugweite des Balls verbessert, bzw. sich im Vergleich mit der Kontrollgruppe mehr verbessert; eine Verbesserung des Smash-Faktors für die Krafttrainingsgruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe wird nicht erwartet* (E 1b). Grund für die Annahme der Leistungsverbesserung der Krafttrainingsgruppe hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls ist der bei E 1a erwartet leistungsoptimierende Effekt des zwölfwöchigen golfspezifischen Krafttrainings. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass sich die Kontrollgruppe ohne ein Training hinsichtlich der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte nicht verbessert bzw. jedenfalls weniger verbessert als die Interventionsgruppe.

Um den Trainingseffekt des Krafttrainings nachzuweisen, soll zudem getestet werden, ob sich im zeitlichen Kontext einer Verbesserung von Schlägerkopf- und Ballmesswerten auch eine Veränderung der Leistung in den einzelnen Kraftaufgaben der Probanden ergibt. So könnte ein inhaltlicher Zusammenhang zwischen dem absolvierten Krafttraining und einer Verbesserung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte verstärkt aufgezeigt werden. *Die mehrheitliche Verbesserung der untersuchten Leistungen betreffend Kraftaufgaben bei der Krafttrainingsgruppe* (E 1c) stellt daher eine weitere Erwartung an dieses Experiment dar.

Ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen einer Verbesserung der Kraft durch ein Krafttraining und höheren Schlägerkopfgeschwindigkeiten bzw. einer optimierten Schlagweitenerzielung im Golfbereich wurde im wissenschaftlichen Kontext bereits mehrfach aufgezeigt (Kapitel 3.1.2). Mit diesem Experiment wird daher beabsichtigt, weitere aussagekräftige Ergebnisse betreffend den Einfluss eines golfspezifischen Krafttrainings auf Schlägerkopf- und Ballmesswerte – auch über die bereits untersuchten Variablen hinaus – zu erhalten, um einen noch tieferen Einblick in diese Materie zu geben.

6.2 Probanden

Dieses Experiment setzte sich aus einer Interventionsgruppe, die das golfspezifische Krafttraining absolvierte, und einer Kontrollgruppe, welche kein Treatment erhielt, zusammen. Am golfspezifischen Krafttraining nahmen $n=10$ gesunde, motivierte Golfer verschiedenen Alters (50.7 ± 17.3 Jahre), unterschiedlichen Handicaps (23.1 ± 14.1 HCP) und unterschiedlichen Geschlechts (weiblich: $n=2$, männlich: $n=8$) teil.

Zudem wurde eine gleich große Kontrollgruppe ($n=10$) gebildet. Hierbei handelte es sich ebenfalls um gesunde, motivierte Golfer verschiedenen Alters (39.9 ± 10.2 Jahre), unterschiedlichen Handicaps (20.2 ± 19.9 HCP) und unterschiedlicher Geschlechterverteilung (weiblich: $n=2$, männlich: $n=8$).

Angaben zu den Merkmalen und Ausfällen der an diesem Experiment teilnehmenden Probanden erfolgten bereits in den Kapiteln 5.2.1 und 5.2.2.

6.3 Material

Für dieses Experiment wurde zur Erfassung der Schlägerkopf- und Ballvariablen das Messgerät TrackMan 4 herangezogen. Da dieser bereits in Kapitel 5.3 ausführlich beschrieben wurde, soll an dieser Stelle nur noch auf weitere, mit der Messung im Zusammenhang stehende Hilfsmittel eingegangen werden. Diese stellten ein 7er Eisen und Golfbälle dar. Zudem spielten alle Probanden in der für sie üblichen Golfbekleidung nebst Golfschuhen.

Das 7er Eisen fand bereits bei der Studie von Leach et al. (2017) bei der Prüfung der Funktionalität des Vorgängermodells des TrackMan 4, dem TrackMan Pro IIIe, Verwendung. Es gilt gemeinhin im Golfsport als Standardeisen, das auf mittlere Flugweiten abzielt. Wenngleich das jeweilige 7er Eisen womöglich in seinen Schlägerwinkeln (sog. Loft und Lie) und seiner Materialbeschaffenheit Unterschiede aufwies (unterschiedliche Materialien und Bauarten, insbesondere von Schaft und Kopf), konnte dies nicht durch Bereitstellung ein und desselben Schlägers für alle Probanden beeinflusst werden. Denn dies hätte unweigerlich zu einer Anpassung eines jeden Schwungs der Probanden und damit in aller Regel einer Verfälschung der Ergebnisse geführt. Denn die Probanden kannten ihre Schläger, waren an diesen gewöhnt und hatten – dies ist jedenfalls zu vermuten – in der Regel ein auf ihr Spielniveau und womöglich ihren Schwung angepasstes 7er Eisen.

Gespielt wurde einheitlich mit neuen, modernen Golfbällen, die grundsätzlich für einen weiten Spielstärkenbereich konzipiert sind und durch die Studiendurchführende gestellt wurden. Sie wurden bei jedem Probanden stets von dem vormarkierten Abschlagspunkt gespielt.

Für die Messung im Zusammenhang mit der trainingsbedingten Leistungsveränderung der Variablen betreffend Kraftaufgaben wurden in diesem Experiment sowohl im Prä- und Posttest als auch in den einzelnen Trainingsübungen eine Stoppuhr für die Messung der Zeit (betrifft die Aufgabe Bridge with leg lifting) und ein Zentimetermaß für die Messung der Sprungweite in cm (betrifft die Aufgabe Jump) als Messgeräte herangezogen. Für die Wiederholungsanzahl (betrifft die Aufgaben Rope Skipping, Fit arms and shoulders, Side plank pose with rotation, Burpees, Fit trunk, Fit abdominis and legs, Fast arms und Trunk rotation) wurde kein Messgerät verwendet, da sich diese durch Zählen nachweisen ließ.

Zusätzlich dienten als Hilfsmittel bei einzelnen Übungen ein Rubber-Band, ein Springseil und ein Medizinball o.Ä. Gewicht.

Um eine optimale Beweglichkeit bei der Aufgabenausführung zu ermöglichen, trugen die Probanden sportliche, nicht zu weite Kleidung und Sportschuhe.

6.4 Experimentelles Design und Untersuchungsablauf

Um zu überprüfen, ob ein golfspezifisches Krafttraining eine Leistungsveränderung bezüglich der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte hervorruft, wurde das auf 12 Wochen angelegte Experiment hinsichtlich Planung und Durchführung in drei Teile gegliedert.

Im ersten Teil fand ein Prätest (hierzu nachfolgend Kapitel 6.4.1) sowohl zur Erfassung der aktuellen Messwerte betreffend Kraftaufgaben als auch zur Erfassung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte für Probanden der Krafttrainingsgruppe statt. Ausgelegt war der Prätest auf eine Dauer von ca. 2 Stunden pro Proband. Für Probanden der Kontrollgruppe – welche die Krafttests nicht absolvieren mussten – wurde abweichend hiervon lediglich ein Prätest zur Messung von Schlägerkopf- und Ballwerten durchgeführt mit einer Dauer von ca. 30 Minuten. Der zweite Teil beinhaltete die Durchführung des golfspezifischen Krafttrainings, hierzu nachfolgend Kapitel 6.4.2. Das durch die Probanden selbst durchzuführende Krafttraining war auf 12 Wochen bei dreimaliger Trainingsdurchführung pro Woche angesetzt.

Der dritte und letzte Teil des Experiments (hierzu nachfolgend Kapitel 6.4.3) beinhaltete den Posttest, in welchem eine Messwiederholung durchgeführt wurde, d.h. sowohl die Messwerte

betreffend Kraftaufgaben als auch die Schlägerkopf- und Ballmesswerte erneut erfasst wurden. Dieser Test verlief analog zum Prätest und war auf eine Sitzung mit einer Gesamtdauer von ca. 2 Stunden ausgelegt. Für Probanden der Kontrollgruppe wurde nur ein Posttest betreffend Schlägerkopf- und Ballmesswerte durchgeführt. Dieser umfasste ca. 30 Minuten.

6.4.1 Prätests

Die Prätests zur Erfassung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls mittels TrackMan wurden bereits im Kapitel 5.4.1 erläutert. Im Folgenden werden daher nur die Prätests bezüglich der Messwerterfassung betreffend Kraftaufgaben dargestellt.

Um eine Leistungsveränderung der Variablen betreffend Kraftaufgaben nach zwölfwöchigem Training zu ermitteln, mussten die Probanden der Krafttrainingsgruppe im Prätest zunächst einen Satz der Übungen durchführen, die ihnen als Trainingsaufgaben über die Dauer der kommenden 12 Wochen an die Hand gegeben wurden. Gemessen wurden dabei entsprechend der jeweiligen Übungsaufgabe die Anzahl an Wiederholungen, die Haltezeit in Sekunden und die Sprungweite in cm. Die Testung erfolgte dabei nach individuellem Aufwärmen der Probanden mittels der zur Verfügung gestellten Materialien, wobei der konkrete Bewegungsablauf den Probanden unmittelbar vor jeder Aufgabe von der Studiendurchführenden demonstriert wurde. Zudem wurden eventuelle Fragen seitens der Probanden vorab geklärt, sodass sichergestellt werden konnte, dass die Bewegungsaufgabe verstanden wurde. Die Probanden wurden dazu angehalten, die Aufgaben – sofern möglich – mit ihrem maximal möglichen Krafteinsatz bzw. bestmöglich zu absolvieren. Damit sichergestellt werden konnte, dass die Probanden die Bewegungsaufgabe verstanden und korrekt umsetzen können, durften sie vor dem eigentlichen Wertungsdurchgang Probeausführungen tätigen bis sie mit der ordnungsgemäßen Ausführung vertraut waren.

Obgleich die einzelnen Übungen dezidiert im nachfolgenden Kapitel 6.4.2.2 vorgestellt werden, soll – im Sinne der Klarstellung des Prätestverfahrens und insbesondere der getesteten Werte – hierauf vorab wie folgt eingegangen werden:

Im Rahmen der ersten Kraftaufgabe wurden die Studienteilnehmer instruiert, die Aufgabe Rope Skipping innerhalb eine Minute mit so vielen Seilsprüngen wie möglich auszuführen. Hierbei wurden von der Studiendurchführenden die maximalen Wiederholungen dokumentiert.

Sodann mussten die Probanden für die Aufgabe Fit arms and shoulders das auf Höhe der Handgelenke positionierte Rubber-Band bei gestreckten Armen so oft wie möglich maximal

seitlich nach außen bewegen. Auch hier wurden die maximalen Wiederholungen schriftlich erfasst.

Im Anschluss folgten die Aufgaben Side plank pose with rotation (Seitstützposition, bei der der obere Arm unter den Körper rotiert), Bridge (Rückenlage mit nach oben gerichtetem Gesäß und einem ausgestreckten Bein), Burpees (Liegestütz und Streck sprung fließend im Wechsel), Fit trunk (in Rückenlage Beine angewinkelt abwechselnd nach links/rechts) und Jump (Weitsprung aus dem Stand). Bei den Aufgaben Side plank pose with rotation, Burpees und Fit trunk wurden die maximalen Wiederholungen bei korrekter Bewegungsausführung notiert. Bei der Aufgabe Bridge wurde die maximal mögliche Haltezeit, bei der Aufgabe Jump die beste Sprungweite von drei Versuchen vermerkt.

Bei der nachfolgenden Aufgabe Fit abdominis and legs sollte ein Rubber-Band um die Fersen bzw. Fußgelenke gebunden werden, um im Anschluss sitzend die Beine maximal auseinanderzuspreizen und danach langsam wieder zusammenzuführen, wobei die Anzahl der maximalen Wiederholungen gezählt wurde.

Bei der Aufgabe Fast arms wurde das Rubber-Band an einem unbeweglichen Gegenstand befestigt und mit gestreckten Armen explosiv zur Seite gezogen. Hierbei wurde die Anzahl der Wiederholungen je Seite dokumentiert.

Der Wertungsdurchgang des Krafttrainings schloss mit der Aufgabe Trunk rotation ab. Hierbei mussten die Probanden ein ca. 3kg schweres Gewicht mit gestreckten Armen auf Brusthöhe nach rechts und links beschleunigen, wobei die Anzahl der Wiederholungen bei korrekter Bewegungsausführung erfasst wurde. Die Übungen Trunk rotation und Fast arms waren hinsichtlich ihrer Wiederholungsanzahl auf ein Maximum begrenzt, da diese Übungen die Schnellkraft optimieren sollten.

Nach Absolvierung der Aufgaben wurden die jeweilige Anzahl an Wiederholungen, Zeiten in Sekunden und Sprungweiten in cm der Probanden von der Studiendurchführenden dokumentiert.

6.4.2 Zwölfwöchiges golfspezifisches Krafttraining

Unmittelbar nach der Erfassung des aktuellen Trainingszustands begann das golfspezifische Krafttraining der Probanden mit dem Ziel, mittels golfspezifischer Kraftübungen eine Leistungssteigerung betreffend diese Übungen und folglich der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte des Golfschwungs zu erreichen.

Um einen bestmöglichen Trainingseffekt zu erzielen, erfolgten die ausgewählten Übungen des golfspezifischen Krafttrainings (nachfolgend im Kapitel 6.4.2.2) in Anlehnung an die bereits in

Kapitel 3.1.1 dargestellten Trainingsmethoden. Zudem zielten diese auf ein ganzheitliches Krafttraining ab. Hierbei wurden die im Kapitel 2.3 dargestellten besonders aktiven Muskeln während des Golfschwungs miteinbezogen.

6.4.2.1 Trainingsablauf

Das golfspezifische Krafttraining erfolgte über einen Zeitraum von 12 Wochen, wobei dreimal wöchentlich trainiert wurde. Wenngleich eine Studiendauer über 12 Wochen noch größere Trainingseffekte mit sich bringt (Fröhlich et al., 2012), wurde sich bewusst gegen einen längeren Zeitraum als 12 Wochen entschieden. Grund war in erster Linie der äußerst hohe Zeitaufwand des Trainings und das damit verbundene Durchhaltevermögen der Probanden.

Das Training erfolgte in Eigenregie. Daher waren die Übungen so konzipiert, dass sie leicht verständlich, einfach in ihrer Ausführung, ohne zusätzlichen Materialaufwand umsetzbar sowie räumlich und zeitlich unabhängig anwendbar waren. Wenngleich das Training durch die Probanden grundsätzlich eigenverantwortlich durchgeführt wurde, stand die Studiendurchführende den Probanden nach persönlicher Absprache telefonisch oder per Videozuschaltung stets zur Verfügung, sodass eventuelle Unklarheiten während des Trainings behoben werden konnten.

Ein Training zusammen in der Gruppe wäre zweifellos gut gewesen, wodurch gleichermaßen die korrekte Bewegungsausführung der Übungen sowie die regelmäßige Durchführung besser kontrolliert werden können. Aufgrund der pandemiebedingten Einschränkungen sowie der unterschiedlichen Ansässigkeit der Probanden war dies jedoch nicht realisierbar.

Trainiert wurde überwiegend mit dem eigenen Körpergewicht. Die Wahl, Übungen mit dem eigenen Körpergewicht ins Training zu integrieren, schien gerade in Zeiten der Coronapandemie bezüglich einer unabhängigen Planung – ohne die Angewiesenheit auf verschiedene Einrichtungen wie Kliniken, Fitnessstudios, Universitäten etc. – für einen unkomplizierten Studienablauf wesentlich.

Um Überlastungen und Unterforderungen auszuschließen, konnte die Belastungsintensität der Einzelübungen an die koordinativen und konditionellen Voraussetzungen der einzelnen Probanden angepasst werden. Deshalb wiesen einzelne Übungen unterschiedliche Schwierigkeitsgrade bzw. Ausführungsvariationen auf, von denen die Mehrheit der Probanden allerdings keinen Gebrauch machte. Nur selten, insbesondere bei kurzzeitigen Verletzungen,

wurde auf eine Differenzierungsoption oder auf eine Reduktion auf zwei Einheiten eingegangen oder es wurde für eine kurze Zeit eine Übung ausgelassen.

Während es den Probanden in den ersten 2-3 Wochen zur Vermeidung von Überlastungen selbst überlassen blieb, ob sie zwei oder drei Serien pro Woche trainieren, sollte jeder Studienteilnehmer die restlichen Wochen drei Serien pro Woche durchführen. Wenngleich nach Wirth et al. (2007) bei einer Reduktion von drei auf zwei Trainingseinheiten die Woche kaum ein Unterschied für den Muskelzuwachs zu erkennen ist – dies unabhängig vom Leistungsniveau des Sportlers –, trainierte die große Mehrheit der Probanden bereits ab der ersten Woche in drei Sätzen.

Gegen ein Training mit mehr als drei Sätzen wurde sich aus Gründen der Überlastung – insbesondere der älteren Probanden –entschieden. Auch hätte dies den zeitlichen Rahmen des Trainings überschritten. Motivationseinbußen und Trainingsabbrüche hätten die Folge sein können.

Da Schnellkraftübungen bei untrainierten bzw. wenig trainierten – v.a. älteren männlichen Personen – anerkanntermaßen schnell zu Überlastungen führen können (Steinbrück, 2000), wurde bewusst darauf geachtet, dass diese im Training nicht überwiegen. Dennoch zeigte sich bei der Übung Jump, dass hier zeitweilige verletzungsbedingte Ausfälle zu beklagen waren. Dies führte dazu, dass zwei Probanden zum Zwecke der Regeneration eine Trainingspause von ca. drei Trainingsdurchgängen einlegten. Da die Werte nach der Pause entsprechend der Trainingsverlaufsprotokolle keine Auffälligkeiten hinsichtlich eines Leistungsabfalls o.Ä. aufwiesen, hatte dies vermutlich keinen Einfluss auf die jeweilige Leistungsentwicklung. Die konkrete Übung Jump konnte allerdings in beiden o.g. Fällen aufgrund von anhaltenden Schmerzen nicht fortgeführt werden, sodass diese komplett ausgelassen werden musste.

Um Fehlbelastungen der Muskeln und Gelenke zu vermeiden und um einen optimalen Trainingserfolg zu erzielen, war stets auf eine korrekte und kontrollierte Bewegungsausführung zu achten. Diese meint die funktionell-anatomisch einwandfreie Übungsausführung gleichermaßen wie die Ausschöpfung der vollständigen Bewegungsamplitude (ROM), das Einhalten einer konstanten Geschwindigkeit ohne ruckartige Bewegungen sowie die Wahl einer verhältnismäßigen Spannungsdauer (Toigo, 2006). Sobald die Qualität nicht mehr aufrechterhalten werden konnte, war die Übung zu beenden. Auch sollte auf eine korrekte Atmung geachtet werden; bei Belastung ausatmen, bei Entlastung einatmen.

Die Ergebnisse der jeweiligen Einzelübungen (Anzahl der Wiederholungen, Anzahl der Sätze etc.) und die RPE- (Rate of Perceived Exertion-) Werte des subjektiven Belastungsempfindens wurden ab der ersten Trainingseinheit von den Probanden jeweils in einem Trainingsverlaufsprotokoll (hierzu Anhang 15.9) dokumentiert. Um den Grad der empfundenen Anstrengung bei den einzelnen Übungsausführungen einstufen zu können, wurde den Probanden eine RPE-Skala (hierzu Anhang 15.10) übergeben.

Die Gesamtdauer des Krafttrainings umfasste ca. 60 Minuten pro Trainingseinheit.

6.4.2.2 Kraftübungen

Die Übung Rope Skipping wurde mithilfe eines Springseils und einer Stoppuhr durchgeführt. Innerhalb 1 Minute wurden dabei so viele Grundsprung-Seilsprünge wie möglich durchgeführt (Abbildung 1), wobei die Probanden drei Sätze zu je 1 Minute ausführen sollten. Im Anschluss der Übung wurde die Anzahl der maximalen Wiederholungen pro Minute dokumentiert.

Diese Übung war v.a. ausgelegt auf eine Kraftverbesserung der Bein- und Rumpfmuskulatur (u.a. Musculus gastrocnemius, Musculus tibialis anterior, Musculus biceps femoris, Musculus rectus femoris, Musculus gluteus maximus & Musculus rectus abdominis) sowie der Optimierung der (Kraft-)Ausdauer.



Abbildung 1: Rope Skipping

Als Nächstes folgte die Übung Fit arms and shoulders, welche mithilfe eines Rubber-Bands durchgeführt wurde. Dieses wurde um beide Handgelenke gebunden. Die Probanden sollten in aufrechter Körperhaltung die Arme nahezu gestreckt über dem Kopf halten und das Rubber-Band seitlich nach außen auf Spannung bringen. Die Anfangs- und Endposition entsprach der Darstellung aus Abbildung 2. Danach wurde es langsam gelöst und erneut auf maximale

Spannung gebracht. Im Anschluss der Übung wurde die Anzahl der maximalen Wiederholungen (bei drei Durchgängen) dokumentiert.

Diese Übung war v.a. ausgelegt auf eine Kraftverbesserung der Schulter- und Armmuskeln (u.a. Musculus deltoideus, Musculus trapezius, Musculus supraspinatus, Musculus infraspinatus & Musculus triceps brachii).



Abbildung 2: Fit arms and shoulders

Anschließend folgte die Übung Side plank pose with rotation, optional mit Yogamatte. In stabiler, gerader Seitstützposition sollte der Unterarm auf dem Boden positioniert werden, die Füße lagen seitlich übereinander. Hierbei wurde der obere Arm ausgestreckt und anschließend unter den Körper rotiert; wobei sich der Schultergürtel parallel zum Boden neigte. Anschließend wurde zurück in die Ausgangsposition rotiert. Es wurden je Seite so viele Wiederholungen wie möglich ausgeführt und dokumentiert, das Ganze bei insgesamt drei Sätzen. Der Bewegungsablauf entsprach der Darstellung aus Abbildung 3. Als einfache Variation hatten die Probanden die Option, die Ausgangsposition ohne Rotation maximal lange zu halten, wobei die Zeit dokumentiert wurde.

Die Übung Side plank pose with rotation sollte v.a. eine Kraftverbesserung des Rumpfes (u.a. Musculus rectus abdominis, Musculus transversus abdominis, Musculus serratus anterior, Musculus obliquus externus/internus abdominis & Musculus latissimus dorsi) bewirken.



Abbildung 3: Side plank pose with rotation

Im Rahmen der nächsten Übung Bridge with leg lifting wurde eine Stoppuhr benötigt, optional eine Yogamatte. In Rückenlage mit aufliegenden Schultern und seitlich neben dem Körper auf den Boden liegenden Armen und auf dem Boden aufgesetzten Füßen (ca. 90° zwischen Ober- und Unterschenkel) wurde das Gesäß nach oben gedrückt, sodass sich eine gerade Linie zwischen den Knien und den Schultern bildete (Abbildung 4). Zudem wurde ein Bein in Verlängerung des Rumpfes ausgestreckt und maximal lange in der Luft gehalten, während der andere Fuß am Boden blieb. Nach jedem der drei Sätze (pro Bein) mit jeweils einer Wiederholung (pro Bein) wurde die jeweilige maximale Haltezeit dokumentiert.

Diese Übung war v.a. ausgelegt auf eine Kraftverbesserung (Kraftausdauer) des Rumpfes und der Beine (u.a. Musculus gluteus maximus, Musculus rectus abdominis, Musculus obliquus externus/internus abdominis, Musculus biceps femoris, Musculus rectus femoris & Musculus erector spinae).



Abbildung 4: Bridge with leg lifting

Bei der Übung Burpees konnte ebenfalls bei Bedarf eine Yogamatte herangezogen werden. Im hüftbreiten Stand sollten sich die Probanden zügig nach vorne beugen, dabei die Hände zum Boden und die Füße nach hinten (Liegestützposition) bringen. Nach Einnahme der Liegestützposition wurde ein Liegestütz ausgeführt. Im direkten Anschluss sollten die Probanden mit den Füßen nach vorne springen, den Körper aufrichten und unmittelbar einen Streck sprung ausführen. Der Bewegungsablauf entsprach der Darstellung aus Abbildung 5. Danach wurde die Bewegung wiederholt, wobei die maximalen Wiederholungen je Satz bei insgesamt drei Sätzen dokumentiert wurden. Optional als einfache Variation durften die Probanden Liegestützen ausführen, wobei ebenfalls die Anzahl der maximalen Wiederholungen je Satz (von drei Sätzen) dokumentiert wurde.

Eine Ganzkörperkräftigung (u.a. Musculus deltoideus, Musculus trapezius, Musculus supraspinatus, Musculus infraspinatus, Musculus biceps brachii, Musculus triceps brachii, Musculus pectoralis major, Musculus rectus abdominis, Musculus gluteus maximus, Musculi

multifidi, Musculus vastus femoris, Musculus biceps femoris & Musculus gastrocnemius) stand bei dieser Übung im Vordergrund.



Abbildung 5: Burpees

Bei der Übung Fit trunk (optional mit Yogamatte) wurden in Rückenlage die Beine senkrecht nach oben gestreckt und im Anschluss in den Knien um 90° angewinkelt. Die Zehenspitzen wurden dabei in Richtung Körper gezogen. Weiterhin positionierten die Probanden die gestreckten Arme mit den Handflächen auf den Boden, sodass sie im 90°-Winkel zum Oberkörper lagen. Folglich bewegten sich beide Beine zusammen abwechselnd nach links und rechts bis kurz vor dem Boden. Die Schultern und der obere Rücken blieben dabei in Bodenkontakt. Der Bewegungsablauf entsprach der Darstellung aus Abbildung 6. Zur Erhöhung des Schwierigkeitsgrades durften sich die Probanden ein Gewicht zwischen die Knie klemmen. Bei insgesamt drei Sätzen wurden so viele Wiederholungen wie möglich gemacht und je Satz dokumentiert.

Diese Übung sollte v.a. zu einer Kraftverbesserung der Rumpfmuskulatur (u.a. Musculus transversus abdominis, Musculus rectus abdominis, Musculus serratus anterior, Musculus obliquus externus/internus abdominis & Musculus iliopsoas) führen.



Abbildung 6: Fit trunk

Als nächstes folgte die Übung Fit abdominis and legs, welche mithilfe eines Rubber-Bands durchgeführt wurde. Hierbei setzten sich die Probanden auf den Boden und banden das Rubber-Band um beide Fersen. Die nahezu gestreckten Beine wurden ca. 20 cm angehoben und die

Zehenspitzen Richtung Körper gezogen. Weiterhin wurde der Oberkörper nach hinten gelehnt, sodass der Winkel zwischen Rücken und Boden ca. 45° betrug, die Arme befanden sich dabei überkreuzt auf der Brust. Unter Anspannung der Bauchmuskeln wurden nun die Beine maximal auseinandergespreizt und langsam wieder zusammengeführt. Beine und Oberkörper wurden dabei nicht abgelegt. Anfangs- und Endposition entsprach der Darstellung aus Abbildung 7. Bei insgesamt drei Sätzen wurden so viele Wiederholungen wie möglich gemacht und je Satz dokumentiert.

Diese Übung war v.a. ausgelegt auf die Kraftverbesserung der Rumpf- und Beinmuskeln (u.a. Musculus rectus abdominis, Musculus vastus laterales, Musculus gluteus medius, Musculus rectus femoris & Musculus gluteus maximus).



Abbildung 7: Fit abdominis and legs

Im Rahmen der Übung Fast arms wurde ein Rubber-Band um einen fest verankerten, hüfthohen Gegenstand gebunden, mit beiden Händen gegriffen und eine gerade Körperposition eingenommen. Nun wurde das Rubber-Band mit gestreckten Armen explosiv zur Seite gezogen und danach wieder langsam nachgegeben. Der Bewegungsablauf entsprach der Darstellung aus Abbildung 8. Sobald die Geschwindigkeit abfiel, galt der Satz als beendet. Dieser Vorgang wurde acht- bis fünfzehnmal wiederholt. Bei insgesamt drei Sätzen wurden die Wiederholungen je Satz dokumentiert.

Fast arms sollte v.a. die Schnellkraft in den Armen (u.a. Musculus triceps brachii & Musculus extensor carpi radialis) optimieren.



Abbildung 8: Fast arms

Bei der Übung Jump mussten die Probanden im hüftbreiten Stand und mit parallel ausgerichteten Füßen so weit wie möglich nach vorne springen. Der Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel war im Absprung bei etwas über 90° . Die Standbreite wurde während des Sprungs nicht verändert. Der Bewegungsablauf entsprach der Darstellung aus Abbildung 9. Nach ein paar Probesprüngen hatten die Probanden drei Versuche in Folge, wobei bei jedem Sprung der Abstand zwischen dem hintersten Punkt der Ferse unmittelbar vor Absprung und unmittelbar nach Landung gemessen und dokumentiert wurde.

Bei dieser Übung stand v.a. die Kraftverbesserung der Beinmuskeln (Schnellkraft) (u.a. *Musculus quadriceps femoris* & *Musculus biceps femoris*) im Vordergrund.



Abbildung 9: Jump

Bei der Übung Trunk rotation wurde ein ca. 3-5kg Gewicht bei geradem Oberkörper mit leicht auswärts gedrehten Fußspitzen und mit gestreckten Armen auf Brusthöhe gehalten. Anschließend wurde der Rumpf abwechselnd explosiv nach rechts und links beschleunigt, die Arme folgten dabei jeweils. Der Bewegungsablauf entsprach der Darstellung aus Abbildung 10. Sobald das Gewicht nicht mehr auf derselben Höhe gehalten wurde oder die Geschwindigkeit abfiel, galt der Satz als beendet. Insgesamt wurden drei Sätze bei zehn bis fünfzehn Wiederholungen ausgeführt und die Anzahl der Wiederholungen je Satz dokumentiert.

Die Übung Trunk rotation sollte v.a. eine Kraftverbesserung der Rumpfmuskulatur (Schnellkraft) (u.a. *Musculus obliquus internus/externus abdominis*, *Musculus teres major*, *Musculus latissimus dorsi* & *Musculus abdominis transversus*) hervorrufen.



Abbildung 10: Trunk rotation

6.4.3 Posttests

Nach 12 Wochen mussten die Probanden einen Posttest betreffend Schlägerkopf- und Ballmesswerte sowie Messwerte betreffend Kraftaufgaben absolvieren, wobei die Probanden der Krafttrainingsgruppe wiederum beide Messungen durchführten und bei der Kontrollgruppe lediglich die Messung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte erfolgte. Die Abläufe und Messwerterfassungen entsprachen auch im Übrigen grundsätzlich denen des Prätests, wobei Erläuterungen bzw. Demonstrationen durch die Studiendurchführende weitestgehend entfielen. Insoweit wird auf Kapitel 6.4.1 verwiesen.

Abweichend hiervon mussten aufgrund der vorangeschrittenen Coronapandemie drei Kraft-Posttests via Videoübertragung erfolgen. Die Abläufe und Messwerterfassungen entsprachen dabei denen des jeweiligen Prätests bzw. denen der anderen Posttests vor Ort. Zudem wurden zwei Posttests erst ca. 2 Wochen nach dem zwölfwöchigen Training abgenommen. Ein Abgleich mit den Trainingsverlaufsprotokollen sowie den TrackMan-Posttest-Ergebnissen ergab, dass dies die Testergebnisse nicht erheblich beeinflusst haben sollte. Dies dürfte auch die Studie von Alvarez et al. (2012) bestätigen; so zeigten deren Testergebnisse selbst nach einer Trainingspause von 5 Wochen, dass die Ballgeschwindigkeit und die Flugweite des Balls unverändert blieben.

Weiterhin klagten zwei Probanden über Schmerzen im Achillesfersenbereich, sodass diese Teilnehmer die Aufgabe Jump im Posttest nicht ausführen konnten, wodurch kein Vergleich mehr für diese Übung gegeben war. Daher wurde diese Aufgabe in der Ergebnisauswertung (Kapitel 6.7.1) mit n=8 berücksichtigt.

6.5 Abhängige und unabhängige Variablen

Um zu überprüfen, ob Probanden der Krafttrainings- und Kontrollgruppe Leistungsunterschiede in bestimmten Schlägerkopf- und Ballvariablen aufzeigen, je nachdem ob sie vorab ein zwölfwöchiges golfspezifisches Krafttraining absolvierten oder nicht, sollen neben den im Kapitel 5.3.1 dargestellten Schlägerkopf- und Ballvariablen noch weitere Variablen herangezogen werden.

Für die Prüfung der Leistungsveränderung betreffend Kraftaufgaben innerhalb der Krafttrainingsgruppe durch das zwölfwöchige Krafttraining, wurde die Anzahl an Wiederholungen (betrifft die Aufgaben Rope Skipping, Fit arms and shoulders, Side plank pose with rotation, Burpees, Fit trunk, Fit abdominis and legs, Fast arms und Trunk rotation), die Haltezeit in Sekunden (betrifft die Aufgabe Bridge with leg lifting) und die Sprungweite in cm

(betrifft die Aufgabe Jump) als abhängige Variablen herangezogen. Die unabhängige Variable bzw. der Faktor, der dabei analysiert wurde, stellte der Messzeitpunkt dar.

Folglich konnte anhand der Unterschiede der durchschnittlichen Anzahl an Wiederholungen, Haltezeit in Sekunden und der Sprungweite in cm zwischen Prä- und Posttest festgestellt werden, ob sich durch das zwölfwöchige Training eine Leistungssteigerung ergab. Je besser die Variablen im Zeitverlauf waren, umso effektiver war der Trainingsreiz.

6.6 Operationale Hypothesen

Zunächst wurde eine operationale Hypothese (OH) zur Krafttrainingsgruppe hinsichtlich der gewählten abhängigen Variablen betreffend Kraftaufgaben aufgestellt:

- OH 1:

Die Krafttrainingsgruppe erreicht im Zeitverlauf eine mehrheitliche Steigerung der Leistung bezüglich der Variablen betreffend Kraftaufgaben (Wdh., Sek., cm).

Um sodann den Einfluss des Krafttrainings auf die abhängigen Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) und den Unterschied hinsichtlich dieser Variablen zwischen Krafttrainingsgruppe und Kontrollgruppe im Zeitverlauf aufzeigen zu können, wurden zwei weitere operationale Hypothesen formuliert:

- OH 2:

Ein golfspezifisches Krafttraining führt im Zeitverlauf zu einer Erhöhung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und zu einer größeren Flugweite des Balls (m), nicht aber zu einer Erhöhung des Smash-Faktors.

- OH 3:

Die Krafttrainingsgruppe wird sich im Zeitverlauf hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und der Flugweite des Balls (m) stärker verbessern als die Kontrollgruppe, aber nicht hinsichtlich des Smash-Faktors.

6.7 Ergebnisse

Für die statistische Auswertung der Daten der Krafttrainingsgruppe wurden die bereits im Kapitel 5.6 dargestellten statistischen Verfahren angewendet.

6.7.1 Veränderung der Variablen betreffend Kraftaufgaben (Prüfung der OH 1)

Um die infolge des zwölfwöchigen Krafttrainings hervorgerufenen Leistungsunterschiede betreffend die einzelnen Kraftaufgaben zwischen Prä- und Posttest zu prüfen, wurde für die Krafttrainingsgruppe ein t-Test für Stichproben mit paarigen Werten durchgeführt. Nachfolgend wurde untersucht, ob sich die Variablen Rope Skipping (Wdh.), Fit arms and shoulders (Wdh.), Side plank pose (Wdh.), Bridge (Sek.), Burpees (Wdh.), Fit trunk (Wdh.), Fit abdominis and legs (Wdh.), Fast arms (Wdh.), Jump (cm) und Trunk rotation (Wdh.) zwischen den beiden Messzeitpunkten unterscheiden. Hierzu wird in Tabelle 1 für jede untersuchte Variable der Mittelwert sowie die Standardabweichung getrennt für beide Zeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die p-Werte des Shapiro-Wilk-Tests. In einem Fall konnte keine Normalverteilung berechnet werden, da die vorgegebene Anzahl an Wiederholungen von allen Probanden erreicht wurde. In weiteren neun Fällen liegt der p-Wert unter 0.05, sodass die Normalverteilungsannahme nicht gegeben ist. In denjenigen Fällen, in denen keine Normalverteilung erfüllt ist, wurde der Vergleich anstatt des t-Tests mittels des Wilcoxon-Tests vorgenommen, da der Wilcoxon-Test keine Normalverteilung der Daten voraussetzt.

In der Tabelle 1 ist zu sehen, dass jede der zehn untersuchten Variablen im Zeitverlauf anstieg, was eine Leistungsoptimierung zeigt. In Abbildung 11 ist ebenfalls der Durchschnitt der untersuchten Variablen zu beiden Zeitpunkten graphisch abgebildet, woraus hervorgeht, dass jede der untersuchten Variablen vom Prätest zum Posttest im Durchschnitt anstieg.

Tabelle 1: Leistungsentwicklung der Krafttrainingsgruppe: Prä- und Posttest-Vergleich anhand der Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD) und Tests auf Normalverteilung.

Variable	Prätest M und SD	Prätest p-Wert Shapiro-Wilk-Test	Posttest M und SD	Posttest p-Wert Shapiro-Wilk-Test
Rope Skipping (Wdh.)	55.10 (36.39)	0.256	77.00 (40.65)	0.168
Fit arms and shoulders (Wdh.)	33.50 (26.91)	0.001	39.70 (21.66)	0.847
Side plank pose (Wdh.)	17.20 (9.83)	0.239	32.80 (18.71)	0.018
Bridge (Sek.)	64.60 (40.34)	0.006	125.20 (93.47)	0.012
Burpees (Wdh.)	6.60 (3.95)	0.032	10.80 (2.62)	0.718
Fit trunk (Wdh.)	23.90 (12.80)	0.056	33.00 (15.05)	0.325
Fit abdominis and legs (Wdh.)	16.70 (14.78)	0.025	31.00 (16.08)	0.838
Fast arms (Wdh.)	24.70 (7.39)	0.008	29.40 (1.90)	<0.001
Jump (cm)	129.69 (46.95)	0.408	143.88 (47.05)	0.111
Trunk rotation (Wdh.)	13.70 (2.16)	<0.001	15.00 (0.00)	

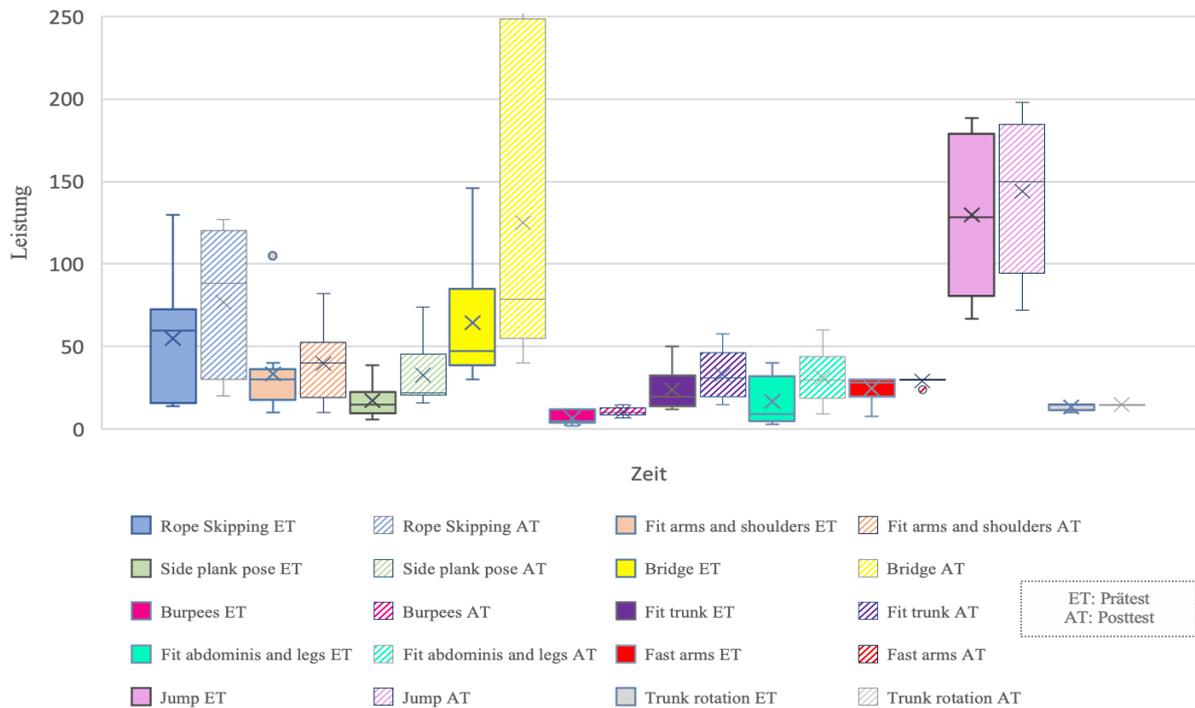


Abbildung 11: Leistungsentwicklung der Krafttrainingsgruppe. Box-Plots repräsentieren in Abhängigkeit des Tests die durchschnittliche Anzahl an Wiederholungen, die durchschnittliche Belastungsdauer (Sek.) und die durchschnittliche Sprungweite (cm) vor und nach dem zwölfwöchigen Training.

Um zu testen, ob die in der Tabelle 1 dargestellten Unterschiede zwischen Prä- und Posttest-Zeitpunkt statistisch signifikant sind, wurde für jede der untersuchten Variablen ein t-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt.

Der t-Test für die Variable Rope Skipping zeigt ein Ergebnis von $t(9)=3.78$, $p=0.004$, $d=1.20$, d.h. dass sich die durchschnittlichen Wiederholungen zwischen der Messung vor dem Training und der Messung nach dem Training signifikant erhöhten, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Ebenfalls eine signifikante Erhöhung der durchschnittlichen Wiederholungen im Zeitverlauf und einen starken Effekt weisen die Ergebnisse für die Variablen Side plank pose mit $z=2.81$, $p=0.005$, $d=0.97$, Burpees mit $z=2.67$, $p=0.008$, $d=1.36$, Fit trunk mit $t(9)=4.37$, $p=0.002$, $d=1.38$ und Fit abdominis and legs mit einem Ergebnis von $z=2.80$, $p=0.005$, $d=1.42$ auf. Für die Variable Fit arms and shoulders resultiert ein Ergebnis von $z=1.19$, $p=0.236$, $d=0.41$. Hier erhöhten sich die durchschnittlichen Wiederholungen zwischen der Messung im Prä- und Posttest nicht signifikant. Die Effektstärke ist klein. Aus Tabelle 1 und Abbildung 11 lässt sich jedoch ablesen, dass für diese Variable dennoch eine Steigerung der durchschnittlichen Wiederholungen vorlag. Bei der Variablen Bridge wurde bei den Probanden die durchschnittliche Belastungsdauer in Sekunden getestet. Das Ergebnis von $z=2.55$, $p=0.011$, $d=0.80$ gibt zu erkennen, dass sich diese im Zeitverlauf signifikant erhöhte. Der Effekt

ist mittel bzw. nahezu stark. Für die Variable Fast arms ergibt sich ein Ergebnis von $z=2.02$, $p=0.043$, $d=0.65$. Auch hier erhöhte sich die Differenz der durchschnittlichen Wiederholungen signifikant. Der Effekt ist allerdings mittel. Einen starken Effekt zeigt wiederum die Variable Jump. Dieser t-Test weist ein Ergebnis von $t(7)=3.24$, $p=0.014$, $d=1.15$ auf. Demnach erhöhten sich die durchschnittlichen Sprungweiten der Probanden zwischen der Messung vor dem Training und der Messung nach dem Training signifikant. Zuletzt ergibt sich für die Variable Trunk rotation ein Ergebnis von $z=1.63$, $p=0.102$, $d=0.60$. Bei dieser Aufgabe erhöhten sich die durchschnittlichen Wiederholungen zwischen der Messung vor dem Training und der Messung nach dem Training nicht signifikant, wobei es sich um einen mittleren Effekt handelt. Wenngleich es sich bei letztgenannter Aufgabe um kein signifikantes Ergebnis handelt, konnte dennoch gemäß Tabelle 1 ein Anstieg der Messwerte im Zeitverlauf nachgewiesen werden.

Zusammenfassend konnte mithilfe der Analyse zur Krafttrainingsgruppe anhand der Mittelwerte betreffend die Anzahl der durchschnittlichen Wiederholungen (Wdh.), Haltezeit in Sekunden (Sek.) und Sprungweite (cm) im Prä- und Posttest gezeigt werden, dass die Interventionsgruppe zwischen den beiden Messzeitpunkten eine signifikante Verbesserung der Leistung in allen Kraftaufgaben mit Ausnahme der Aufgaben Fit arms and shoulders und Trunk rotation erzielte. Die operationale Hypothese 1, wonach *die Krafttrainingsgruppe im Zeitverlauf eine mehrheitliche Steigerung der Variablen betreffend Kraftaufgaben (Wdh., Sek., cm) erreicht*, kann aufgrund der mehrheitlich signifikanten Ergebnisse der t-Tests verifiziert werden.

6.7.2 Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (Prüfung der OH 2 und OH 3)

Zunächst wurde für den Leistungsvergleich innerhalb der Interventionsgruppe ein t-Test für gepaarte Stichproben angewendet. Um weiterhin zu prüfen, ob sich die durch das Training hervorgerufene Veränderung der Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) zwischen der Krafttrainingsgruppe und der Kontrollgruppe unterscheidet, wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Diese basierte auf einem 2x2-Design mit dem Faktor Zeit (2-fach gestuft) und dem Faktor Gruppe (2-fach gestuft). Ferner wurde die Krafttrainingsgruppe und die Kontrollgruppe mittels Kontrastanalyse paarweise daraufhin untersucht, ob sie sich hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) unterscheiden.

6.7.2.1 Schlägerkopfgeschwindigkeit

In Tabelle 2 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Schlägerkopfgeschwindigkeit in Meilen pro Stunde (mph) getrennt nach Gruppen und für beide Messzeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die p-Werte des Shapiro-Wilk-Tests sowie des Levene-Tests. In drei Fällen liegt der p-Wert unter 0.05. Da die Varianzanalyse (Anova) relativ robust gegen die Verletzungen ihrer Annahmen ist (Bortz & Schuster, 2010), wurden keine weiteren Maßnahmen ergriffen. Ferner ist an den Mittelwerten zu erkennen, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) in der Kontrollgruppe nahezu unverändert blieb, während sie in der Krafttrainingsgruppe anstieg. Dies ist graphisch in Abbildung 12 dargestellt.

Tabelle 2: Schlägerkopfgeschwindigkeit im Prä- und Posttest: Vergleich der Krafttrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Tests auf Normalverteilung und Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	p-Wert Shapiro-Wilk-Test	p-Wert Levene-Test
Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) Prätest	Kraft	70.69	15.06	0.023	0.074
	Kontrolle	72.56	10.95	0.227	
Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) Posttest	Kraft	73.57	15.49	0.023	0.048
	Kontrolle	72.67	10.99	0.175	

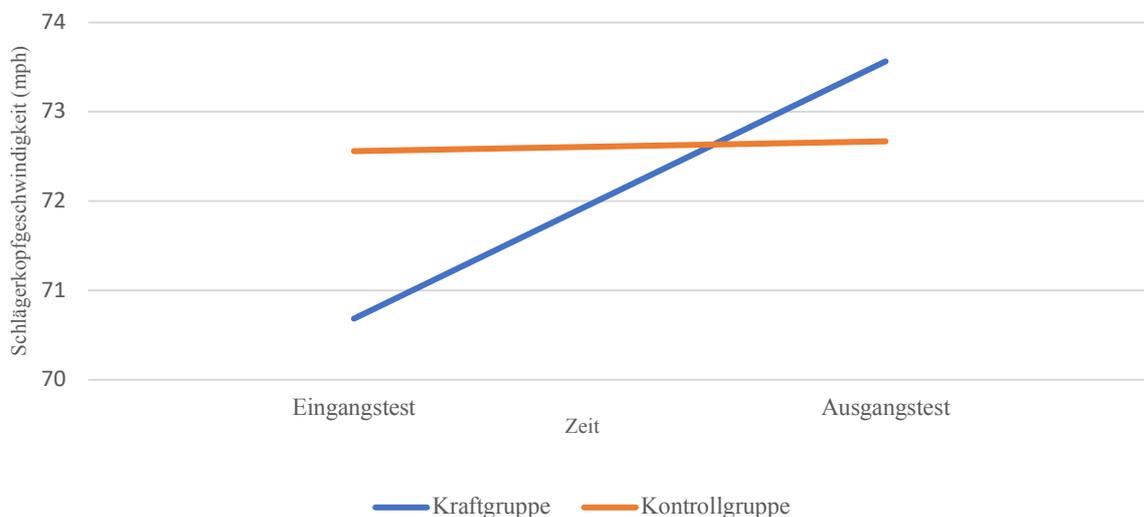


Abbildung 12: Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf zwischen der Krafttrainingsgruppe und der Kontrollgruppe.

Um zunächst die operationale Hypothese 2 zu prüfen, wurde ein t-Test für paarige Stichproben durchgeführt. Dieser zeigt ein Ergebnis von $t(9)=2.82$, $p=0.020$, $d=0.89$. Somit ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten in der Interventionsgruppe signifikant, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Gemäß Tabelle 2 ist an den Mittelwerten zu sehen, dass

die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) bei der Krafttrainingsgruppe nach dem Training höher war als vor dem Training.

Um weiterhin zu prüfen, ob sich die durch das Training hervorgerufene Veränderung der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) zwischen der Krafttrainingsgruppe und der Kontrollgruppe unterscheidet (OH 3), wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. Diese ergibt für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis von $F(1;18)=6.40$, $p=0.021$, $\eta^2=0.26$. Somit zeigt das Ergebnis eine signifikante Veränderung Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) im Zeitverlauf. Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen starken Effekt handelt.

Der Zwischensubjektfaktor Gruppe zeigt ein Ergebnis von $F(1;18)=0.01$, $p=0.935$, $\eta^2=0.00$. Da dieser Test kein signifikantes Ergebnis liefert, liegt zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) vor.

Für die Interaktion von Zeit und Gruppe resultiert ein Ergebnis von $F(1;18)=5.49$, $p=0.031$, $\eta^2=0.23$. Somit unterscheidet sich die zeitliche Entwicklung der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) signifikant zwischen den beiden Gruppen, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. In Abbildung 12 ist hierzu sichtbar, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) in der Krafttrainingsgruppe recht deutlich anstieg, während in der Kontrollgruppe nahezu keine Veränderung im Zeitverlauf zu erkennen war. Die signifikante Interaktion von Zeit und Gruppe ist damit so zu verstehen, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) in der Krafttrainingsgruppe signifikant stärker anstieg als in der Kontrollgruppe. Dies konnte weiterhin mittels Kontrastanalyse anhand der Veränderungsdifferenz von $VD=2.77$ bestätigt werden.

6.7.2.2 Smash-Faktor

Die folgende Tabelle 3 enthält die Mittelwerte und Standardabweichungen betreffend Smash-Faktor getrennt nach Zeitpunkt und Gruppe sowie die Ergebnisse der Tests der Voraussetzungen. Es zeigt sich, dass die Voraussetzungen bei dem Levene-Test erfüllt sind, da alle entsprechenden p-Werte größer als 0.05 anzeigen. Bei dem Shapiro-Wilk-Test liegt in zwei Fällen der p-Wert unter 0.05. Da die Varianzanalyse relativ robust hinsichtlich der Verletzung der Normalverteilungsannahme ist (ebd.), wurden keine Gegenmaßnahmen ergriffen. An den Mittelwerten ist allerdings zu erkennen, dass der Smash-Faktor bei der Kontrollgruppe nahezu unverändert blieb, während er in der Krafttrainingsgruppe anstieg. Dies ist graphisch in Abbildung 13 dargestellt.

Tabelle 3: Smash-Faktor im Prä- und Posttest: Vergleich der Krafttrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Tests auf Normalverteilung und Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	p-Wert	
				Shapiro-Wilk-Test	Levene-Test
Smash-Faktor Prätest	Kraft	1.25	0.10	0.001	0.279
	Kontrolle	1.36	0.05	0.932	
Smash-Faktor Posttest	Kraft	1.28	0.04	0.025	0.822
	Kontrolle	1.35	0.04	0.618	

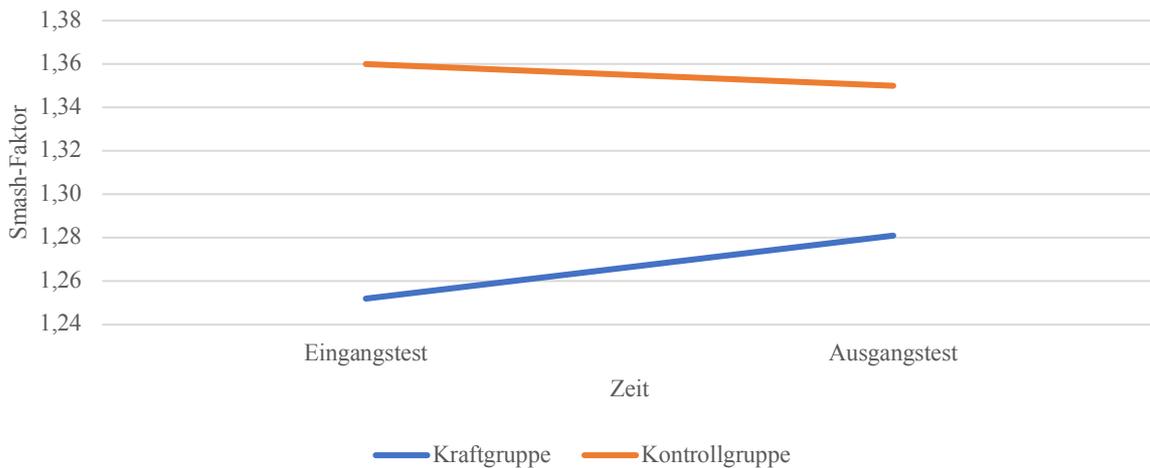


Abbildung 13: Veränderung des Smash-Faktors im Zeitverlauf zwischen der Krafttrainingsgruppe und der Kontrollgruppe.

Um die OH 2 weiterhin darauf zu prüfen, ob sich bei der Krafttrainingsgruppe auch der Smash-Faktor im Zeitverlauf verbesserte, wurde für diese Variable ein t-Test für paarige Stichproben durchgeführt. Dieser zeigt ein Ergebnis von $t(9)=0.91$, $p=0.385$, $d=0.29$. Somit ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten in der Interventionsgruppe nicht signifikant, wobei es sich um einen schwachen Effekt handelt. An den Mittelwerten ist gemäß Tabelle 3 allerdings zu sehen, dass der Smash-Faktor bei der Krafttrainingsgruppe nach dem Training höher war als vor dem Training.

Um weiterhin zu prüfen, ob sich die durch das Training hervorgerufene Veränderung der Variable Smash-Faktor zwischen der Krafttrainingsgruppe und der Kontrollgruppe unterscheidet (OH 3), wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. Diese ergibt für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis von $F(1;18)=0.20$, $p=0.659$, $\eta^2=0.01$. Somit zeigt sich keine signifikante Veränderung des Smash-Faktors im Zeitverlauf. Am Wert des η^2 lässt sich erkennen, dass es sich um einen schwachen Effekt handelt.

Der Zwischensubjektfaktor Gruppe zeigt ein signifikantes Ergebnis und einen starken Effekt, da $F(1;18)=14.28$, $p=0.001$, $\eta^2=0.44$. Daher liegt zwischen den beiden Gruppen ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Smash-Faktor vor.

Für die Interaktion von Zeit und Gruppe resultiert ein Ergebnis von $F(1;18)=1.66$, $p=0.214$, $\eta^2=0.08$. Hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung unterscheidet sich die Variable Smash-Faktor damit nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen, wobei es sich um einen mittleren Effekt handelt. Dass sich trotz des nicht signifikanten Ergebnisses die Krafttrainingsgruppe im Durchschnitt stärker verbesserte als die Kontrollgruppe, ist mittels Kontrastanalyse anhand der Veränderungsdifferenz von $VD=0.04$ zu sehen. Aus Abbildung 13 geht weiterhin hervor, dass der Smash-Faktor in der Kontrollgruppe im Zeitverlauf sogar abnahm.

6.7.2.3 Flugweite des Balls

Die folgende Tabelle 4 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Variable Flugweite des Balls in Meter (m) getrennt nach Gruppen und Zeitpunkten sowie die Ergebnisse der Tests der Voraussetzungen. Es zeigt sich, dass die Voraussetzung bei dem Levene-Test erfüllt sind. Bei dem Shapiro-Wilk-Test liegt in zwei Fällen der p-Wert unter 0.05. Da die Varianzanalyse relativ robust hinsichtlich der Verletzung der Normalverteilungsannahme ist (ebd.), wurden keine Gegenmaßnahmen ergriffen. An den Mittelwerten lässt sich allerdings erkennen, dass die Flugweite des Balls (m) bei der Kontrollgruppe nahezu unverändert blieb, während diese in der Krafttrainingsgruppe anstieg. Auch aus Abbildung 14 geht hervor, dass in der Krafttrainingsgruppe die Flugweite des Balls (m) im Durchschnitt zunahm, während diese in der Kontrollgruppe im Durchschnitt abnahm.

Tabelle 4: Flugweite des Balls im Prä- und Posttest: Vergleich der Krafttrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Tests auf Normalverteilung und Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	p-Wert Shapiro-Wilk-Test	p-Wert Levene-Test
Flugweite des Balls	Kraft	97.45	39.42	0.025	0.050
(m) Prätest	Kontrolle	121.53	29.59	0.094	
Flugweite des Balls	Kraft	111.98	33.76	0.013	0.560
(m) Posttest	Kontrolle	117.88	31.07	0.163	

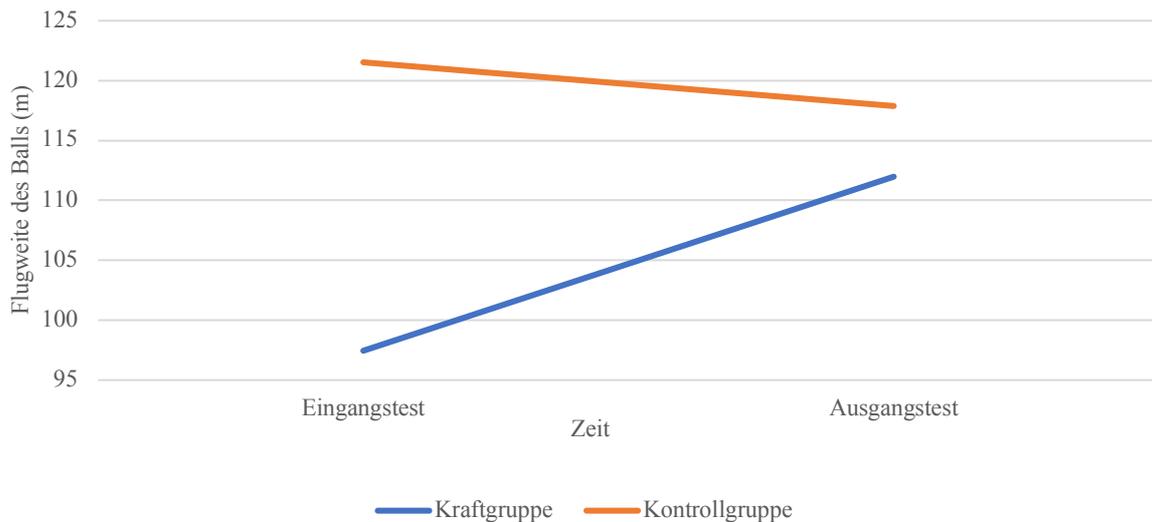


Abbildung 14: Veränderung der Flugweite des Balls im Zeitverlauf zwischen der Krafttrainingsgruppe und der Kontrollgruppe.

Um die Prüfung der OH 2 zu vervollständigen, wurde für die Flugweite des Balls (m) ein t-Test für paarige Stichproben durchgeführt. Dieser zeigt ein Ergebnis von $t(9)=1.79$, $p=0.107$, $d=0.57$. Somit ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten in der Interventionsgruppe nicht signifikant, wobei es sich um einen mittleren Effekt handelt. Dennoch geht aus Tabelle 4 und Abbildung 14 hervor, dass die Flugweite des Balls (m) bei der Krafttrainingsgruppe nach dem Training höher war als vor dem Training.

Im Rahmen des Vergleichs zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe ergibt die Varianzanalyse für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis von $F(1;18)=1.77$, $p=0.201$, $\eta^2=0.09$; es resultierte für die Flugweite des Balls (m) keine signifikante Veränderung im Zeitverlauf. Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen mittleren Effekt handelt.

Der Zwischensubjektfaktor Gruppe zeigt ein Ergebnis von $F(1;18)=1.07$, $p=0.315$, $\eta^2=0.06$. Da dieser Test kein signifikantes Ergebnis liefert, liegt zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Flugweite des Balls (m) vor.

Für die Interaktion von Zeit und Gruppe ergibt sich ein Ergebnis von $F(1;18)=4.93$, $p=0.039$, $\eta^2=0.22$. Somit unterscheidet sich die zeitliche Entwicklung der Variable Flugweite des Balls (m) signifikant zwischen beiden Gruppen, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Die signifikante Interaktion von Zeit und Gruppe ist gemäß Abbildung 14 so zu verstehen, dass die Flugweite des Balls (m) in der Krafttrainingsgruppe signifikant stärker anstieg als in der Kontrollgruppe, in der sich diese sogar im Durchschnitt verringerte. Dass sich die Krafttrainingsgruppe im Durchschnitt stärker verbesserte als die Kontrollgruppe, konnte zudem

mittels Kontrastanalyse anhand der durchschnittlichen Veränderungsdifferenz von $VD=18.18$ bestätigt werden.

6.7.2.4 Zusammenfassung

Die Analyse zeigte, dass die Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und Flugweite des Balls (m) in der Gruppe mit Krafttraining signifikant stärker anstiegen als in der Kontrollgruppe. In Bezug auf die Variable Smash-Faktor konnte zudem gezeigt werden, dass sich die zeitliche Entwicklung dieser Variable nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen unterschied. Die OH 3, wonach sich *die Krafttrainingsgruppe im Zeitverlauf hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und der Flugweite des Balls (m) stärker verbessern wird als die Kontrollgruppe, aber nicht hinsichtlich des Smash-Faktors*, kann somit bestätigt werden.

Ferner ergab der t-Test der Krafttrainingsgruppe einen signifikanten Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) im Zeitverlauf. Für den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls (m) resultierte kein signifikanter Anstieg. Die OH 2, wonach *ein golfspezifisches Krafttraining im Zeitverlauf zu einer Erhöhung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und zu einer größeren Flugweite des Balls (m) führt, nicht aber zu einer Erhöhung des Smash-Faktors*, kann daher nur teilweise bestätigt werden.

6.8 Diskussion der Ergebnisse

Im ersten Experiment sollte untersucht werden, welchen Einfluss ein zwölfwöchiges golfspezifisches Krafttraining auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit in Meilen pro Stunde (mph), den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls in Meter (m) hat. Hierbei wurden die Leistungsunterschiede innerhalb der Krafttrainingsgruppe zunächst mittels Messwiederholung anhand von dreizehn Präzisionsschwüngen durch einen Prä- und Posttest analysiert und im Anschluss ein Vergleich der Leistungsunterschiede zwischen der Krafttrainingsgruppe und der Kontrollgruppe, die kein Treatment erhielt, vorgenommen.

Ergänzend zu den bereits in der Literatur vorhandenen wissenschaftlichen Studien hinsichtlich des Einflusses eines Krafttrainings auf den Golfschwung (Kapitel 3.1.2) soll im Folgenden mit Bezug zu den Ergebnissen und vorab formulierten Erwartungen diskutiert werden, inwieweit das hiesige zwölfwöchige golfspezifische Krafttraining Einfluss auf die

Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls gehabt haben könnte. Dabei wird in der Reihenfolge der Erwartungen 1a - 1c zunächst auf die entsprechenden Analysen nebst statistischen Signifikanzen etwaiger Leistungsverbesserungen eingegangen. Im Anschluss sollen die Diskussion der Ergebnisse und Signifikanzen bezogen auf die jeweiligen Variablen erwartungsübergreifend formuliert werden, um Wiederholungen zu vermeiden.

Zunächst ließ sich erwarten, dass sich die Krafttrainingsgruppe durch das golfspezifische Krafttraining hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls verbessert. Eine Verbesserung des Smash-Faktors wurde nicht erwartet (E 1a).

Aus der Durchführung der t-Tests in der Krafttrainingsgruppe ging hervor, dass ein zwölfwöchiges golfspezifisches Krafttraining zu einem signifikanten Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit führt. Der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls stiegen zwar ebenfalls im Zeitverlauf an, die Ergebnisse sind allerdings nicht signifikant. Zusammenfassend kann daher gesagt werden, dass ein golfspezifisches Krafttraining einen positiven Einfluss auf die vorgenannten Variablen hat, wobei nur der Einfluss auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit statistisch signifikant ist. Daher wurde die Erwartung 1a nur teilweise bestätigt.

Weiterhin wurde erwartet, dass sich die Krafttrainingsgruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Krafttraining in Bezug auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Flugweite des Balls verbessert, bzw. sich im Vergleich mit der Kontrollgruppe mehr verbessert; eine Verbesserung des Smash-Faktors für die Krafttrainingsgruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe wurde nicht erwartet (E 1b).

Die Analyse bestätigte die Erwartung 1b, wonach sich die Krafttrainingsgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Krafttraining in Bezug auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Flugweite des Balls im Zeitverlauf signifikant stärker verbesserte als die Kontrollgruppe, jedoch nicht signifikant in Bezug auf den Smash-Faktor.

Das Ergebnis steht damit hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit im Einklang mit den Ergebnissen der Studien von Fletcher und Hartwell (2004), Alvarez et al. (2012) und Oranchuk et al. (2020), die ebenfalls eine signifikante Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit bei der Experimentalgruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe nach einem mehrwöchigen Krafttraining im Rahmen ihrer Untersuchung verzeichnen konnten. Ferner konnten Fletcher und Hartwell (2004) neben der signifikant verbesserten Schlägerkopfgeschwindigkeit einhergehend mit der hiesigen Studie zeigen, dass ein mehrwöchiges Krafttraining auch eine signifikante Verbesserung der Flugweite des Balls mit sich bringt. Entsprechende Ergebnisse

erzielten auch Sung et al. (2016), die mit ihrer Studie eine verbesserte Flugweite bei ihrer Experimentalgruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe bestätigen konnten.

Um einen inhaltlichen Zusammenhang zwischen dem absolvierten Krafttraining und einer Verbesserung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte aufzeigen zu können, wurde weiterhin untersucht, ob bei der Krafttrainingsgruppe auch eine Leistungsveränderung der Variablen betreffend Kraftaufgaben vor und nach dem Training zu beobachten war. Die mehrheitlich signifikante Verbesserung der Leistung der Variablen betreffend Kraftaufgaben im Zeitverlauf konnte die Erwartung 1c bestätigen, wonach sich *eine mehrheitliche Verbesserung der untersuchten Leistungen betreffend Kraftaufgaben bei der Krafttrainingsgruppe* ergeben würde.

Auch Oranchuk et al. (2020) konnten mit ihrer Studie eine zumeist signifikante Verbesserung der Variablen betreffend Kraftaufgaben zwischen den Messzeitpunkten nachweisen. Somit sahen auch sie einen inhaltlichen Zusammenhang zwischen dem absolvierten Krafttraining und der Verbesserung der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte. Dass ein Zusammenhang zwischen Krafttraining und einer verbesserten Schlägerkopfgeschwindigkeit besteht, zeigten zudem die zumeist signifikanten Korrelationen zwischen Schlägerkopfgeschwindigkeit und Kraftaufgaben der Studie von Lewis et al. (2016).

Aber was bedeutet nun diese mehrheitlich signifikante Leistungsverbesserung betreffend Kraftaufgaben für die Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit, Smash-Faktor und Flugweite des Balls und warum wurde die Erwartung 1a nur teilweise bestätigt?

Womöglich ergab sich in der Krafttrainingsgruppe ein signifikanter Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf bzw. ein signifikant stärkerer Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit in der Interventionsgruppe als in der Kontrollgruppe deshalb, da durch das zwölfwöchige golfspezifische Krafttraining und die hieraus resultierenden körperlichen Anpassungen der Schläger schneller und konstanter geschwungen werden konnte. Die vergleichsweise höhere Schwunggeschwindigkeit im Posttest könnte zunächst mitunter auf das (Schnell-)Krafttraining der Arme zurückzuführen sein (bspw. durch die Übungen Fast arms und Fit arms and shoulders), wodurch im Abschwung ein erhöhtes Bewegungstempo zu realisieren war. Zusätzlich zu einer verbesserten Bewegungsgeschwindigkeit könnte das regelmäßige Krafttraining v.a. der Rumpfmuskulatur (bspw. durch die Übungen Trunk rotation, Fit trunk und Side plank pose with rotation) zu einer verbesserten Bewegungsökonomie

während der gesamten Schwungphasen beigetragen haben, da die Teilkörperbewegungen durch gezielten Muskeleinsatz besser aufeinander abgestimmt werden konnten. Durch eine zusätzliche Stärkung der Beinmuskulatur (bspw. durch die Übungen Jump und Fit abdominis and legs), welche neben der Rumpfmuskulatur eine stabilisierende Basis für den Golfschwung darstellt und einen wesentlichen Kraftimpuls im Abschwung erzeugt (Pink et al., 1993), dürften weitere Geschwindigkeitszuwächse begünstigt worden sein.

Zudem könnte durch das regelmäßige Training die Ausdauer verbessert worden sein (bspw. durch die Übung Bridge und Rope Skipping), wodurch die Ermüdungswiderstandsfähigkeit der Muskulatur optimiert und somit eine gleichbleibende Schwungbewegung über mehrere Schläge hinweg aufrechterhalten werden konnte.

In Bezug auf die Variable Smash-Faktor ergab die Analyse, dass sich die zeitliche Entwicklung dieser Variable nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen unterschied. Die trainingsbedingten körperlichen Anpassungen könnten insoweit im Posttest zu einer Abweichung der Prä-Trainings-Schwungbahn geführt haben. In diesem Zusammenhang lässt sich eine Schlagbewegung „von außen nach innen“ auf den Ball in Folge des erhöhten Krafteinflusses vermuten, wodurch sich der Eintreffwinkel des Schlägers auf den Ball geändert haben dürfte. Zudem könnten sich die muskulären Anpassungen aufgrund der Komplexität des Golfschwungs auch beispielsweise auf die Ebene des Schlages ausgewirkt haben, mithin leichte Veränderungen auch in der Kürze der Zeit zu Schwierigkeiten des optimalen Treffpunktes geführt haben, wodurch sich der horizontale und vertikale Treffpunkt des Balls verändert haben könnte. Dies wiederum könnte die Energieübertragung auf den Ball reduziert haben, wodurch der Smash-Faktor abnahm. Würde nämlich der Ball bei einer erhöhten Schlägerkopfgeschwindigkeit in einem optimalen Winkel getroffen werden, hätte dies wiederum eine höhere Ballgeschwindigkeit und eine längere Flugweite des Balls zur Folge.

Es wird angenommen, dass Übungen nah an der Bewegungsausführung des Golfschwungs, gekoppelt mit einem Koordinationstraining dazu führen könnten, dass der Ball mit dem Sweet Spot des Schlägers mittiger getroffen werden könnte, was wiederum zu einem signifikanten Anstieg des Smash-Faktors und zu größeren Flugweiten führen könnte. Hierauf deuten zumindest die Ergebnisse der Koordinations- und Kombinationstrainingsgruppe (Kapitel 7.7.2.2 und 9.7.2.2) hin, da diese Gruppen entsprechende Übungen in ihrem Training beinhalteten.

Um die Aussagekraft der Untersuchung zu erhöhen wäre es zudem denkbar, die Trainingsdauer auf mehr als 12 Wochen zu erhöhen, wodurch ggf. eine noch bessere Anpassung des Körpers

an die neuen Voraussetzungen ermöglicht werden könnte. Gleichzeitig ist es denkbar, dass die erzielten Ergebnisse auch darauf zurückzuführen sind, dass Probanden während der Corona-Pandemie nicht die Möglichkeit hatten, ihren Golfschwung an die geänderten körperlichen Voraussetzungen anzupassen, was als notwendig erachtet wird. Golftraining war während der Studiendauer nicht möglich. Sollte das Krafttraining, das mitunter auf eine Stabilisierung des Schwungs ausgerichtet war, insoweit zu einer Verbesserung der Fähigkeit der Probanden geführt haben, den Schläger auf einer konstanten Schwungbahn zu halten, wäre womöglich auch eine Verbesserung des Smash-Faktors möglich gewesen.

Zudem könnte ein größerer Stichprobenumfang Standardfehler sowie zufällige Schwankungen verringern und die statistische Power erhöhen, wodurch mittlere und kleinere Effekte eher signifikant geworden wären (Döring & Bortz, 2006; Rasch et al., 2014). Es zeigte sich nämlich an den Mittelwerten gemäß Tabelle 3, dass der Smash-Faktor der Interventionsgruppe nach dem Training höher war als vor dem Training. Aus Abbildung 13 geht weiterhin hervor, dass der Smash-Faktor in der Interventionsgruppe im Zeitverlauf anstieg und in der Kontrollgruppe sogar abnahm.

Hinsichtlich der Variable Flugweite des Balls ergab sich für die Interventionsgruppe ein signifikant stärkerer Anstieg als in der Kontrollgruppe deshalb, da die Flugweite ein Produkt aus Schlägerkopfgeschwindigkeit und Smash-Faktor ist bzw. maßgeblich durch diese Variablen beeinflusst wird. Da sowohl die Schlägerkopfgeschwindigkeit als auch der Smash-Faktor im Zeitverlauf anstiegen, verbesserte sich auch die Flugweite des Balls.

Im Rahmen des t-Tests innerhalb der Interventionsgruppe ergab sich allerdings kein signifikanter Anstieg der Flugweite des Balls im Zeitverlauf, wenngleich gemäß Abbildung 14 und Tabelle 4 die Werte sehr deutlich zwischen Prä- und Posttest anstiegen. Auch in diesem Fall wäre ein größerer Stichprobenumfang zur Erhöhung der statistischen Power sinnvoll.

In Bezug auf die Kontrollgruppe wird angenommen, dass das ausgebliebene Training sowie die fehlende Spielroutine dazu führten, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf nur sehr geringfügig anstieg und sich der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls sogar binnen 12 Wochen verschlechterten.

Bezüglich der nicht signifikanten Ergebnisse zweier Variablen betreffend Kraftaufgaben ist anzumerken, dass, sofern keine Wiederholungsbegrenzung vorgegeben war (wie es bei den Schnellkraftübungen der Fall war), eine Erhöhung der Stichprobengröße womöglich sinnvoll wäre. Eine größere Stichprobengröße erhöht die statistische Power und könnte darüber Aufschluss geben, ob tatsächlich ein Effekt vorliegt (Döring & Bortz, 2006). Wenngleich nämlich einzelne Variablen nicht signifikante Ergebnisse aufwiesen, so zeigte sich gemäß Tabelle 1, dass sich die durchschnittliche Leistung bei allen Kraftaufgaben im Zeitverlauf verbesserte. Alternativ könnte auch der Schwierigkeitsgrad der nicht signifikanten Variablen betreffend Kraftaufgaben zu Beginn des Trainings höher angesetzt werden, wodurch sich die Differenz der durchschnittlichen Wiederholungen im Zeitverlauf ggf. erhöhen ließe.

Zusammenfassend dürften in dieser Studie die mehrheitlich signifikanten Ergebnisse der Variablen betreffend Kraftaufgaben darauf hindeuten, dass das zwölfwöchige golfspezifische Krafttraining zu einer verbesserten Kraft und folglich zu einer Verbesserung des Golfschwungs – jedenfalls zu einer Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls – führt.

7 Experiment 2: Zum Einfluss eines golfspezifischen Koordinationstrainings auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls

Das zweite Experiment soll den Einfluss golfspezifischen Koordinationstrainings auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls im Golf untersuchen. Hierfür wird vorab die inhaltliche Zielsetzung des Experiments formuliert, im Anschluss folgt die Darstellung der Probandenzusammensetzung. Sodann werden nach der Darstellung der Materialien und der methodischen Umsetzung des Experiments die Ergebnisse präsentiert. Das Kapitel schließt mit der Diskussion der Ergebnisse ab.

7.1 Zielsetzung von Experiment 2

Im zweiten Experiment soll untersucht werden, welchen Einfluss ein zwölfwöchiges golfspezifisches Koordinationstraining auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls hat. Die Leistungsveränderungen der Koordinationstrainingsgruppe und einer Kontrollgruppe, welche kein Treatment erhält, werden in Bezug auf die drei vorgenannten Variablen dabei mittels Messwiederholung anhand von dreizehn Präzisionsschwüngen im Rahmen eines Prä- und Posttests analysiert.

In Anlehnung an den im Kapitel 2.2.4 dargestellten Kenntnisstand lässt sich in Bezug auf dieses Experiment zunächst erwarten, *dass sich die Koordinationstrainingsgruppe durch das golfspezifische Koordinationstraining hinsichtlich des Smash-Faktors und die Flugweite des Balls verbessert. Eine Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit wird nicht erwartet* (E 2a). Es wird somit zunächst davon ausgegangen, dass Probanden der Koordinationstrainingsgruppe durch ein golfspezifisches Koordinationstraining nach 12 Wochen einen höheren Smash-Faktor generieren können. Denn durch das Training und die hieraus resultierenden körperlichen Anpassungen dürfte der Treffpunkt des Balles und dadurch die Energieübertragung vom Schläger auf den Ball effizienter sein. Von einer Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit wird zunächst nicht ausgegangen, da weder (Schnell-)Kraftübungen Schwerpunkt waren noch Übungen betreffend eine Maximierung des Schwunghhebels. Davon ausgehend, dass eine Verbesserung des Smash-Faktors als wahrscheinlich betrachtet wird und eine Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit nicht erwartet wird, ist gleichzeitig von einer Verbesserung der Flugweite des Balls auszugehen. Diese ist bekanntlich ein Produkt aus Schlägerkopfgeschwindigkeit und Smash-Faktor, wird insoweit maßgeblich durch diese beeinflusst. Aus einer Optimierung des Smash-Faktors und

einem gleichbleibenden Wert der Schlägerkopfgeschwindigkeit ergibt sich insoweit eine größere Flugweite des Balls.

Ferner wird geprüft, ob sich die Veränderungen der Schlägerkopf- und Ballvariablen zwischen der Koordinationstrainingsgruppe und einer Kontrollgruppe, die kein Treatment erhält, unterscheiden. Es lässt sich erwarten, *dass sich die Koordinationstrainingsgruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Koordinationstraining in Bezug auf den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls verbessert, bzw. sich im Vergleich mit der Kontrollgruppe mehr verbessert; eine Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit für die Koordinationstrainingsgruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe wird nicht erwartet* (E 2b). Grund für die Annahme der Leistungsverbesserung der Koordinationstrainingsgruppe hinsichtlich des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls ist der unter E 2a erwartet leistungsoptimierende Effekt des zwölfwöchigen golfspezifischen Koordinationstrainings. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass sich die Kontrollgruppe ohne ein Training hinsichtlich der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte nicht verbessert bzw. jedenfalls weniger verbessert als die Interventionsgruppe.

Um den Trainingseffekt des Koordinationstrainings nachzuweisen, soll zudem getestet werden, ob sich im zeitlichen Kontext einer Verbesserung von Schlägerkopf- und Ballmesswerten auch eine Veränderung der Leistung in den einzelnen Koordinationsaufgaben der Probanden ergibt. So könnte ein inhaltlicher Zusammenhang zwischen dem absolvierten Koordinationstraining und einer Verbesserung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte verstärkt aufgezeigt werden. *Die trainingsbedingte Leistungsverbesserung der Variablen betreffend Koordinationsaufgaben der Koordinationstrainingsgruppe im Zeitverlauf* stellt daher eine weitere Erwartung an dieses Experiment dar (E 2c).

Ob ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen einem golfspezifischen Koordinationstraining und einer Verbesserung bestimmter Golfschwungparameter – insbesondere des Smash-Faktors – besteht, wurde im wissenschaftlichen Kontext bislang nicht intensiv beleuchtet (Kapitel 3.2.2). Mit diesem Experiment wird daher beabsichtigt, weitere aussagekräftige Ergebnisse betreffend den Einfluss eines golfspezifischen Koordinationstrainings auf bestimmte Schlägerkopf- und Ballmesswerte zu erhalten. Hierbei soll – im Vergleich zu sonst üblichen Untersuchungen im Golf – der Fokus mitunter auf den Smash-Faktor gelegt werden, da dieser für eine optimierte Schlagweitenerzielung zunehmende Relevanz aufzeigt und erwartungsgemäß v. a. durch ein golfspezifisches Koordinationstraining optimiert werden kann.

7.2 Probanden

An diesem Experiment nahmen eine Interventionsgruppe, die das golfspezifische Koordinationstraining absolvierte, und eine Kontrollgruppe, welche kein Treatment erhielt, teil. Das golfspezifische Koordinationstraining absolvierten n=10 gesunde, motivierte Golfer verschiedenen Alters (56.4 ± 15.0 Jahre), unterschiedlichen Handicaps (28.8 ± 18.8 HCP) und unterschiedlichen Geschlechts (weiblich: n=4, männlich: n=6) vollständig.

Die diesem Experiment zugrunde gelegte Kontrollgruppe entsprach derselben des vorangegangenen Experiments. Hierbei handelte es sich um n=10 gesunde, motivierte Golfer verschiedenen Alters (39.9 ± 10.2 Jahre), unterschiedlichen Handicaps (20.2 ± 19.9 HCP) und unterschiedlicher Geschlechterverteilung (weiblich: n=2, männlich: n=8).

Angaben zu den Merkmalen und Ausfällen der an diesem Experiment teilnehmenden Probanden erfolgten bereits in den Kapiteln 5.2.1 und 5.2.2.

7.3 Material

Für dieses Experiment wurde zur Erfassung der Schlägerkopf- und Ballvariablen das Messgerät TrackMan 4 herangezogen. Da dieser ebenso wie die weiteren mit der Messung im Zusammenhang stehenden Hilfsmittel bereits in den vorangegangenen Kapiteln ausführlich beschrieben wurden, soll an dieser Stelle auf die Kapitel 5.3 und 6.3 verwiesen werden.

Für die Messung im Zusammenhang mit der trainingsbedingten Leistungsveränderung der Variablen betreffend Koordinationsaufgaben wurde in diesem Experiment sowohl im Prä- und Posttest als auch in den einzelnen Trainingsübungen eine Stoppuhr (betrifft die Messung der Zeit in der Aufgabe Dancer Pose) herangezogen. Für die Messung der Anzahl an Wiederholungen (betrifft die Aufgaben Side Jumps, One by one und One leg swing) und des Scores (meint das Spielergebnis bzw. die erfolgreichen Treffer und betrifft die Aufgaben Balance hit, Catch the ball I & II, Danteln, Rhythm hit und Highheel chip) wurden keine Messgeräte benötigt, da diese Ergebnisse durch Zählen erfasst wurden.

Zusätzlich dienten als Hilfsmittel bei einzelnen Übungen ein Springseil, Balance-Board, Golfschläger (7er Eisen und Wedge), Plastiktees und Golfbälle.

Um eine optimale Beweglichkeit bei der Aufgabenausführung zu ermöglichen, trugen die Probanden sportliche, nicht zu weite Kleidung und Sportschuhe.

7.4 Experimentelles Design und Untersuchungsablauf

Zur Überprüfung, ob ein golfspezifisches Koordinationstraining eine Leistungsveränderung bezüglich der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte hervorruft, wurde das auf 12 Wochen angelegte Experiment hinsichtlich Planung und Durchführung in drei Teile gegliedert. Im ersten Teil fand ein Prätest (hierzu nachfolgend Kapitel 7.4.1) sowohl zur Erfassung der aktuellen Messwerte betreffend Koordinationsaufgaben sowie zur Erfassung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte für Probanden der Koordinationstrainingsgruppe statt. Ausgelegt war der Prätest auf eine Dauer von ca. 2 Stunden pro Proband. Für Probanden der Kontrollgruppe – welche die Koordinationstests nicht absolvieren mussten – wurde abweichend hiervon lediglich ein Prätest zur Messung von Schlägerkopf- und Ballwerten durchgeführt mit einer Dauer von ca. 30 Minuten.

Der zweite Teil beinhaltete die Durchführung des golfspezifischen Koordinationstrainings, hierzu nachfolgend Kapitel 7.4.2. Das durch die Probanden selbst durchzuführende Koordinationstraining war auf 12 Wochen angesetzt bei dreimaliger Trainingsdurchführung pro Woche.

Der dritte und letzte Teil des Experiments (hierzu nachfolgend Kapitel 7.4.3) beinhaltete den Posttest, in welchem eine Messwiederholung durchgeführt wurde, d.h. sowohl die Messwerte betreffend Koordinationsaufgaben als auch die Schlägerkopf- und Ballmesswerte erneut erfasst wurden. Dieser Test verlief analog zum Prätest und war auf eine Sitzung mit einer Gesamtdauer von ca. 2 Stunden ausgelegt. Für Probanden der Kontrollgruppe wurde nur ein Posttest betreffend Schlägerkopf- und Ballmesswerte durchgeführt. Dieser umfasste ca. 30 Minuten.

7.4.1 Prätests

Die Prätests zur Erfassung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls mittels TrackMan wurden bereits im Kapitel 5.4.1 erläutert. Im Folgenden werden daher nur die Prätests bezüglich der Messwarterfassung betreffend Koordinationsaufgaben dargestellt.

Um eine Leistungsveränderung der Variablen betreffend Koordinationsaufgaben nach zwölfwöchigem Training zu ermitteln, mussten die Probanden der Koordinationstrainingsgruppe im Prätest zunächst einen Satz der Übungen durchführen, die ihnen mitunter als Trainingsaufgaben über die Dauer der kommenden 12 Wochen an die Hand gegeben wurden. Gemessen wurden dabei entsprechend der jeweiligen Übungsaufgabe die Anzahl an Wiederholungen, der Score oder die Zeit. Die Testung erfolgte dabei nach

individuellem Aufwärmen der Probanden mittels der zur Verfügung gestellten Materialien, wobei der konkrete Bewegungsablauf den Probanden unmittelbar vor jeder Aufgabe von der Studiendurchführenden demonstriert wurde. Zudem wurden eventuelle Fragen seitens der Probanden vorab geklärt, sodass sichergestellt werden konnte, dass die Bewegungsaufgabe verstanden wurde. Die Probanden wurden dazu angehalten, die Aufgaben – sofern möglich – bestmöglich zu absolvieren. Damit sie sich mit der Bewegungsaufgabe vertraut machen konnten, durften sie vor Erfassung der Werte Probeausführungen tätigen bis letztlich der eigentliche Wertungsdurchgang erfolgte.

Obgleich die einzelnen Übungen dezidiert in nachfolgendem Kapitel 7.4.2.2 vorgestellt werden, soll – im Sinne der Klarstellung des Prätestverfahrens und insbesondere der getesteten Werte – hierauf vorab wie folgt eingegangen werden:

Für die erste Koordinationsaufgabe wurden die Studienteilnehmer instruiert, die Übung Side Jumps mit abwechselnden seitlichen Sprüngen über das ausgelegte Seil auszuführen, ohne dieses zu berühren. Hierbei wurden die Wiederholungen innerhalb einer Minute vermerkt.

Nach einer kurzen Pause mussten die Probanden für die Aufgabe Dancer Pose das Gleichgewicht auf einem Bein und mit nahezu parallel zum Boden ausgerichteten Oberkörper so lange wie möglich halten, wobei nach Einnahme der Endposition die Zeit (Sek.) pro Bein dokumentiert wurde.

Für die Erfassung der Aufgabe Balance hit wurden die Probanden angewiesen, mithilfe eines Balance-Boards einen Pitch (kurzer Schwung) auszuführen, dabei das Gleichgewicht zu halten und den Golfball in einen drei Meter entfernten Zielkreis zu spielen. Jeder erfolgreiche Treffer von zehn Versuchen ohne zuvor vom Balance-Board zu fallen wurde gezählt (Score).

Bei den Aufgaben Catch the ball I und II wurde die Anzahl der erfolgreichen Ausführungen inklusive Fangens der Bälle mit beiden Händen dokumentiert. Die Teilnehmer wurden bei der Aufgabe Catch the Ball I instruiert, den Ball mindestens 30 cm senkrecht hochzuwerfen und ihn mit überkreuzten Händen zu fangen. Bei Catch the Ball II mussten die Probanden dreimal in die Hände klatschen, um den Ball im Anschluss wieder zu fangen. Bei Catch the ball I hatten die Probanden zwanzig Versuche, bei Catch the ball II fünfzehn Versuche. Hierbei wurde jeweils der Score nach erfolgreicher Durchführung dokumentiert.

Während bei der Aufgabe One by one die Anzahl der korrekten Bewegungsausführungen des vollen Golfschwungs inklusive Plastiktee-Treffer bei fünfzehn Wiederholungen bewertet wurde, mussten die Probanden bei der Aufgabe Danteln den Golfball mit dem Schlägerblatt möglichst oft treffen bzw. hochhalten, ohne dass der Ball den Boden berührt. Nach einer kurzen

Übungsphase von ca. 3 Minuten folgte dreimal eine Versuchsdurchführung. Der beste Durchgang floss in die Wertung ein.

Für die Aufgabe One leg swing sollten die Probanden den Ein-Bein-Stand einnehmen, den vollen Schlag inkl. stabiles Finish ausführen, dabei das Gleichgewicht in allen Schwungphasen halten und das Tee treffen, ohne dabei umzufallen. Die Anzahl der erfolgreichen Bewegungsausführungen inkl. Treffer – von insgesamt fünfzehn Wiederholungen – wurde dabei gewertet.

Für die Aufgabe Rhythm hit mussten die Probanden fünf aufgeteete Bälle ohne Zwischenstopp in einer Pendelbewegung mit dem Golfschläger so hintereinander wegschlagen, dass sie gerade fliegen. Nach zwei vorangegangenen Probeversuchen folgten drei Wertungsversuche, wobei die Anzahl der erfolgreichen Treffer (Score) mit gerader Flugbahn bei korrekter Bewegungsausführung gezählt wurden.

Die letzte Aufgabe war der Highheel chip. Die Probanden wurden zunächst angewiesen, 1 Minute Seilsprünge auszuführen und im direkten Anschluss fünf kurze Schwünge auf Zehenspitzen auszuführen und dabei die Bälle in einen 5 Meter entfernten Zielkreis zu spielen. Hierbei wurden die erfolgreichen Treffer bzw. Berührungen im Zielkreis (Score) gezählt.

Nach Absolvierung der Aufgaben wurden alle Wiederholungen, Zeiten und Scores der Probanden von der Studiendurchführenden dokumentiert.

7.4.2 Zwölfwöchiges golfspezifisches Koordinationstraining

Unmittelbar nach der Erfassung des aktuellen Trainingszustands begann das zwölfwöchige golfspezifische Koordinationstraining der Probanden mit dem Ziel, mittels golfspezifischer Koordinationsaufgaben eine Leistungssteigerung betreffend diese Übungen und zugleich der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte des Golfschwungs zu erreichen.

Um einen bestmöglichen Trainingseffekt zu erzielen, erfolgten die ausgewählten Übungen des golfspezifischen Koordinationstrainings (nachfolgend in Kapitel 7.4.2.2) in Anlehnung an die bereits im Kapitel 3.2.1 dargestellten Trainingsmethoden.

7.4.2.1 Trainingsablauf

Um eine gute Anpassung des Körpers an das Training und demzufolge eine Verbesserung des Golfschwungs zu erzielen, erfolgte das golfspezifische Koordinationstraining über einen Zeitraum von 12 Wochen, wobei dreimal wöchentlich trainiert wurde. Gegen einen solch längeren Trainingszeitraum wurde sich aufgrund des äußerst hohen Zeitanspruchs des Trainings und das damit notwendige Durchhaltevermögen der Probanden entschieden.

Da es nicht jedem Probanden möglich war, für insgesamt 12 Wochen dreimal wöchentlich an einem bestimmten Ort (z.B. im Fitnessstudio) zu festen Zeiten zu erscheinen, musste von einem Training gemeinsam in der Gruppe abgesehen werden, wenngleich dieses zweifellos gut gewesen wäre. Hierdurch hätte gleichermaßen die Qualität der Bewegungsausführung der Übungen wie auch die tatsächliche Durchführung besser kontrolliert werden können. Aufgrund der Pandemieeinschränkungen sowie der unterschiedlichen Ansässigkeit der Probanden war dies aber ebenfalls ausgeschlossen.

Mithilfe zeitlich und räumlich unabhängiger Übungen konnten die Probanden daher in Eigenregie zu Hause oder an einem anderen frei wählbaren Ort trainieren. Hierdurch wurde es letztlich allen Studienteilnehmer ermöglicht, kontaktlos mit den ihnen zur Verfügung gestellten Trainingsgeräten zu trainieren. Wenngleich das Training durch die Probanden grundsätzlich eigenverantwortlich durchgeführt wurde und die Übungen leicht verständlich und einfach in ihrer Ausführung waren, stand die Studiendurchführende den Probanden nach persönlicher Absprache telefonisch oder per Videozuschaltung stets zur Verfügung, sodass eventuelle Unklarheiten während des Trainings behoben werden konnten.

Die Ergebnisse der Übungen wurden ab der ersten Trainingseinheit von den Probanden in einem Trainingsverlaufsprotokoll (hierzu Anhang 15.8) dokumentiert.

Die Probanden wurden instruiert, jede Übung in drei Sätzen auszuführen. Nur selten, insbesondere bei kurzzeitigen Verletzungen, wurde im Laufe des Trainings auf zwei Sätze reduziert oder für eine kurze Zeit eine Übung ganz ausgelassen. Da die Trainingsverlaufsprotokolle in diesen Fällen dennoch überwiegend kontinuierlich verbesserte Trainingsergebnisse im Trainingsverlauf aufwiesen, hatten diese kurzzeitigen Ausfälle vermutlich keinen Einfluss auf die Leistungsentwicklung.

Die Gesamtdauer des Koordinationstrainings umfasste ca. 60 Minuten pro Trainingseinheit.

7.4.2.2 Koordinationsübungen

Die erste Koordinationsübung war die Übung Side jumps. Die Probanden sollten mit dem Seil eine gerade Linie ziehen und anschließend mit einem Bein innerhalb einer Minute seitlich so viele Sprünge über die Linie abwechselnd nach links und rechts ausführen wie möglich. Das Seil sollte dabei nicht berührt werden. Der Bewegungsablauf entsprach der Darstellung aus

Abbildung 15. Danach wurde das Bein gewechselt. Als einfache Variation hatten die Probanden die Option mit beiden Beinen seitlich so viele Sprünge über die Linie abwechselnd nach links und rechts auszuführen. Bei jedem der drei Sätze sollte die Anzahl der Wiederholungen innerhalb von 60 Sekunden (je Bein links/rechts) gezählt und dokumentiert werden. Ein Sprung auf das Seil zählte dabei nicht als erfolgreiche Wiederholung.

Diese Übung war eine Aufwärmübung. Betreffend Informationsanforderungen und Druckbedingungen wurden insbesondere erhöhte kinästhetische und Gleichgewichts-Anforderungen gestellt sowie ein erhöhter Zeit-, Präzisions-, Komplexitäts- und konditioneller Druck geschaffen.



Abbildung 15: Side jumps

Im Rahmen der Übung Dancer pose stand das eine Bein gerade mit dem Fuß fest auf dem Boden, während das andere Bein unter Vorneigung des Oberkörpers parallel zum Boden nach hinten geführt und um ca. 90° im Kniegelenk nach oben angewinkelt wurde. Der rechte Arm griff dabei das Fußgelenk und zog das Bein bis zum Maximum nach oben. Der linke Arm wurde nach vorne parallel zum Boden gestreckt, der Blick war nach vorne gerichtet. Folglich sollte die Position so lange wie möglich ohne umzufallen gehalten werden. Danach erfolgte ein Beinwechsel. Die Endposition entsprach der Darstellung aus Abbildung 16. Um den Schwierigkeitsgrad zu erhöhen, sollten die Probanden die Übung mit geschlossenen Augen ausführen. Als eine einfache Variation stand den Probanden die Übung airplane zur Auswahl. Hierbei mussten beide Arme seitlich und parallel zum Boden auf Höhe des Oberkörpers ausgestreckt werden. Das obere Bein wurde in Verlängerung zum Oberkörper gerade nach hinten ausgestreckt. Nach jedem der drei Sätze wurde die Belastungszeit (Sek.) mit einer Stoppuhr gemessen und dokumentiert.

Im Sinne der Informationsanforderungen und Druckbedingungen wurden v.a. erhöhte Gleichgewichts-, optische und kinästhetische Anforderungen gestellt sowie ein erhöhter Komplexitätsdruck geschaffen.



Abbildung 16: Dancer pose

Als Vorbereitung für die Übung Balance hit wurde auf dem Balance-Board zunächst ein Chip (kurzer Rückschwung bis maximal 9-Uhr-Position) ausgeführt. Hierbei sollten die Probanden das Gleichgewicht in allen Schwungsphasen halten, dabei nicht herunterfallen und in der Schwungausführung das Tee treffen. Im anschließenden Hauptteil wurden die Probanden instruiert, ggf. weiter auszuholen und anstatt eines Tees einen Golfball zu verwenden und diesen in einen ca. 3 Meter (Abstand variabel) entfernten Zielkreis (aus dem Springseil einen Kreis formen) zu spielen. Der Bewegungsablauf entsprach der Darstellung aus Abbildung 17. Wenn der Ball in dem Zielkreis aufkam und der Proband dabei nicht vom Balance-Board fiel, gab es einen Punkt. Die erfolgreichen Treffer im Zielkreis wurden bei insgesamt zehn Wiederholungen pro Satz (bei insgesamt drei Sätzen) dokumentiert.

Bezüglich Informationsanforderungen und Druckbedingungen wurden v.a. erhöhte Gleichgewichts-, optische und kinästhetische Anforderungen gestellt sowie ein erhöhter Komplexitäts-, Präzisions- und Situationsdruck geschaffen.



Abbildung 17: Balance hit

Bei der Übung Catch the ball I sollten die Probanden einen Golfball aus jeder Hand mind. 30 cm senkrecht hochwerfen und mit überkreuzten Händen fangen. Dabei wurde die Überkreuzung immer abwechselnd durchgeführt: erst rechts über links, dann links über rechts, dann wieder rechts über links usw. Der Bewegungsablauf entsprach der Darstellung aus Abbildung 18. Um den Schwierigkeitsgrad zu erhöhen, konnten die Probanden die Übung auf

dem Balance-Board ausführen. Die erfolgreichen Ausführungen inkl. Fangen beider Bälle wurde bei insgesamt zwanzig Wiederholungen pro Satz (bei insgesamt drei Sätzen) dokumentiert.

Im Sinne der Informationsanforderungen und Druckbedingungen wurden v.a. erhöhte optische und kinästhetische Anforderungen gestellt sowie ein erhöhter Komplexitäts- und Präzisionsdruck geschaffen.



Abbildung 18: Catch the ball I

Bei der Übung One by one wurden die Probanden angewiesen die TOB-Position mit dem 7er Eisen einzunehmen und dann den Golfschwung Schritt für Schritt bewusst auszuführen. Hierbei drückte sich der rechte Fuß in Schwungrichtung ab, das Bein übertrug den Impuls auf den Rumpf, welcher wiederum die Rotation einleitete. Folglich bewegten sich der Oberkörper und Schultergürtel langsam in Richtung Ziel. Die Arme und letztlich das Gewicht wurden nachgezogen. Es erfolgte der Durchschwung bis in eine gerade und stabile Endposition. Dabei sollten das Tee bzw. der Golfball getroffen werden. Der Bewegungsablauf entsprach der Darstellung aus Abbildung 19. Optional konnte ein Spiegel helfen, den Bewegungsablauf zu verfolgen. Um das Anforderungsniveau zu erhöhen, sollte die Übung mit geschlossenen Augen durchgeführt werden, alternativ konnte auch ein Schlägerwechsel oder eine Schwungebenenvariation vorgenommen werden. Die Anzahl der korrekten Bewegungsausführungen wurde bei insgesamt fünfzehn Wiederholungen pro Satz (bei insgesamt drei Sätzen) dokumentiert.

Hinsichtlich der Informationsanforderungen und Druckbedingungen wurden v.a. erhöhte kinästhetische und optische Anforderungen gestellt sowie ein erhöhter Komplexitäts- und Präzisionsdruck geschaffen.



Abbildung 19: One by one

Für die Übung One leg swing wurde der Ein-Bein-Stand eingenommen. Mit dieser Ausgangsposition musste mithilfe einem Wedge der volle Schlag ausgeführt werden. Wichtig war dabei, das Gleichgewicht in allen Schwungphasen zu halten, das Tee zu treffen und im stabilen Finish nicht umzufallen. Nach der Übung wurde die Anzahl der korrekten Bewegungsausführungen inkl. Treffer bei insgesamt fünfzehn Wiederholungen pro Satz (bei insgesamt drei Sätzen) dokumentiert.

Im Rahmen der schwierigen Variation musste die Bewegung unter selbigen Bedingungen mit dem Ein-Bein-Stand auf dem Balance-Board ausgeführt werden, wobei optional zur Unterstützung der große Zeh bzw. die Fußspitze des anderen Fußes auf den Boden aufgesetzt werden konnte. Der Bewegungsablauf entsprach der Darstellung aus Abbildung 20. Zusätzlich musste ein Golfball in einen ca. 3 Meter (Abstand variabel) entfernten Zielkreis gespielt werden. Jede Berührung im Zielkreis bei korrekter Bewegungsausführung zählte als Punkt.

Im Sinne der Informationsanforderungen und Druckbedingungen wurden v.a. erhöhte Gleichgewichts- und kinästhetische Anforderungen gestellt sowie ein erhöhter Komplexitäts-, Präzisions- und Situationsdruck geschaffen.



Abbildung 20: One leg swing

Bei der Übung Catch the ball II sollten die Probanden einen Golfball aus jeder Hand hochwerfen, so oft wie möglich in die Hände klatschen und die Bälle wieder fangen. Der Bewegungsablauf entsprach der Darstellung aus Abbildung 21. Um den Schwierigkeitsgrad zu

erhöhen, konnten die Probanden einen Golfball aus jeder Hand hochwerfen und dabei so oft wie möglich in die Hände klatschen und die Bälle wieder fangen; zusätzlich konnte eine akustische Ablenkung durch eine weitere Person erfolgen. Die erfolgreichen Ausführungen inkl. Fangen beider Bälle wurde bei insgesamt fünfzehn Wiederholungen pro Satz (bei insgesamt drei Sätzen) dokumentiert. Bei Anwendung der schwierigen Variante sollte zusätzlich die Anzahl des Klatschens vermerkt werden.

Bezüglich Informationsanforderungen und Druckbedingungen wurden v.a. erhöhte optische, akustische und kinästhetische Anforderungen gestellt sowie ein erhöhter Komplexitäts- und Präzisionsdruck geschaffen.



Abbildung 21: Catch the ball II

Die Probanden wurden bei der Übung Danteln instruiert, den Golfball auf dem Schlägerblatt eines Golfschlägers (bspw. einem Wedge mit hohem Loft) – entsprechend Abbildung 22 – mit möglichst vielen Schlägerkontakten hochzuhalten. Sobald der Ball den Boden berührte, galt der Durchgang als beendet. Nach 3 Minuten üben, hatten die Probanden drei Versuche, bei denen jeweils die Anzahl der Ballkontakte bzw. Treffer auf dem Schlägerblatt dokumentiert wurde. Als schwierigere Variante konnte ein Schläger mit geringerem Loft genommen werden.

Bezüglich Informationsanforderungen und Druckbedingungen wurden v.a. erhöhte optische und kinästhetische Anforderungen gestellt sowie ein erhöhter Komplexitäts- und Präzisionsdruck geschaffen.



Abbildung 22: Danteln

Bei der Übung Rhythm hit mussten die Probanden zur Vorbereitung 5 nebeneinander aufgestellte Plastiktees mithilfe einem Wedge ohne Zwischenstopp in rhythmischer Pendelbewegung nacheinander wegschlagen (Abbildung 24). Im anschließenden Hauptteil wurden die Plastiktees durch fünf aufgeteete Bälle ersetzt, welche ohne Zwischenstopp so hintereinander weggeschlagen werden sollten, dass sie gerade fliegen. Nach zwei Vorbereitungsversuchen hatten die Probanden im Anschluss drei Versuche im Hauptteil, wobei die Anzahl der Treffer mit gerader Flugbahn dokumentiert wurde. Optional konnten die Probanden im Rahmen der schwierigen Variation den Abstand der Bälle vergrößern, die Geschwindigkeit der Pendelbewegung erhöhen, die Pendelbewegung mit einem vollen Schwung ausführen oder die Bälle in einen Zielkreis spielen.

Im Sinne der Informationsanforderungen und Druckbedingungen wurden v.a. erhöhte optische und kinästhetische Anforderungen gestellt sowie ein erhöhter Komplexitäts- und Präzisionsdruck geschaffen.



Abbildung 23: Rhythm hit Vorbereitung



Abbildung 24: Rhythm hit Hauptteil

Bei der Übung Highheel chip wurde vorab aus einem Springseil ein Kreis als Ziel geformt. In ca. 5 Meter Entfernung vom Zielkreis (Abstand variabel) wurden fünf nebeneinander positionierte Golfbälle bereitgelegt. Die Probanden sollten sodann mit einem weiteren Springseil 1 Minute Seilspringen, um im direkten Anschluss mit einem Golfschläger ohne Probeschwünge fünf kurze Schwünge auf Zehenspitzen ausführen, sodass der Ball in dem Zielkreis aufkam (hierbei musste er nicht im Kreis liegen bleiben). Optional konnten Schwungraden und Geschwindigkeit variiert werden. Der Bewegungsablauf entsprach der

Darstellung aus Abbildung 25. Die Anzahl der erfolgreichen Treffer im Ziel wurde dokumentiert.

Hinsichtlich der Informationsanforderungen und Druckbedingungen wurden v.a. erhöhte optische und kinästhetische Anforderungen gestellt sowie ein erhöhter Komplexitäts-, Präzisions- und Situationsdruck geschaffen.

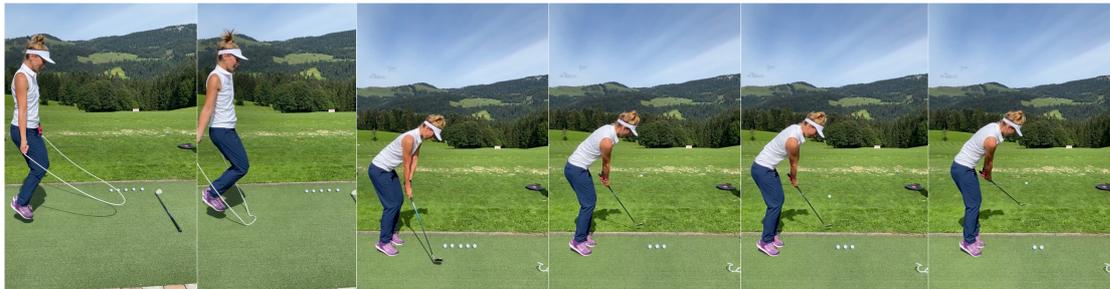


Abbildung 25: Highheel chip

7.4.3 Posttests

Nach 12 Wochen mussten die Probanden einen Posttest betreffend Schlägerkopf- und Ballmesswerte sowie Messwerte betreffend Koordinationsaufgaben absolvieren, wobei die Probanden der Koordinationstrainingsgruppe wiederum beide Messungen durchführten und bei der Kontrollgruppe lediglich die Messung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte erfolgte. Die Abläufe und Messwerterfassungen entsprachen im Übrigen grundsätzlich denen des Prätests (Kapitel 7.4.1), wobei Erläuterungen bzw. Demonstrationen durch die Studiendurchführende weitestgehend entfielen.

Abweichend hiervon mussten aufgrund der voranschreitenden Coronapandemie zwei Koordinations-Posttests im Wege der Videoübertragung erfolgen. Darüber hinaus konnten zwei Posttests erst ca. 2 Wochen nach dem zwölfwöchigen Training abgenommen werden. Ein Abgleich mit den Trainingsverlaufsprotokollen sowie den TrackMan-Posttest-Ergebnissen ergab jedoch, dass dies die Testergebnisse nicht erheblich beeinflusst haben dürfte.

7.5 Abhängige und unabhängige Variablen

Um zu überprüfen, ob Probanden der Koordinationstrainings- und Kontrollgruppe Leistungsunterschiede in bestimmten Schlägerkopf- und Ballvariablen aufzeigen, je nachdem ob sie vorab ein zwölfwöchiges golfspezifisches Koordinationstraining absolvierten oder nicht, sollen neben den im Kapitel 5.3.1 dargestellten Schlägerkopf- und Ballvariablen noch weitere Variablen herangezogen werden.

Für die Prüfung der Leistungsveränderung betreffend Koordinationsaufgaben innerhalb der Koordinationstrainingsgruppe durch das zwölfwöchige Koordinationstraining, wurden die Anzahl der Wiederholungen (betrifft die Aufgabe Side Jumps, One by one, One leg swing), die Haltezeit in Sekunden (betrifft die Aufgabe Dancer Pose) und der Score (betrifft die Aufgaben Balance hit, Catch the ball I und II, Danteln, Rhythm hit und Highheel chip) als abhängige Variablen herangezogen. Die unabhängige Variable bzw. der Faktor, der dabei analysiert wurde, stellte der Messzeitpunkt dar. Folglich konnte anhand der Unterschiede der durchschnittlichen Wiederholungsanzahl, Haltezeit (Sek.) und des Scores zwischen Prä- und Posttest festgestellt werden, ob sich durch das zwölfwöchige Training eine Leistungssteigerung ergab. Umso besser die Variablen im Zeitverlauf, desto effektiver war der Trainingsreiz.

7.6 Operationale Hypothesen

Zunächst wurde eine operationale Hypothese (OH) zur Koordinationstrainingsgruppe hinsichtlich gewählter abhängiger Variablen betreffend Koordinationsaufgaben aufgestellt:

- OH 4:

Die Koordinationstrainingsgruppe erreicht im Zeitverlauf eine mehrheitliche Steigerung der Leistung bezüglich Variablen betreffend Koordinationsaufgaben (Wdh., Sek., Score).

Um sodann den Einfluss des Koordinationstrainings auf die abhängigen Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) und den Unterschied hinsichtlich dieser Variablen zwischen Koordinationstrainingsgruppe und Kontrollgruppe im Zeitverlauf aufzeigen zu können, wurden zwei weitere operationale Hypothesen formuliert:

- OH 5:

Ein golfspezifisches Koordinationstraining führt im Zeitverlauf zu einer Erhöhung des Smash-Faktors und zu einer größeren Flugweite des Balls (m), nicht aber zu einer Erhöhung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph).

- OH 6:

Die Koordinationstrainingsgruppe wird sich im Zeitverlauf hinsichtlich des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) stärker verbessern als die Kontrollgruppe, aber nicht hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph).

7.7 Ergebnisse

Für die statistische Auswertung der Daten der Koordinationstrainingsgruppe wurden die bereits im Kapitel 5.6 dargestellten statistischen Verfahren angewendet.

7.7.1 Veränderung der Variablen betreffend Koordinationsaufgaben (Prüfung der OH 4)

Um die infolge des zwölfwöchigen Koordinationstrainings hervorgerufenen Leistungsunterschiede betreffend die einzelnen Koordinationsaufgaben zwischen Prä- und Posttest zu prüfen, wurde für die Koordinationstrainingsgruppe ein t-Test für Stichproben mit paarigen Werten durchgeführt. Nachfolgend wurde untersucht, ob sich die Variablen Side jumps (Wdh.), Dancer Pose (Sek.), Balance hit (Score), Catch the ball I und II (Score), One by one (Wdh.), One leg swing (Wdh.), Danteln (Score), Rhythm hit (Score) und Highheel chip (Score) zwischen den beiden Messzeitpunkten unterscheiden. Hierzu wird in Tabelle 5 für jede untersuchte Variable jeweils der Mittelwert sowie die Standardabweichung getrennt für beide Zeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die p-Werte des Shapiro-Wilk-Tests. In zwölf Fällen liegt die Effektstärke unter 0.05, sodass die Normverteilungsannahme nicht gegeben ist. In denjenigen Fällen, in denen keine Normalverteilung erfüllt ist, wurde der Vergleich anstatt des t-Tests mittels des Wilcoxon-Tests vorgenommen.

In Tabelle 5 ist zu sehen, dass jede der zehn untersuchten Variablen im Zeitverlauf anstieg, was eine Verbesserung der Leistung bedeutet. Auch aus Abbildung 26 geht hervor, dass jede der untersuchten Variablen vom Prätest zum Posttest im Durchschnitt anstieg.

Tabelle 5: Leistungsentwicklung der Koordinationstrainingsgruppe: Prä- und Posttest-Vergleich anhand der Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD) und Tests auf Normalverteilung.

Variable	Prätest M und SD	Prätest p-Wert Shapiro-Wilk-Test	Posttest M und SD	Posttest p-Wert Shapiro-Wilk-Test
Side jumps (Wdh.)	83.30 (32.46)	0.911	101.80 (35.10)	0.749
Dancer Pose (Sek.)	46.00 (11.20)	0.434	79.40 (36.28)	0.170
Balance hit (Score)	4.10 (2.03)	0.043	6.10 (2.69)	0.067
Catch the ball I (Score)	4.00 (3.02)	0.001	12.00 (2.75)	0.013
One by one (Wdh.)	13.70 (1.83)	0.003	14.80 (0.63)	<0.001
One leg swing (Wdh.)	9.60 (4.33)	0.130	12.80 (2.53)	0.013
Catch the ball II (Score)	4.80 (2.10)	0.112	12.90 (2.77)	0.006
Danteln (Score)	20.70 (30.53)	<0.001	33.20 (41.12)	0.001
Rhythm hit (Score)	2.80 (1.69)	0.525	4.40 (0.84)	0.001
Highheel chip (Score)	2.20 (1.03)	0.005	3.90 (1.20)	0.008

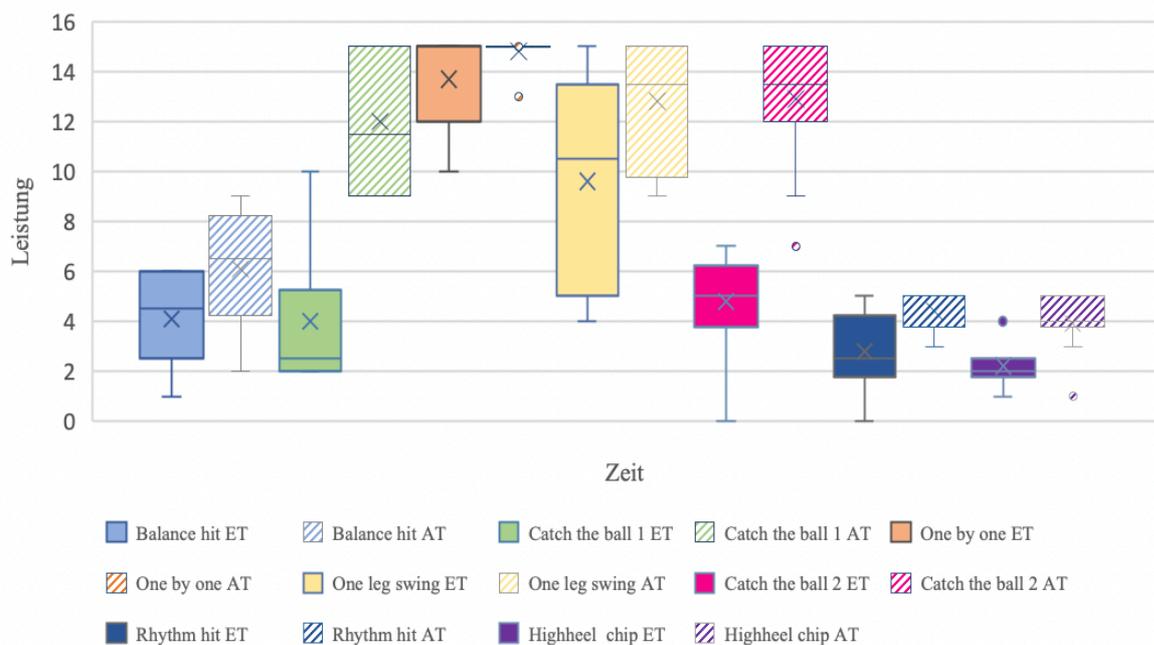
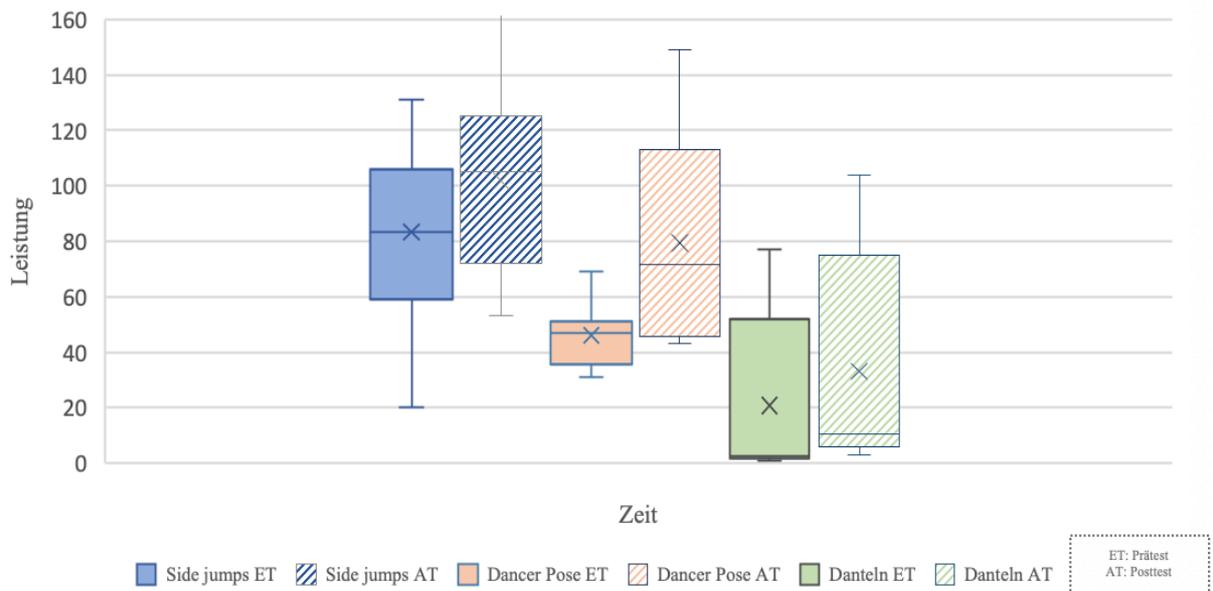


Abbildung 26: Leistungsentwicklung der Koordinationstrainingsgruppe. Box-Plots repräsentieren in Abhängigkeit des Tests die durchschnittliche Anzahl an Wiederholungen, die durchschnittliche Zeit (Sek.) und den durchschnittlichen Score vor und nach dem zwölfwöchigen Training.

Um zu testen, ob die in Tabelle 5 dargestellten Unterschiede zwischen Prä- und Posttest-Zeitpunkt statistisch signifikant sind, wurde für jede der untersuchten Variablen ein t-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt.

Der t-Test für die Variable Side jumps liefert ein Ergebnis von $t(9)=3.75$, $p=0.005$, $d=1.19$. Dies zeigt, dass sich die durchschnittlichen Wiederholungen zwischen der Messung vor dem

Training und der Messung nach dem Training signifikant erhöhten, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Ein Anstieg der durchschnittlichen Wiederholungen im Zeitverlauf und ein starker Effekt ist auch bei der Variablen One leg swing mit einem Ergebnis von $z=2.37$, $p=0.018$, $d=0.91$ festzustellen. Für die Variable Dancer Pose ergibt der t-Test ein Ergebnis von $t(9)=3.79$, $p=0.004$, $d=1.20$, d.h. dass sich die Differenz der durchschnittlichen Haltezeit in Sekunden signifikant erhöhte, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Gleicher Effekt ist festzustellen bei dem Balance hit. Hier resultiert ein Ergebnis von $z=2.85$, $p=0.004$, $d=2.12$, d.h. dass sich der durchschnittliche Score im Zeitverlauf signifikant erhöhte. Ebenfalls eine signifikante Erhöhung des durchschnittlichen Scores und einen starken Effekt veranschaulichen die Ergebnisse der Variablen Catch the ball I mit $z=2.84$, $p=0.004$, $d=2.91$, Catch the ball II mit $z=2.82$, $p=0.005$, $d=2.74$, Danteln mit $z=2.81$, $p=0.005$, $d=1.12$, Rhythm hit mit $z=2.57$, $p=0.010$, $d=1.12$ und das Ergebnis der Variable Highheel chip mit $z=2.70$, $p=0.007$, $d=1.79$. Der Test für die Variable One by one ergibt mit $z=1.89$, $p=0.059$, $d=0.76$ einen mittleren Effekt und zeigt, dass sich die durchschnittlichen Wiederholungen zwischen dem ersten und zweiten Messzeitpunkt nicht signifikant erhöhten. Wenngleich es sich bei letztgenannter Aufgabe um kein signifikantes Ergebnis handelt, konnte dennoch gemäß Tabelle 5 und Abbildung 26 ein leichter Anstieg der Messwerte im Zeitverlauf nachgewiesen werden.

Zusammenfassend konnte mithilfe der Analyse zur Koordinationstrainingsgruppe anhand der Mittelwerte betreffend der durchschnittlichen Anzahl an Wiederholungen (Wdh.), Haltezeit in Sekunden (Sek.) und Scores im Prä- und Posttest gezeigt werden, dass die Koordinationstrainingsgruppe zwischen den beiden Messzeitpunkten eine signifikante Verbesserung der Leistung in allen Koordinationsaufgaben, mit Ausnahme der Aufgabe One by one, erzielte. Die OH 4, wonach *die Koordinationstrainingsgruppe im Zeitverlauf eine mehrheitliche Steigerung der Leistung bezüglich Variablen betreffend Koordinationsaufgaben (Wdh., Sek., Score) erreicht*, kann daher verifiziert werden.

7.7.2 Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (Prüfung der OH 5 und OH 6)

Zunächst wurde für den Leistungsvergleich innerhalb der Koordinationstrainingsgruppe ein t-Test für gepaarte Stichproben angewendet. Um weiterhin zu prüfen, ob sich die durch das Training hervorgerufene Veränderung der Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) zwischen der Koordinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe unterscheidet, wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt.

Diese basierte auf ein 2x2-Design mit dem Faktor Zeit (2-fach gestuft) und dem Faktor Gruppe (2-fach gestuft). Ferner wurde die Koordinationstrainingsgruppe und die Kontrollgruppe mittels Kontrastanalyse paarweise daraufhin untersucht, ob sie sich hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) unterscheiden.

7.7.2.1 Schlägerkopfgeschwindigkeit

In Tabelle 6 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Schlägerkopfgeschwindigkeit in Meilen pro Stunde (mph) getrennt nach Gruppen und für beide Messzeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die p-Werte des Shapiro-Wilk-Tests sowie des Levene-Tests. Hierzu zeigt sich, dass beide Voraussetzungen erfüllt sind, da alle entsprechenden p-Werte größer als 0.05 sind. An den Mittelwerten ist zu sehen, dass in der Kontrollgruppe nahezu keine Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) zwischen Beginn und Ende des Trainings gemessen wurde. Für die Koordinationstrainingsgruppe hingegen ergab sich ein sichtbarer Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) im Zeitverlauf. Dies geht ebenfalls aus Abbildung 27 hervor.

Tabelle 6: Schlägerkopfgeschwindigkeit im Prä- und Posttest: Vergleich der Koordinationstrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Tests auf Normalverteilung und Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	p-Wert Shapiro-Wilk-Test	p-Wert Levene-Test
Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) Prätest	Koordination	67.18	11.97	0.391	0.825
	Kontrolle	72.56	10.95	0.227	
Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) Posttest	Koordination	70.11	11.85	0.466	0.905
	Kontrolle	72.67	10.99	0.175	

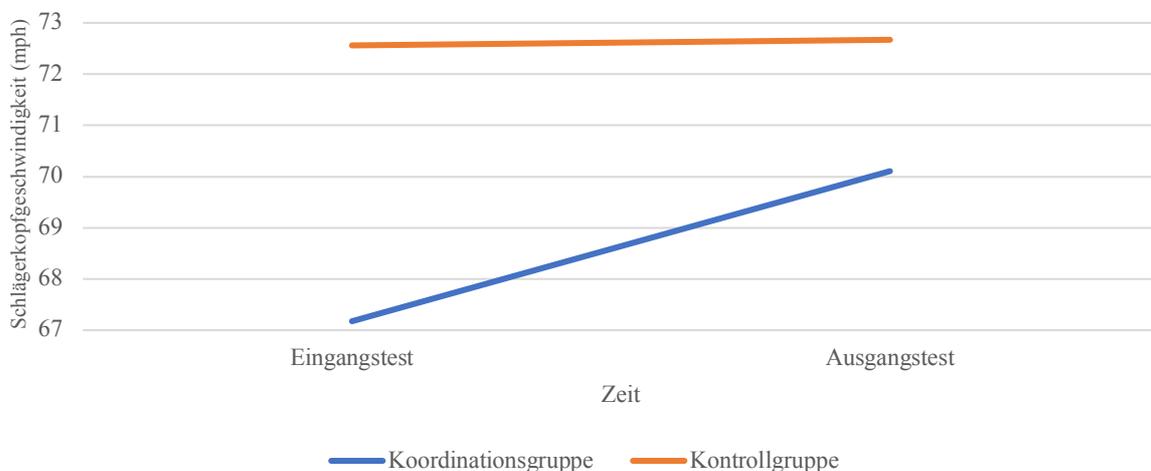


Abbildung 27: Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf zwischen der Koordinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe.

Um zunächst die OH 5 zu prüfen, ob sich bei der Koordinationstrainingsgruppe die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) im Zeitverlauf verbesserte, wurde für diese Variable ein t-Test für paarige Stichproben durchgeführt. Dieser zeigt ein Ergebnis von $t(9)=3.20$, $p=0.011$, $d=1.01$. Somit ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten in der Koordinationstrainingsgruppe signifikant, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. An den Mittelwerten ist gemäß Tabelle 6 zu sehen, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) der Koordinationstrainingsgruppe nach dem Training höher war als vor dem Training.

Um weiterhin zu prüfen, ob sich die durch das Training hervorgerufene Veränderung der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) zwischen der Koordinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe unterscheidet (OH 6), wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. Diese ergibt für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis von $F(1;18)=7.74$, $p=0.012$, $\eta^2=0.30$. Diesem Ergebnis ist zu entnehmen, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) eine signifikante Veränderung im Zeitverlauf zeigte. Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen starken Effekt handelt.

Der Zwischensubjektfaktor Gruppe zeigt ein Ergebnis von $F(1;18)=0.61$, $p=0.445$, $\eta^2=0.03$. Da dieser Test kein signifikantes Ergebnis liefert, liegt zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) vor. Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen schwachen Effekt handelt.

Anhand des Ergebnis $F(1;18)=6.66$, $p=0.019$, $\eta^2=0.27$ für die Interaktion von Zeit und Gruppe ist zu erkennen, dass sich die zeitliche Entwicklung der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) signifikant zwischen den beiden Gruppen unterscheidet, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Die signifikante Interaktion von Zeit und Gruppe ist in Anlehnung an Abbildung 27 so zu verstehen, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) in der Koordinationstrainingsgruppe signifikant stärker anstieg als in der Kontrollgruppe. Dies konnte weiterhin mittels Kontrastanalyse bestätigt werden. An der Veränderungsdifferenz von $VD=2.82$ ist zu sehen, dass diese größer als null ist, d.h. dass sich die Koordinationstrainingsgruppe im Durchschnitt stärker verbesserte als die Kontrollgruppe.

7.7.2.2 Smash-Faktor

Nachfolgende Tabelle 7 enthält Mittelwerte und Standardabweichungen des Smash-Faktors getrennt nach Zeitpunkt und Gruppe sowie die Ergebnisse der Tests der Voraussetzungen. Bei der Prüfung auf Normalverteilung und Varianzhomogenität ist zu sehen, dass der p-Wert in drei Fällen unter 0.05 liegt. Da die Varianzanalyse (Anova) relativ robust gegen die Verletzungen

ihrer Annahmen ist (Bortz & Schuster, 2010), wurden keine weiteren Maßnahmen ergriffen. Weiterhin ist an den Mittelwerten zu erkennen, dass in der Kontrollgruppe der Smash-Faktor leicht sank, während er in der Koordinationstrainingsgruppe anstieg. Dies ist graphisch in Abbildung 28 dargestellt.

Tabelle 7: Smash-Faktor im Prä- und Posttest: Vergleich der Koordinationstrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Tests auf Normalverteilung und Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	p-Wert Shapiro-Wilk-Test	p-Wert Levene-Test
Smash-Faktor Prätest	Koordination	1.25	0.10	0.083	0.001
	Kontrolle	1.36	0.05	0.932	
Smash-Faktor Posttest	Koordination	1.31	0.09	0.007	0.024
	Kontrolle	1.35	0.04	0.618	

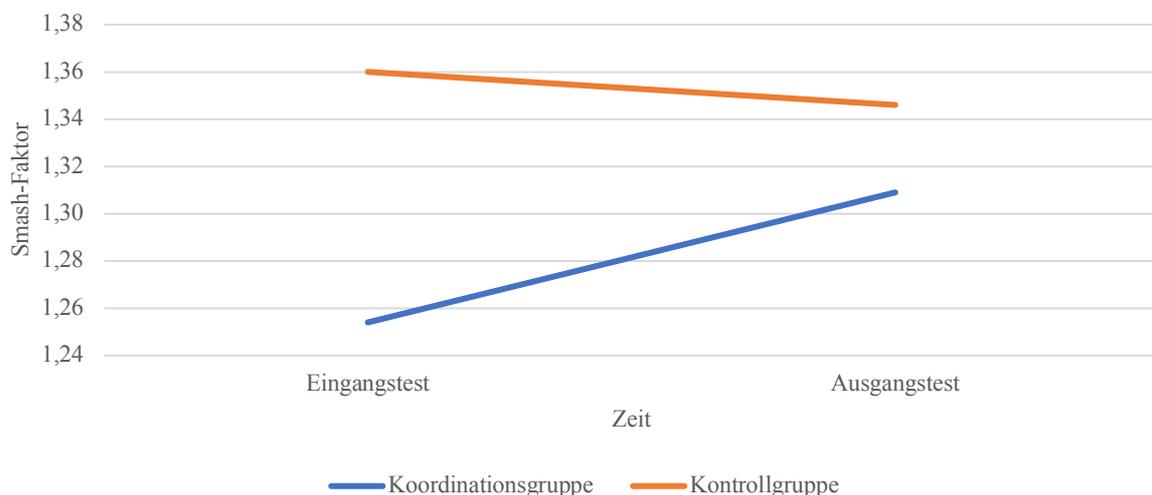


Abbildung 28: Veränderung des Smash-Faktors im Zeitverlauf zwischen der Koordinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe.

Um die Prüfung der OH 5 zu vervollständigen, wurde bei der Koordinationstrainingsgruppe ein t-Test für paarige Stichproben durchgeführt. Dieser zeigt ein Ergebnis von $t(9)=2.24$, $p=0.051$, $d=0.71$. Somit ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten nicht signifikant, der Effekt ist ein mittlerer. Gemäß Tabelle 7 ist allerdings an den Mittelwerten zu sehen, dass der Smash-Faktor der Koordinationstrainingsgruppe nach dem Training höher war als vor dem Training.

Für den Vergleich zwischen Koordinationstrainingsgruppe und Kontrollgruppe ergibt die Varianzanalyse für den Smash-Faktor im Durchschnitt über beide Gruppen keine signifikante

Veränderung im Zeitverlauf und weist einen mittleren Effekt auf. Dies zeigt das Ergebnis des Innersubjektfaktors Zeit von $F(1;18)=2.38$, $p=0.141$, $\eta^2=0.12$.

Ein signifikantes Ergebnis und einen starken Effekt wiederum liefert das Ergebnis des Zwischensubjektfaktors Gruppe, da $F(1;18)=5.63$, $p=0.029$, $\eta^2=0.24$. Aus diesem Grund liegt zwischen Koordinationstrainingsgruppe und Kontrollgruppe ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Smash-Faktor vor.

Weiterhin resultiert für die Interaktion von Zeit und Gruppe ein Ergebnis von $F(1;18)=6.73$, $p=0.018$, $\eta^2=0.27$. Somit unterscheidet sich die zeitliche Entwicklung der Variable Smash-Faktor signifikant zwischen den beiden Gruppen, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. In Abbildung 28 ist hierzu sichtbar, dass der Smash-Faktor in der Koordinationstrainingsgruppe stärker anstieg als in der Kontrollgruppe, in der er stattdessen abnahm. Auch das Ergebnis der Kontrastanalyse – einschließlich einer Welch-Korrektur aufgrund der nicht gegebenen Varianzhomogenität – veranschaulicht mit der Veränderungsdifferenz von $VD=0.07$, dass sich die Koordinationstrainingsgruppe im Durchschnitt stärker verbesserte als die Kontrollgruppe.

7.7.2.3 Flugweite des Balls

Die folgende Tabelle 8 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Variable Flugweite des Balls in Meter (m) getrennt nach Gruppen und Zeitpunkten sowie die Ergebnisse der Tests der Voraussetzungen. Anhand der p-Werte des Shapiro-Wilk-Tests und des Levene-Tests ist zu erkennen, dass alle Voraussetzungen erfüllt sind. Ferner veranschaulicht die Abbildung 29, dass in der Koordinationstrainingsgruppe die Flugweite des Balls (m) im Durchschnitt zunahm, während diese in der Kontrollgruppe im Durchschnitt abnahm.

Tabelle 8: Flugweite des Balls im Prä- und Posttest: Vergleich der Koordinationstrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Tests auf Normalverteilung und Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	p-Wert Shapiro-Wilk-Test	p-Wert Levene-Test
Flugweite des Balls	Koordination	91.81	36.04	0.162	0.761
(m) Prätest	Kontrolle	121.53	29.59	0.094	
Flugweite des Balls	Koordination	105.10	33.99	0.511	0.902
(m) Posttest	Kontrolle	117.88	31.07	0.163	

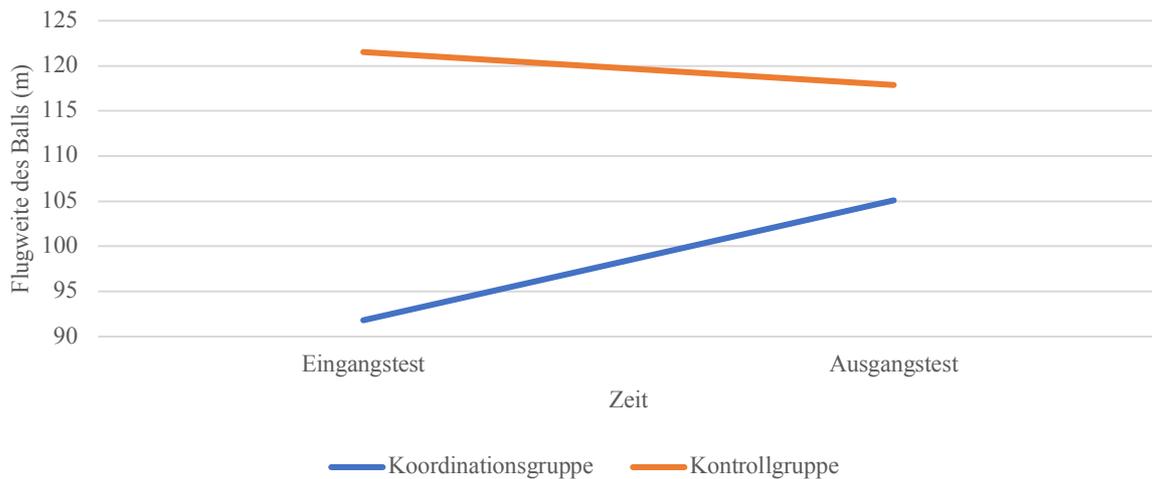


Abbildung 29: Veränderung der Flugweite des Balls im Zeitverlauf zwischen der Koordinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe.

Um die Prüfung der OH 5 zu vervollständigen, wurde für die Flugweite des Balls (m) ein t-Test für paarige Stichproben durchgeführt. Dieser zeigt ein Ergebnis von $t(9)=3.70$, $p=0.005$, $d=1.20$. Somit ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten in der Koordinationstrainingsgruppe signifikant, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. An den Mittelwerten ist gemäß Tabelle 8 zu sehen, dass die Flugweite des Balls (m) bei der Koordinationstrainingsgruppe nach dem Training höher war als vor dem Training.

Für den Vergleich zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe ergibt die Varianzanalyse für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis von $F(1;18)=6.49$, $p=0.020$, $\eta^2=0.27$. Somit zeigt sich, dass sich die Flugweite des Balls (m) im Zeitverlauf signifikant veränderte. Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen starken Effekt handelt.

Der Zwischensubjektfaktor Gruppe liefert ein Ergebnis von $F(1;18)=2.14$, $p=0.161$, $\eta^2=0.11$. Da dieser Test kein signifikantes Ergebnis zeigt, liegt zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Flugweite des Balls (m) vor.

Für die Interaktion von Zeit und Gruppe resultiert ein Ergebnis von $F(1;18)=20.05$, $p<0.001$, $\eta^2=0.53$. Somit unterscheidet sich die zeitliche Entwicklung der Variable Flugweite des Balls (m) signifikant zwischen den beiden Gruppen, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Die signifikante Interaktion von Zeit und Gruppe ist nach Abbildung 29 so zu verstehen, dass die Flugweite des Balls (m) in der Koordinationstrainingsgruppe signifikant stärker anstieg als in der Kontrollgruppe, in der sich diese im Durchschnitt sogar verringerte. Mittels Kontrastanalyse konnte zudem an der durchschnittlichen Veränderungsdifferenz von

VD=16.94 gezeigt werden, dass sich die Koordinationstrainingsgruppe im Durchschnitt stärker verbesserte als die Kontrollgruppe.

7.7.2.4 Zusammenfassung

Die Analyse zeigte, dass die Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) in der Gruppe mit Koordinationstraining signifikant stärker anstiegen als in der Kontrollgruppe. Sodann kann die OH 6, wonach sich *die Koordinationstrainingsgruppe im Zeitverlauf hinsichtlich des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) stärker verbessern wird als die Kontrollgruppe, aber nicht hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph)*, nur teilweise bestätigt werden.

Weiterhin ergab der t-Test innerhalb der Koordinationstrainingsgruppe, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und die Flugweite des Balls (m) im Zeitverlauf signifikant anstiegen. Der Smash-Faktor war mit $p=0.051$ nur sehr knapp nicht signifikant. Folglich kann die OH 5, wonach *ein golfspezifisches Koordinationstraining im Zeitverlauf zu einer Erhöhung des Smash-Faktors und zu einer größeren Flugweite des Balls (m) führt, nicht aber zu einer Erhöhung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph)*, nur teilweise verifiziert werden.

7.8 Diskussion der Ergebnisse

Im zweiten Experiment sollte untersucht werden, welchen Einfluss ein zwölfwöchiges golfspezifisches Koordinationstraining auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit in Meilen pro Stunde (mph), den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls in Meter (m) hat. Hierbei wurden die Leistungsunterschiede zunächst innerhalb der Koordinationstrainingsgruppe mittels Messwiederholung anhand von 13 Präzisionsschwüngen durch einen Prä- und Posttest analysiert, sowie im Anschluss ein Vergleich der Leistungsunterschiede zwischen der Koordinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe, die kein Treatment erhielt, vorgenommen.

Da die aktuelle Literatur nur eine überschaubare Anzahl an wissenschaftlichen Studien hinsichtlich des Einflusses eines golfspezifischen Koordinationstrainings auf den Golfschwung aufweist (Kapitel 3.2.2), soll im Folgenden mit Bezug zu den Ergebnissen und vorab formulierten Erwartungen diskutiert werden, inwieweit ein zwölfwöchiges golfspezifisches Koordinationstraining Einfluss auf die Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit, Smash-Faktor

und Flugweite des Balls gehabt haben könnte. Die Vorgehensweise entspricht dabei jener aus Experiment 1 (Kapitel 6.8).

Zunächst ließ sich erwarten, *dass sich die Koordinationstrainingsgruppe durch das golfspezifische Koordinationstraining hinsichtlich des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls verbessert. Eine Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit wurde nicht erwartet* (E 2a). Dies war maßgeblich darin begründet, dass mit einem Koordinationstraining eine Verbesserung des Treffpunkts einhergeht, sodass sich der Wert des Smash-Faktors verbessern könnte. Unterstellte man eine Verbesserung des Smash-Faktors und ein Gleichbleiben der Schlägerkopfgeschwindigkeit, wurde zugleich mit einer Verbesserung der Flugweite gerechnet. Ein Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit war damit aber nicht erwartet worden.

Aus der Durchführung der t-Tests in der Koordinationstrainingsgruppe ging zunächst hervor, dass ein zwölfwöchiges golfspezifisches Koordinationstraining zu einem signifikanten Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls führt. Der Smash-Faktor stieg zwar ebenfalls im Zeitverlauf an (Tabelle 7, Abbildung 28), das Ergebnis war allerdings knapp nicht signifikant ($p=0.051$). Folglich wurde die eingangs aufgestellte Erwartung 2a nur teilweise bestätigt. Zusammenfassend kann daher gesagt werden, dass ein golfspezifisches Koordinationstraining einen positiven Einfluss auf die vorgenannten Variablen hat, wobei nur der Einfluss auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Flugweite des Balls statistisch signifikant sind.

Weiterhin wurde erwartet, *dass sich die Koordinationstrainingsgruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Koordinationstraining in Bezug auf den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls verbessert, bzw. sich im Vergleich mit der Kontrollgruppe mehr verbessert; eine Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit für die Koordinationstrainingsgruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe wurde nicht erwartet* (E 2b).

Die Analyse zeigte, dass sich die Koordinationstrainingsgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Koordinationstraining in Bezug auf sogar sämtliche Variablen, mithin auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls, im Zeitverlauf signifikant stärker verbesserte als die Kontrollgruppe. Die Erwartung 2b wurde daher nur teilweise bestätigt – die Verbesserungen übertrafen sogar die Erwartungen.

Dieses Ergebnis geht einher mit dem der Studie von Kim & Ridgel (2019). Auch sie konnten die Effizienz ihres Trainings u.a. mit einem signifikanten Anstieg der Schlägergeschwindigkeit und des Smash-Faktors im Gruppenvergleich zeigen.

Um einen inhaltlichen Zusammenhang zwischen dem absolvierten Koordinationstraining und einer Verbesserung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte aufzeigen zu können, wurde weiterhin untersucht, ob bei der Koordinationstrainingsgruppe auch eine Leistungsveränderung der Variablen betreffend Koordinationsaufgaben im Zeitverlauf zu beobachten war. Die mehrheitlich signifikante Verbesserung der Leistung der Variablen betreffend Koordinationsaufgaben im Zeitverlauf konnte die Erwartung 2c, wonach sich *eine mehrheitliche Verbesserung der untersuchten Leistungen betreffend Koordinationsaufgaben bei der Koordinationstrainingsgruppe* ergeben würde, bestätigen.

Auch Kim und Ridgel (2019) konnten mit ihren Koordinationsübungen eine signifikante Verbesserung im gesamten motorischen Timing, im Hand- und Fußtiming und im Gleichgewicht zwischen den Messzeitpunkten nachweisen, wodurch sie einen inhaltlichen Zusammenhang zwischen dem absolvierten Koordinationstraining und einer Verbesserung der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte bestätigt sahen.

Aber was bedeutet nun diese mehrheitlich signifikante Leistungsverbesserung betreffend Koordinationsaufgaben für die Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit, Smash-Faktor und Flugweite des Balls der hiesigen Studie und warum konnte sich entgegen der Erwartung auch die Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf verbessern, obwohl weder Kraftübungen Schwerpunkt waren noch Übungen betreffend eine Maximierung des Schwunghubes integriert wurden?

Womöglich ergab sich in der Koordinationstrainingsgruppe ein signifikanter Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf bzw. ein signifikant stärkerer Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit in der Interventionsgruppe als in der Kontrollgruppe deshalb, da durch das zwölfwöchige golfspezifische Koordinationstraining die Teilkörperbewegungen des Golfschwungs präziser aufeinander abgestimmt werden konnten, wodurch eine ökonomischere, rhythmischere und harmonischere Schwungbewegung erzielt wurde. Zudem dürfte eine verbesserte segmentale Übertragung der Teilimpulse die Muskelkraft begünstigt haben, wodurch die Abschwungbewegung schnellkräftiger ausgeführt werden konnte. Auch könnten die vielfältigen Gleichgewichtsanforderungen vieler Bewegungsaufgaben (bspw. Übungen wie One leg swing, Balance hit und Dancer Pose) eine verbesserte Gewichtsverlagerung und damit verbunden auch eine konstantere, stabilere Bewegung während der gesamten Schwungausführung hervorgerufen haben. All dies könnte zu einer verbesserten

Impulsübertragung und letztlich zu einer verbesserten Schlägerkopfgeschwindigkeit beigetragen haben.

In Bezug auf die Variable Smash-Faktor ergab die Analyse, dass sich die zeitliche Entwicklung dieser Variable signifikant zwischen den beiden Gruppen unterschied bzw. dass sich der Smash-Faktor in der Koordinationstrainingsgruppe signifikant stärker verbesserte als in der Kontrollgruppe. Die Verbesserung des Smash-Faktors könnte mitunter durch Übungen mit erhöhtem Präzisions- und Komplexitätsdruck sowie mit gesteigerten kinästhetischen Informationsanforderungen (bspw. gilt dies für die Übungen One by one und Rhythm hit) hervorgerufen worden sein. Diese Übungen könnten eine verbesserte räumliche, zeitliche und dynamische Abstimmung der Teilkörperbewegungen bewirkt haben, wodurch der Ball mit dem Schlägerblatt optimaler getroffen werden konnte und in dessen Folge sich der Smash-Faktor wiederum erhöhte.

Darüber hinaus wurden die Probanden durch die ausgewählten Koordinationsübungen mit einer Vielzahl an sich ändernden Körperhaltungen, Standpositionen und zeitlichen Druckbedingungen (bspw. bei den Übungen Balance hit, Highheel chip und Rhythm hit) konfrontiert. Auch diese könnten einen immer präziseren Bewegungsablauf ermöglicht haben, welcher sich positiv auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit und demzufolge auf den Smash-Faktor ausgeübt haben dürfte.

Die verbesserte Präzision im Treffmoment und damit einhergehend ein höherer Smash-Faktor konnte womöglich auch durch die Integration plötzlich auftauchender, unerwünschter Störfaktoren begünstigt worden sein. Diese könnten die Empfindsamkeit reduziert und die Konzentration auf das Wesentliche – in diesem Fall auf eine präzise Bewegungskonzeption und das präzise Treffen des Balls – gestärkt haben.

Das nur knapp nicht signifikante Ergebnis ($p=0.051$) des Smash-Faktors des t-Tests der Interventionsgruppe lässt sich vermutlich auf eine recht hohe Varianz des Smash-Faktors sowie auf den Stichprobenumfang zurückführen. In diesem Fall könnte ein größerer Stichprobenumfang die Power erhöhen (Döring & Bortz, 2006). Aus der Tabelle 7 und Abbildung 28 geht nämlich hervor, dass sich der Smash-Faktor in der Interventionsgruppe im Zeitverlauf deutlich verbesserte.

Hinsichtlich der Variable Flugweite des Balls ergab sich für die Interventionsgruppe ein signifikanter Anstieg im Zeitverlauf bzw. ein signifikant stärkerer Anstieg als in der Kontrollgruppe deshalb, da die Flugweite ein Produkt aus Schlägerkopfgeschwindigkeit und

Smash-Faktor ist bzw. maßgeblich durch diese Variablen beeinflusst wird. Da sowohl die Schlägerkopfgeschwindigkeit als auch der Smash-Faktor signifikant im Zeitverlauf anstiegen, hat sich auch die Flugweite des Balls signifikant verbessert.

In Bezug auf die Kontrollgruppe wird angenommen, dass das ausgebliebene Training sowie die fehlende Spielroutine dazu führten, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf nur sehr geringfügig anstieg und sich der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls sogar binnen 12 Wochen verschlechterten.

Bezüglich des nicht signifikanten Ergebnisses der Variable One by one ist anzumerken, dass auch hier eine Erhöhung der Stichprobengröße darüber Aufschluss geben könnte, ob tatsächlich kein signifikantes Ergebnis vorliegt. Wenngleich nämlich diese Variable ein nicht signifikantes Ergebnis aufweist, so zeigt sich gemäß Tabelle 5 und Abbildung 26, dass sich die durchschnittliche Leistung auch bei dieser Aufgabe im Zeitverlauf verbesserte. Alternativ könnte auch der Schwierigkeitsgrad dieser Übung zu Beginn des Trainings höher angesetzt werden, wodurch sich die Differenz der durchschnittlichen Wiederholungen im Zeitverlauf ggf. erhöhen ließe. Sollte sich dennoch keine Signifikanzänderung ergeben, wäre auch eine Alternativaufgabe denkbar.

Zusammenfassend dürften auch in dieser Studie die mehrheitlich signifikanten Ergebnisse der Variablen betreffend Koordinationsaufgaben darauf hindeuten, dass das zwölfwöchige golfspezifische Koordinationstraining zu einer verbesserten Koordination und folglich zu einer Verbesserung des Golfschwungs – jedenfalls zu einer Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls – führt.

8 Experiment 3: Zum Einfluss eines golfspezifischen Beweglichkeitstrainings auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls

Das dritte Experiment soll den Einfluss golfspezifischen Beweglichkeitstrainings auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls im Golf untersuchen. Hierfür wird vorab die inhaltliche Zielsetzung des Experiments formuliert, im Anschluss folgt die Beschreibung der Probandenzusammensetzung. Sodann werden nach der Darstellung der Materialien und der methodischen Umsetzung des Experiments die Ergebnisse präsentiert. Das Kapitel schließt mit der Diskussion der Ergebnisse ab.

8.1 Zielsetzung von Experiment 3

Im dritten Experiment soll untersucht werden, welchen Einfluss ein zwölfwöchiges golfspezifisches Beweglichkeitstraining auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls hat. Die Leistungsveränderungen der Beweglichkeitstrainingsgruppe und einer Kontrollgruppe, die kein Treatment erhält, in Bezug auf die drei vorgenannten Messwerte werden dabei mittels Messwiederholung anhand von dreizehn Präzisionsschwüngen im Rahmen eines Prä- und Posttests analysiert.

In Anlehnung an den im Kapitel 2.2.3 dargestellten Kenntnisstand lässt sich in Bezug auf dieses Experiment zunächst erwarten, *dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe durch das golfspezifische Beweglichkeitstraining hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls verbessert. Eine Verbesserung des Smash-Faktors wird nicht erwartet* (E 3a). Es wird somit zunächst davon ausgegangen, dass Probanden der Beweglichkeitstrainingsgruppe durch ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining nach 12 Wochen eine erhöhte Schlägerkopfgeschwindigkeit generieren können. Denn durch das Training und die hieraus resultierenden körperlichen Anpassungen dürfte eine verlängerte Ausholbewegung bzw. Schwingungsweite sowie Schwungbahn maximiert werden können. Ferner wird von einer flüssigeren, widerstandsfreien, ökonomischeren und explosiveren Schwungbewegung ausgegangen. Gleichzeitig wird keine Optimierung des Treffpunktes nebst Eintreffwinkels bzw. im Allgemeinen des Wertes des Smash-Faktors erwartet, da eine Maximierung der Schwungbahn zunächst eine Erschwerung des optimalen Treffens bzw. zumindest eine notwendige Anpassung an neue Bewegungsumstände mit sich bringen dürfte. Davon ausgehend, dass eine Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit als wahrscheinlich betrachtet wird und eine Verbesserung des Smash-Faktors nicht erwartet wird, ist von einer Verbesserung der Flugweite des Balls auszugehen. Diese ist bekanntlich ein

Produkt aus Schlägerkopfgeschwindigkeit und Smash-Faktor, wird insoweit maßgeblich durch diese beeinflusst. Damit ergibt sich aus einer Optimierung der Schlägerkopfgeschwindigkeit und einem gleichbleibenden Wert des Smash-Faktors eine größere Flugweite des Balls.

Ferner wird geprüft, ob sich die Veränderungen der Schlägerkopf- und Ballvariablen zwischen der Beweglichkeitstrainingsgruppe und einer Kontrollgruppe, die kein Treatment erhält, unterscheiden. Es lässt sich erwarten, *dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Beweglichkeitstraining in Bezug auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Flugweite des Balls verbessert, bzw. sich im Vergleich mit der Kontrollgruppe mehr verbessert; eine Verbesserung des Smash-Faktors für die Beweglichkeitstrainingsgruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe wird nicht erwartet* (E 3b). Grund für die Annahme der Leistungsverbesserung der Beweglichkeitstrainingsgruppe hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls ist der bei E 3a erwartet leistungsoptimierende Effekt des zwölfwöchigen golfspezifischen Beweglichkeitstrainings. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass sich die Kontrollgruppe ohne ein Training hinsichtlich der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte nicht verbessert bzw. jedenfalls weniger verbessert als die Beweglichkeitstrainingsgruppe.

Um den Trainingseffekt des Beweglichkeitstrainings nachzuweisen, soll zudem getestet werden, ob sich im zeitlichen Kontext einer Verbesserung von Schlägerkopf- und Ballmesswerten auch eine Veränderung der Leistung in den einzelnen Beweglichkeitsaufgaben der Probanden ergibt. So könnte ein inhaltlicher Zusammenhang zwischen dem absolvierten Beweglichkeitstraining und einer Verbesserung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte verstärkt aufgezeigt werden. *Die trainingsbedingte Leistungsverbesserung der Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben der Beweglichkeitstrainingsgruppe im Zeitverlauf* stellt daher eine weitere Erwartung an dieses Experiment dar (E 3c).

Auch in Bezug auf den Zusammenhang zwischen einer verbesserten Beweglichkeit durch Training und bestimmter Golfschwungparameter gibt es im literarischen Kontext nur eine begrenzte Anzahl an wissenschaftlichen Studien (Kapitel 3.3.2). Der Schwerpunkt der Studien lag in der Regel auf den Einfluss von Krafttraining in Bezug auf bestimmte Schwungparameter. Mit diesem Experiment wird daher beabsichtigt, aussagekräftige Ergebnisse auch betreffend den Einfluss eines golfspezifischen Beweglichkeitstrainings mit Bezug auf bestimmte Golfschwungwerte zu erhalten.

8.2 Probanden

Dieses Experiment setzte sich aus einer Interventionsgruppe, die das golfspezifische Beweglichkeitstraining absolvierte, und einer Kontrollgruppe, welche kein Treatment erhielt, zusammen.

Das zwölfwöchige golfspezifische Beweglichkeitstraining absolvierten n=10 gesunde, motivierte Probanden verschiedenen Alters (47.8 ± 17.0 Jahre), unterschiedlichen Handicaps (21.5 ± 18.3 HCP) und unterschiedlichen Geschlechts (weiblich: n=1, männlich: n=9) vollständig.

Die diesem Experiment zugrunde gelegte Kontrollgruppe umfasste n=10 gesunde, motivierte Golfer verschiedenen Alters (39.9 ± 10.2 Jahre), unterschiedlichen Handicaps (20.2 ± 19.9 HCP) und unterschiedlicher Geschlechterverteilung (weiblich: n=2, männlich: n=8).

Angaben zu den Merkmalen und Ausfällen der an diesem Experiment teilnehmenden Probanden erfolgten bereits in den Kapiteln 5.2.1 und 5.2.2.

8.3 Material

Für dieses Experiment wurde zur Erfassung der Schlägerkopf- und Ballvariablen das Messgerät TrackMan 4 herangezogen. Da dieser sowie weitere mit dieser Testung in Verbindung stehenden Hilfsmittel bereits in den Kapiteln 5.3 und 6.3 ausführlich beschrieben wurden, erfolgt an dieser Stelle nur noch die Beschreibung jener Messgeräte und Hilfsmittel, die im Zusammenhang mit der Messung betreffend Beweglichkeitsaufgaben stehen. Für die Messung trugen die Probanden im Übrigen sportliche, nicht zu weite Kleidung und Sportschuhe, sodass eine optimale Beweglichkeit bei der Aufgabenausführung ermöglicht wurde.

Für die Messung im Zusammenhang mit der trainingsbedingten Leistungsveränderung der Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben wurde in diesem Experiment im Prä- und Posttest ein medizinisch genormtes Goniometer als Messgerät herangezogen (betrifft die Aufgaben HWS-Rotation rechts/links, Schulterflexion rechts/links, BWS-, LWS-Rotation rechts/links, Innenrotation Hüfte rechts/links und die Außenrotation Hüfte rechts/links).

Hinsichtlich der Wahl des Messgeräts Standardgoniometer lässt sich sagen, dass dieses in der Physiotherapie fest etabliert ist (Roberson & Giurintano, 1995). Zudem eignet es sich bei einer Serie mit Messwiederholung innerhalb einer Studiengruppe, untersucht von einem erfahrenen Tester (Bovens et al., 1990). Dass die Studienverantwortliche über fundierte Grundkenntnisse und deren Anwendung im Umgang mit dem Goniometer verfügt, kann u.a. auf einen an der

Universität belegten Kurses *Anthropometrie und Funktionsdiagnostik* mit praktischer Anwendung in einer Physiotherapiepraxis belegt werden.

Eine alternative Messmethode hätte mit der Idiag M360 zur Verfügung gestanden. Dieses computergestützte Messgerät findet überwiegend in Kliniken zur Untersuchung der Wirbelsäule Anwendung. Aus organisatorischen und pandemiebezogenen Gründen wurde ein Besuch in einer Klinik, die im Besitz eines solchen Gerätes ist, nicht in Betracht gezogen.

8.4 Experimentelles Design und Untersuchungsablauf

Zur Überprüfung, ob ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining eine Leistungsveränderung bezüglich der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte hervorruft, wurde das auf 12 Wochen angelegte Experiment hinsichtlich Planung und Durchführung in drei Teile gegliedert. Im ersten Teil fand ein Prätest (hierzu nachfolgend Kapitel 8.4.1) sowohl zur Erfassung der aktuellen Messwerte betreffend Beweglichkeitsaufgaben als auch zur Erfassung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte für Probanden der Beweglichkeitstrainingsgruppe statt. Ausgelegt war der Prätest auf eine Dauer von ca. 2 Stunden pro Proband. Für Probanden der Kontrollgruppe – welche die Beweglichkeitstests nicht absolvieren mussten – wurde abweichend hiervon lediglich ein 30-minütiger Prätest zur Messung von Schlägerkopf- und Ballwerten durchgeführt. Der Prätest fand für alle Teilnehmer in der Nebensaison (Winter) tagsüber in den lokal ansässigen Simulatoren-Räumlichkeiten statt.

Der zweite Teil beinhaltete die Durchführung des golfspezifischen Beweglichkeitstrainings, hierzu nachfolgend Kapitel 8.4.2. Das durch die Probanden selbst durchzuführende Beweglichkeitstraining war auf 12 Wochen angesetzt, bei dreimaliger Trainingsdurchführung pro Woche.

Der dritte und letzte Teil des Experiments (hierzu nachfolgend Kapitel 8.4.3) beinhaltete den Posttest, in welchem eine Messwiederholung durchgeführt wurde, d.h. sowohl die Messwerte betreffend Beweglichkeitsaufgaben als auch die Schlägerkopf- und Ballmesswerte wurden erneut erfasst. Dieser Test verlief analog zum Prätest und war auf eine Sitzung mit einer Gesamtdauer von ca. 2 Stunden ausgelegt. Für Probanden der Kontrollgruppe wurde nur ein Posttest betreffend Schlägerkopf- und Ballmesswerte durchgeführt. Dieser umfasste ca. 30 Minuten.

8.4.1 Prätests

Die Prätests zur Erfassung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls mittels TrackMan wurden bereits in Kapitel 5.4.1 erläutert. Im Folgenden werden daher nur die Prätests bezüglich der Messwerterfassung betreffend Beweglichkeitsaufgaben dargestellt. Diese erfolgten im Anschluss an die Erfassung der o.g. Schlägerkopf- und Ballvariablen, da sich statische Dehnpositionen aufgrund von Schnelligkeitseinbußen negativ auf die Schlägerkopfgeschwindigkeiten auswirken könnten, was Studien von Behm et al. (2001) und Gergley (2007) belegen.

Um eine Veränderung der Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben nach dem zwölfwöchigen Training zu ermitteln, wurden bei Probanden der Beweglichkeitstrainingsgruppe zu Beginn und zum Ende des zwölfwöchigen Trainings ausgewählte gelenkspezifische Untersuchungen mit einem Goniometer vorgenommen. Diese erfolgten nach individuellem Aufwärmen der Probanden mittels Winkelmessmethode nach der Neutral-Null-Methode. Auch hier wurde den Probanden der Bewegungsablauf von der Studiendurchführenden im Vorfeld demonstriert. Zudem wurden eventuelle Fragen seitens der Probanden geklärt, sodass sichergestellt werden konnte, dass die Bewegungsaufgabe verstanden wurde.

Die Probanden wurden in dem Wertungsdurchgang dazu angehalten, alle Bewegungsausführungen so auszuführen, wie es ihnen maximal möglich war. Zudem sollten sie das Ausführungsmaximum für ca. 5 Sekunden halten. Die Messwerte wurden dabei von der Testerin mindestens zweifach erfasst, um Messfehler zu vermeiden. Bei Unstimmigkeiten erfolgte unter Umständen auch eine dritte Messung.

Für die Messung der horizontalen Schulterflexion wurden die Probanden instruiert, die anatomische Normalstellung – eine aufrechte Körperposition mit Blick nach vorne, bei seitlich herabhängenden Armen und nach ventral gerichteten Daumen sowie parallel stehenden Füßen – einzunehmen. Danach mussten sie bei der zu untersuchenden Seite den Arm um 90° abduzieren und diesen parallel zum Boden in Richtung Körpermitte führen. Wichtig war dabei, dass der Arm im Ellenbogengelenk nicht gebeugt wird. Die Messung erfolgte am Kopf des Oberarmknochens.

Die Ausgangsposition für die HWS-Rotationsmessung erfolgte ebenfalls bei aufrechter Körperposition mit Blick nach vorne, bei seitlich herabhängenden Armen und nach ventral

gerichteten Daumen sowie parallel stehenden Füßen. Die Messung erfolgte mittig der Kopfoberseite.

Bei der Messung der BWS-, LWS-Rotation mussten die Probanden auf einem Hocker bzw. Stuhl ohne Rückenlehne sitzen. Die Füße standen flach auf dem Boden, die Arme waren seitlich herabhängend. Die Messung erfolgte mittig der Kopfoberseite.

Die Messung der Innen- und Außenrotation der Hüfte erfolgte am Unterschenkel, wobei die Probanden die Bauchlage mit 90° gebeugtem Kniegelenk einnahmen.

Schließlich konnten durch den übersichtlichen und gut lesbaren 360° Messbereich in 1°-Abschnitten alle Werte ohne Probleme von dem Goniometer abgelesen und dokumentiert werden.

Um verschiedene Ergebnisse aufgrund unterschiedlicher Messmethoden zu vermeiden, wurden die gesamten Messungen von der Studiendurchführenden und damit von derselben Testerin mit gleicher Messmethode durchgeführt. Dennoch kann nicht vollends ausgeschlossen werden, dass es durch weitere Faktoren – wie bspw. die Tagesform oder das Warm-up der Probanden – zu Abweichungen der tatsächlich möglichen Messergebnisse kam.

Zur Vollständigkeit soll angemerkt werden, dass den Probanden noch weitere Messwerte in anderen Körperregionen im Rahmen der gelenkspezifischen Untersuchungen abgenommen wurden (hierzu Anhang 15.6). Da diese nicht im Fokus der hiesigen Studie standen, fanden sie keine weitere Berücksichtigung für die Auswertung der gelenkspezifischen Untersuchung.

Nach 12 Wochen mussten die Probanden der Beweglichkeitstrainingsgruppe zu allen Aufgaben einen Posttest absolvieren. Die Bedingungen und Abläufe entsprachen dabei denen des jeweiligen Prätests.

8.4.2 Zwölfwöchiges golfspezifisches Beweglichkeitstraining

Unmittelbar nach der Erfassung des aktuellen Trainingszustands begann das golfspezifische Beweglichkeitstraining der Probanden mit dem Ziel, mittels golfspezifischer Beweglichkeitsübungen eine ganzheitliche, verbesserte Gelenkigkeit und Dehnbarkeit der Muskeln, Sehnen und Bänder hervorzurufen. Folglich sollte die verbesserte Beweglichkeit einen positiven Einfluss auf die untersuchten Schlägerkopf- und Ballvariablen des Golfschwungs mit sich bringen.

Um einen bestmöglichen Trainingseffekt zu erzielen, erfolgten die ausgewählten Übungen des golfspezifischen Beweglichkeitstrainings (nachfolgend in Kapitel 8.4.2.2) in Anlehnung an die bereits im Kapitel 3.3.1 dargestellten Trainingsmethoden. Zudem zielten die ausgewählten Übungen auf ein ganzheitliches Beweglichkeitstraining ab und schlossen die im Kapitel 2.3 dargestellten besonders aktiven Muskeln während des Golfschwungs mit ein, wodurch v.a. muskuläre Spannungsunterschiede ausgeglichen werden sollten.

8.4.2.1 Trainingsablauf

Um eine gute körperliche Anpassung an das Training und der damit beabsichtigten Verbesserung des Golfschwungs zu erzielen, erfolgte das golfspezifische Beweglichkeitstraining über einen Zeitraum von 12 Wochen, wobei dreimal wöchentlich trainiert wurde. Gegen einen längeren Trainingszeitraum wurde sich aufgrund des äußerst hohen Zeitanspruchs des Trainings und des damit notwendigen Durchhaltevermögens der Probanden entschieden. Zudem zeigte bereits die Studie von Lee et al. (2015), dass ein Beweglichkeitstraining mit einer Dauer von 12 Wochen den Golfschwung, etwa die Flugweite des Balls, verbessern kann.

Da es nicht jedem Probanden möglich war, in diesem Zeitraum dreimal wöchentlich an einem bestimmten Ort (z.B. Fitnessstudio) zu festen Zeiten zu erscheinen, durften die Probanden mithilfe zeitlich und räumlich unabhängiger Übungen in Eigenregie von zu Hause oder an einem beliebigen Ort trainieren. Dennoch stand die Studiendurchführende den Probanden nach persönlicher Absprache telefonisch oder per Videozuschaltung stets zur Verfügung, sodass eventuelle Unklarheiten während des Trainings behoben werden konnten.

Bezüglich der örtlichen Trainingsdurchführung soll angemerkt werden, dass ein Training zusammen in der Gruppe wünschenswert gewesen wäre. Hierdurch hätte gleichermaßen die Qualität der Bewegungsausführung der Übungen wie auch die tatsächliche Durchführung besser kontrolliert werden können. Aufgrund der Pandemieeinschränkungen sowie der unterschiedlichen Ansässigkeit der Probanden aber nicht zu realisieren war.

Während der Beweglichkeitsübung sollte auf eine entspannte und rhythmische Atmung geachtet werden.

Zudem sollte ein Dehnen bei Muskelkater oder bei Muskelzerrungen vermieden werden, da dies zum einen kontraproduktiv für die Regeneration ist und zum anderen den Zustand zunehmend verschlechtern kann.

Die Ergebnisse bzw. die Belastungszeiten der jeweiligen Übungen wurden ab der ersten Trainingseinheit von den Probanden in einem Trainingsverlaufsprotokoll (hierzu Anhang 15.7) dokumentiert.

Die Gesamtdauer des Beweglichkeitstrainings umfasste ca. 60 Minuten pro Trainingseinheit.

8.4.2.2 Beweglichkeitsübungen

Zunächst begann das Beweglichkeitstraining mit einer Aufwärmübung, der Sun Salutation. Diese Übung sollte gemäß Abbildung 30 wie folgt ausgeführt werden:

1. die Beine, der Rumpf und der Kopf sind gerade, die Arme hängen entspannt seitlich am Körper; man atmet durch die Nase ein
2. ausatmen und dabei die Handflächen auf Brusthöhe zusammenbringen, die Ellenbogen zeigen nach außen
- 3a, 3b einatmen, die Arme senkrecht nach oben strecken und sich leicht nach hinten beugen
- 4a - 4c ausatmen, die Arme neben die Füße zum Boden bringen (die Beine möglichst gestreckt lassen); das Gesicht zeigt zu den Knien
5. einatmen und den rechten Fuß nach hinten bringen, dabei setzen das rechte Knie und die rechten Zehen auf den Boden auf; nach oben schauen
6. den Atem anhalten und das andere Bein nach hinten bringen (Pushup-Position)
7. ausatmen und Knie, Brust und Stirn zum Boden bringen
8. einatmen und in die „Cobra“ gehen (mithilfe der Arme den Oberkörper aufrichten, den Kopf in den Nacken legen, die Augen schauen nach oben)
9. ausatmen, die Zehen aufsetzen und die Hüfte nach oben in den Downward Facing Dog bringen, Richtung Füße schauen und die Fersen möglichst weit zum Boden drücken
- 10./11. einatmen und den rechten Fuß neben die rechte Hand platzieren; dann ausatmen und den linken Fuß neben die linke Hand stellen, die Beine möglichst durchstrecken und Richtung Knie schauen
- 12a-c einatmen und sich langsam Wirbel für Wirbel aufrichten, die Arme dabei in Verlängerung des Oberkörpers anheben
13. ausatmen und die Arme seitlich hängen lassen

Eine Runde war vollständig, wenn die Punkte 1-13 noch einmal wiederholt wurden. Allerdings wurde bei Punkt 5 der linke Fuß anstatt des rechten nach hinten gebracht; bei Punkt 10 wurde der linke Fuß zuerst nach vorne geholt. Ansonsten war der Ablauf gleich. Die Probanden

wurden instruiert, mindestens fünf Runden zu absolvieren. Anschließend sollte im Trainingsverlaufsprotokoll die Anzahl der Runden dokumentiert werden.

Als Aufwärmübung sollte diese Übung das Herz-Kreislaufsystem aktivieren, die rhythmische Atmung trainieren und die Gelenke, Muskeln, Bänder und Sehnen schonend auf die Belastung vorbereiten.

Die Sun Salutation sollte zu einer ganzheitlichen Beweglichkeitsoptimierung beitragen (u.a. im Musculus pectoralis major, Musculus rectus abdominis, Musculus multifidus, Musculus iliopsoas, Musculus gluteus maximus, Musculus biceps femoris und Musculus gastrocnemius).

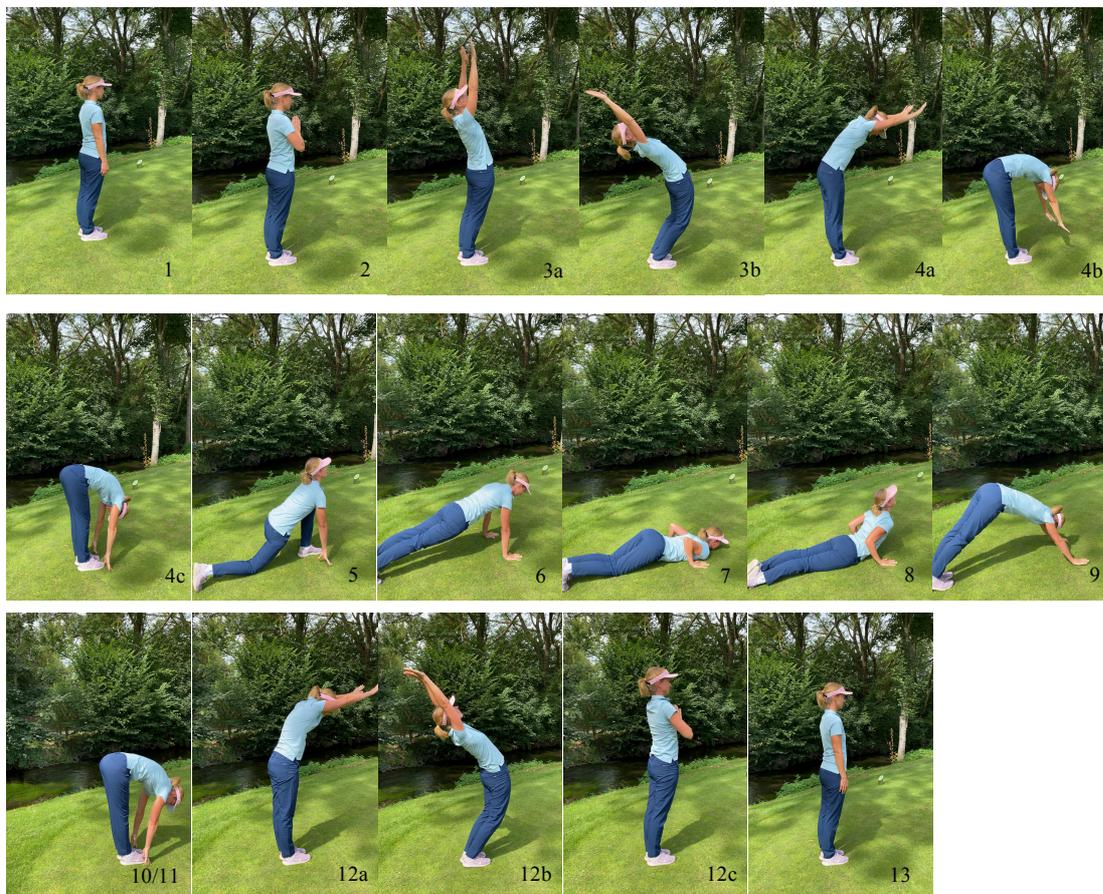


Abbildung 30: Sun Salutation

Der Großteil der im Folgenden dargestellten Beweglichkeitsübungen setzte sich aus Stretchingübungen zusammen, welche in der Endposition unter maximaler Dehnung für mindestens 25 Sekunden gehalten werden sollten. Dies traf auch bei einem Seitenwechsel zu. Insgesamt wurden bei jeder Übung drei Sätze durchgeführt.

Die erste Dehnübung war Mobile neck. Hierbei sollten die Probanden im ersten Teil bei geradem Oberkörper und nach unten gezogenen Armen den Kopf lateral und nach hinten rotierend Richtung Schulter ziehen. Dabei zog der dem Kopf abgewandte Arm die Schulter

nach unten. Im Anschluss sollte die Seite gewechselt werden. Im zweiten Teil mussten die Probanden das Kinn maximal in Richtung Brust führen, dabei die Schultern nach hinten drücken und anschließend den Kopf maximal in den Nacken legen. Die jeweiligen Endpositionen der beschriebenen Übungsabschnitte entsprachen der Darstellung aus Abbildung 31.

Diese Übung zielte v.a. auf die Optimierung der Beweglichkeit im Hals und Nacken ab (u.a. *Musculus levator scapulae*, *Musculus splenius capitis* & *Musculus sternocleidomastoideus*).



Abbildung 31: Mobile neck

Im Rahmen der Mobile shoulder-Übung mussten die Probanden einen Arm gestreckt auf Höhe der gegenüberliegenden Schulter zum Körper ziehen, wobei die andere Hand den Druck in Richtung Körper unterstützte. Die Endposition am Beispiel des gestreckten rechten Arms entsprach der Darstellung aus Abbildung 32.

Diese Übung sollte insbesondere die Beweglichkeit der Schulter optimieren (u.a. *Musculus deltoideus*, *Musculus subscapularis* & *Musculus infraspinatus*).



Abbildung 32: Mobile shoulder

Die Übung Mobile upper body erfolgte stehend mit aufrechtem Oberkörper und hüftbreitem Stand. Die Arme wurden senkrecht nach oben gestreckt und die Finger ineinander geführt, die Handflächen zeigten dabei nach oben. Die Arme und der Rumpf wurden maximal nach links bzw. rechts bewegt, bis auf der gegenüberliegenden Seite eine deutliche Spannung zu spüren

war. Dabei sollten die Probanden nicht nach vorn/hinten abknicken. Die Endposition am Beispiel der linken Seitneigung entsprach der Darstellung aus Abbildung 33.

Diese Übung sollte v.a. die Beweglichkeit der Schulter sowie die Beweglichkeit des seitlichen Oberkörpers (Lateralflexion) optimieren (u.a. Musculus subscapularis, Musculus infraspinatus, Musculus deltoideus, Musculus serratus, Musculus latissimus dorsi, Musculus teres major & Musculus triceps).



Abbildung 33: Mobile upper body

Die Übung Forward bend erfolgte sitzend, optional auf einer Yogamatte. Hierbei sollten die Probanden bei gestreckten Beinen die Hände so weit wie möglich hinter die Fußspitzen führen und dabei Oberkörper und Kopf maximal in Richtung Beine bewegen. Die Endposition entsprach der Darstellung aus Abbildung 34.

Diese Übung sollte v.a. die Beweglichkeit der hinteren Oberschenkel, der Waden, der Hüfte und des unteren Rückens verbessern (u.a. Musculus biceps femoris, Musculus semimembranosus, Musculus gastrocnemius, Musculus iliopsoas, Musculus multifidus & Musculus gluteus maximus).



Abbildung 34: Forward bend

Die Übung Cobra erfolgte in Bauchlage auf den Boden liegend, optional auf einer Yogamatte. Die Hände wurden auf Brusthöhe dicht am Körper aufgesetzt. Der Oberkörper wurde

aufgerichtet und der Kopf in den Nacken gelegt, wobei die Augen nach oben schauten. Die Endposition entsprach der Darstellung aus Abbildung 35.

Diese Übung sollte v.a. die Beweglichkeit des Rumpfes optimieren (u.a. Musculus pectoralis major & Musculus rectus abdominis).



Abbildung 35: Cobra

Bei der Übung Half spinal twist mussten die Probanden aufrecht sitzend das rechte Bein über das linke führen und den rechten Fuß auf Höhe der linken Kniescheibe aufsetzen (optional auf einer Yogamatte). Nun sollte die rechte Hand neben bzw. leicht hinter der rechten Hüfte mit den Fingern nach hinten zeigend auf den Boden gelegt werden. Anschließend wurde der linke Arm auf die rechte Außenseite des rechten Beins gelegt und das Bein leicht nach links gedrückt. Der Kopf schaute dabei über die rechte Schulter so weit wie möglich nach hinten. Danach wurde die Seite gewechselt. Die Endposition am Beispiel des aufgestellten rechten Beins entsprach der Abbildung 36.

Diese Übung sollte v.a. die Beweglichkeit im Rumpf optimieren (u.a. Musculus multifidus, Musculus erector spinae & Musculus iliopsoas).



Abbildung 36: Half spinal twist

Im Rahmen der Mobile hips-Übung wurde zunächst ein großer Schritt nach vorne gemacht und das Knie des hinteren Beines auf den Boden gelegt. Die Hüfte musste bei geradem Oberkörper

so weit wie möglich abgesenkt werden. Die Endposition am Beispiel des Ausfallschritts rechts entsprach der Abbildung 37. Danach erfolgte der Seitenwechsel.

Diese Übung sollte v.a. die Beweglichkeit (Extension, Flexion) der Hüfte und die Beweglichkeit der Oberschenkelvorderseite optimieren (u.a. Musculus quadriceps femoris, Musculus vastus lateralis, Musculus vastus medialis & Musculus iliopsoas).



Abbildung 37: Mobile hips

Bei der Übung Triangle standen die Füße der Probanden in doppelter Schulterbreite parallel auseinander. Der rechte Fuß wurde um 90° nach rechts gedreht, sodass die Zehen vom Körper abgewandt waren. Der Kopf, Rücken und die Brust waren gerade. Der Oberkörper wurde sodann um 90° nach rechts geneigt (parallel zum Boden). Der rechte Arm zeigte senkrecht zum Boden, die rechte Hand berührte den Boden vor dem rechten Fuß, der linke Arm zeigte senkrecht nach oben. Der Blick war ebenfalls nach oben gerichtet. Alternativ konnte der linke Arm in Verlängerung des geraden Oberkörpers ausgestreckt werden, sodass er parallel zum Boden zeigte, die Handflächen zeigten dabei nach unten. Die Endposition am Beispiel der rechten Seitneigung entsprach der Abbildung 38. Danach erfolgte ein Seitenwechsel.

Diese Übung sollte insbesondere die Beweglichkeit im seitlichen Rumpf (Lateralflexion) und die Beweglichkeit der Beine optimieren (u.a. Musculus adductor magnus, Musculus vastus lateralis, Musculus gluteus medius, Musculus obliquus externus abdominis, Musculus serratus anterior, Musculus gracilis & Musculus latissimus dorsi).



Abbildung 38: Triangle

Für die Übung Modified child's pose mussten sich die Probanden hinknien und auf die Waden setzen, wobei der Oberkörper nach vorne gelegt wurde. Die Arme sollten maximal nach vorne auf den Boden gestreckt werden. Die Endposition entsprach der Darstellung aus Abbildung 39, optional auf einer Yogamatte. Eine leichte Seitneigung diente dabei zusätzlich dem Dehnen der seitlichen Rumpfmuskulatur.

Diese Übung sollte v.a. die Beweglichkeit im (unteren) Rücken optimieren (u.a. Musculus iliopsoas & Musculus multifidus).



Abbildung 39: Modified child's pose

Die Mobile legs-Übung war die letzte Übung. Die Probanden wurden instruiert, auf einem Bein gerade zu stehen, dabei das andere Bein anzuwinkeln und die Ferse maximal in Richtung Gesäß zu ziehen. Der Oberkörper blieb dabei aufrecht. Die Endposition am Beispiel des rechten angewinkelten Beins entsprach der Darstellung aus Abbildung 40.

Diese Übung sollte v.a. die Beweglichkeit der Oberschenkel optimieren (u.a. Musculus rectus femoris, Musculus vastus lateralis, Musculus vastus intermedius & Musculus vastus medialis).



Abbildung 40: Mobile legs

8.4.3 Posttests

Nach 12 Wochen mussten die Probanden wiederum einen Posttest betreffend Schlägerkopf- und Ballmesswerte sowie Beweglichkeitsmesswerte absolvieren, wobei die Probanden der Beweglichkeitstrainingsgruppe wiederum beide Messungen durchführten und bei der

Kontrollgruppe lediglich die Messung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte erfolgte. Die Abläufe und Messwerterfassungen entsprachen auch im Übrigen grundsätzlich denen des Prätests. Insoweit wird auf Kapitel 8.4.1 verwiesen.

Anzumerken bleibt noch, dass die Posttestwerte in eine separate Liste eingetragen wurden, aus derer die Prätestwerte nicht ersichtlich waren, sodass eine Beeinflussung der Testerin bei der Abnahme der Messwerte ausgeschlossen werden kann.

8.5 Abhängige und unabhängige Variablen

Um zu überprüfen, ob Probanden der Beweglichkeitstrainings- und der Kontrollgruppe Leistungsunterschiede in bestimmten Schlägerkopf- und Ballvariablen aufzeigen, je nachdem ob sie vorab ein zwölfwöchiges golfspezifisches Beweglichkeitstraining absolvierten oder nicht, sollen neben den im Kapitel 5.3.1 dargestellten Schlägerkopf- und Ballvariablen noch weitere Variablen herangezogen werden.

Für die Prüfung der Leistungsveränderung der Beweglichkeitswerte innerhalb der Beweglichkeitstrainingsgruppe durch das zwölfwöchige Beweglichkeitstraining, wurde mittels Winkelmessmethode der Grad (°) der HWS-Rotation rechts/links, Schulterflexion rechts/links, BWS-, LWS-Rotation rechts/links, Innenrotation Hüfte rechts/links und der Grad (°) der Außenrotation Hüfte rechts/links als abhängige Variablen herangezogen. Die unabhängige Variable bzw. der Faktor, der dabei analysiert wurde, stellte der Messzeitpunkt dar.

Folglich konnte anhand der Unterschiede der durchschnittlichen Winkelmaße zwischen Prä- und Posttest festgestellt werden, ob sich durch das zwölfwöchige Training eine Beweglichkeitsverbesserung ergab. Umso besser die Variablen im Zeitverlauf, desto effektiver war der Trainingsreiz.

8.6 Operationale Hypothesen

Zunächst wurde eine operationale Hypothese (OH) zur Beweglichkeitstrainingsgruppe hinsichtlich der gewählten abhängigen Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben aufgestellt:

- OH 7:

Die Beweglichkeitstrainingsgruppe erreicht im Zeitverlauf eine mehrheitliche Steigerung der Leistung bezüglich der Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben (°).

Um sodann den Einfluss des Beweglichkeitstrainings auf die abhängigen Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) und den Unterschied hinsichtlich dieser Variablen zwischen Beweglichkeitstrainingsgruppe und Kontrollgruppe im Zeitverlauf aufzeigen zu können, wurden zwei weitere operationale Hypothesen formuliert:

- OH 8:

Ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining führt im Zeitverlauf zu einer Erhöhung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und zu einer größeren Flugweite des Balls (m), nicht aber zu einer Erhöhung des Smash-Faktors.

- OH 9:

Die Beweglichkeitstrainingsgruppe wird sich im Zeitverlauf hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und der Flugweite des Balls (m) stärker verbessern als die Kontrollgruppe, aber nicht hinsichtlich des Smash-Faktors.

8.7 Ergebnisse

Für die statistische Auswertung der Daten der Beweglichkeitstrainingsgruppe wurden die bereits in Kapitel 5.6 dargestellten statistischen Verfahren angewendet.

8.7.1 Veränderung der Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben (Prüfung der OH 7)

Um die infolge des zwölfwöchigen Beweglichkeitstrainings hervorgerufenen Beweglichkeitsunterschiede betreffend die einzelnen Beweglichkeitsaufgaben zwischen Prä- und Posttest zu prüfen, wurde für die Beweglichkeitstrainingsgruppe ein t-Test für Stichproben mit paarigen Werten durchgeführt. Nachfolgend wurde untersucht, ob sich die Variablen HWS-Rotation rechts (°) und links (°), horizontale Schulterflexion rechts (°) und links (°), BWS-, LWS-Rotation rechts (°) und links (°) sowie die Variablen der inneren und äußeren Hüftrotation rechts (°) und links (°) zwischen den beiden Messzeitpunkten unterscheiden. Hierzu sind in der Tabelle 9 für jede untersuchte Variable der Mittelwert sowie die Standardabweichung getrennt für beide Zeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die p-Werte des Shapiro-Wilk-Tests. Es ist zu sehen, dass in zwei Fällen keine Normalverteilung vorliegt. In denjenigen Fällen, in denen keine Normalverteilung erfüllt ist, wurde der Vergleich anstatt des t-Tests mittels Wilcoxon-Tests vorgenommen.

Gemäß Tabelle 9 ist jede der zehn untersuchten Variablen im Zeitverlauf angestiegen, was auf eine Verbesserung der Beweglichkeit hindeutet. Auch aus Abbildung 41 geht hervor, dass jede der untersuchten Variablen vom Prätest zum Posttest im Durchschnitt anstieg.

Tabelle 9: Beweglichkeitsentwicklung der Beweglichkeitstrainingsgruppe: Prä- und Posttest-Vergleich anhand der Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD) und Tests auf Normalverteilung.

Variable	Prätest	Prätest p-Wert	Posttest	Posttest p-Wert
	M und SD	Shapiro-Wilk-Test	M und SD	Shapiro-Wilk-Test
HWS-Rotation rechts (°)	69.40 (6.98)	0.681	74.70 (7.07)	0.683
HWS-Rotation links (°)	69.60 (8.06)	0.479	75.00 (6.69)	0.730
Schulterflexion rechts (°)	142.90 (6.89)	0.094	152.50 (6.04)	0.518
Schulterflexion links (°)	148.80 (7.73)	0.295	161.50 (9.14)	0.163
BWS-,LWS-Rotation rechts (°)	37.10 (7.48)	0.106	42.50 (7.91)	0.374
BWS-,LWS-Rotation links (°)	37.70 (6.91)	0.422	43.60 (7.59)	0.193
IRO Hüfte rechts (°)	36.90 (7.82)	0.301	40.50 (7.44)	0.002
ARO Hüfte rechts (°)	28.70 (8.93)	0.439	34.10 (8.66)	0.035
IRO Hüfte links (°)	35.90 (8.52)	0.826	39.90 (8.71)	0.065
ARO Hüfte links (°)	32.30 (6.75)	0.368	35.70 (8.25)	0.289

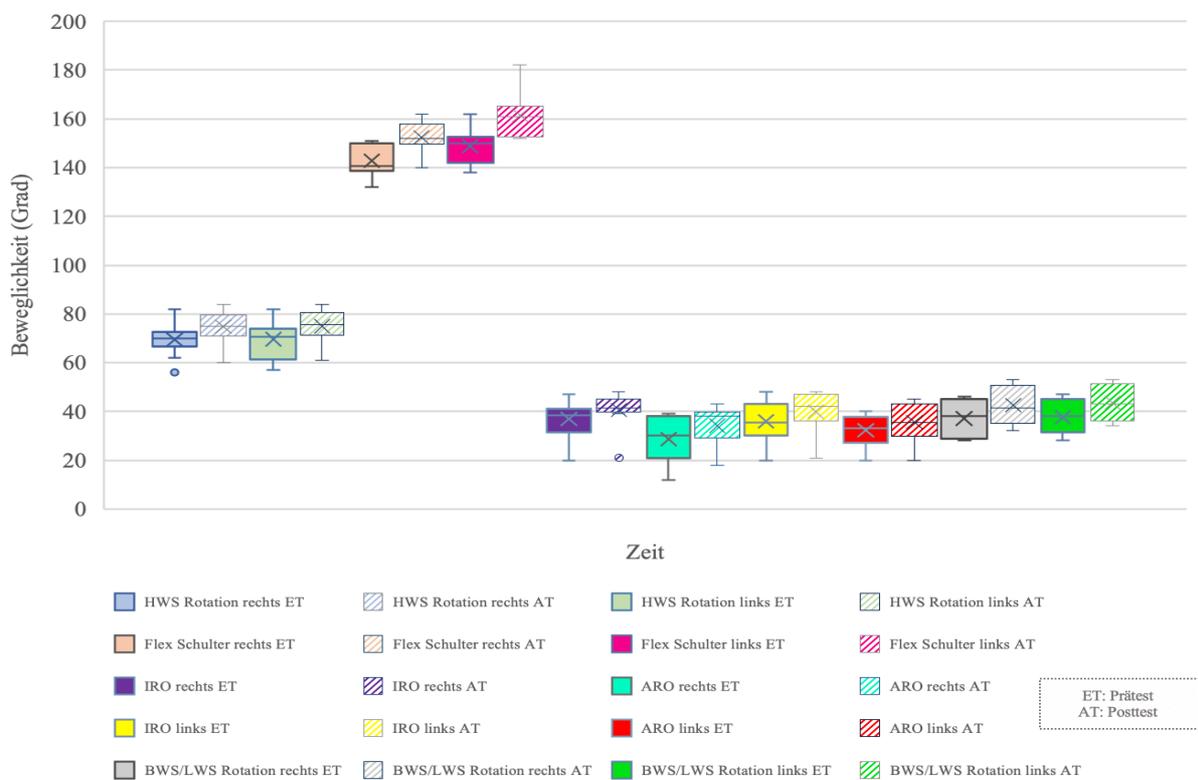


Abbildung 41: Beweglichkeitsentwicklung der Beweglichkeitstrainingsgruppe. Box-Plots repräsentieren in Abhängigkeit des Tests die durchschnittliche HWS-Rotation, die durchschnittliche horizontale Schulterflexion, die durchschnittliche BWS-/LWS-Rotation und die durchschnittliche Hüftrotation vor und nach dem zwölfwöchigen Training.

Um zu testen, ob die in Tabelle 9 dargestellten Unterschiede zwischen Prä- und Posttest-Zeitpunkt statistisch signifikant sind, wurde für jede der untersuchten Variablen ein t-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt.

Der t-Test für die Variable HWS-Rotation rechts zeigt ein Ergebnis von $t(9)=5.92$, $p<0.001$, $d=1.87$, der t-Test für die Variable HWS-Rotation links ein Ergebnis von $t(9)=4.97$, $p<0.001$, $d=1.57$. Sodann erhöhte sich die durchschnittliche HWS-Rotation rechts und links zwischen der Messung vor dem Training und der Messung nach dem Training jeweils signifikant, wobei es sich jeweils um einen starken Effekt handelt.

Für die Variable horizontale Schulterflexion rechts ergibt der t-Tests ein Ergebnis von $t(9)=5.33$, $p<0.001$, $d=1.68$ und für die horizontale Schulterflexion links ein Ergebnis von $t(9)=4.56$, $p=0.001$, $d=1.44$, d.h. dass sich die durchschnittliche horizontale Schulterflexion rechts und links im Zeitverlauf jeweils signifikant erhöhte, wobei es sich jeweils um einen starken Effekt handelt.

Die Ergebnisse von $t(9)=4.42$, $p=0.002$, $d=1.40$ für die Variable BWS-, LWS-Rotation rechts und $t(9)=6.22$, $p<0.001$, $d=1.97$ für die Variable BWS-, LWS-Rotation links veranschaulichen, dass sich die durchschnittliche BWS-, LWS-Rotation rechts und links zwischen der Messung vor dem Training und der Messung nach dem Training jeweils signifikant erhöhte, wobei es sich auch hier jeweils um einen starken Effekt handelt. Aus dem Ergebnis der Variable Innenrotation Hüfte rechts von $z=2.55$, $p=0.011$, $d=1.02$ und dem Ergebnis der Variable Innenrotation Hüfte links von $t=3.65$, $p=0.005$, $d=1.16$ lässt sich ableiten, dass sich die durchschnittliche Innenrotation Hüfte rechts und links im Zeitverlauf jeweils signifikant erhöhte, wobei es sich auch hier jeweils um einen starken Effekt handelt. Ebenfalls ein signifikantes Ergebnis und ein starker Effekt sind bei der Außenrotation Hüfte rechts festzustellen. Für diese Variable resultiert ein Ergebnis von $z=2.69$, $p=0.007$, $d=1.57$. Für die Variable Außenrotation Hüfte links wiederum ergibt sich ein Ergebnis von $t(9)=4.74$, $p=0.001$, $d=1.50$. Demnach hat sich die durchschnittliche Außenrotation Hüfte links zwischen erstem und zweitem Messzeitpunkt signifikant erhöht. Der Effekt ist ebenfalls stark.

Zusammenfassend konnte mithilfe der Analyse zur Beweglichkeitstrainingsgruppe dargestellt werden, dass sich alle untersuchten Beweglichkeitswerte zwischen den beiden Messzeitpunkten signifikant verbesserten. Die OH 7, wonach *die Beweglichkeitstrainingsgruppe im Zeitverlauf eine mehrheitliche Steigerung der Leistung bezüglich der Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben (°) erreicht*, kann daher verifiziert werden.

8.7.2 Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (Prüfung der OH 8 und OH 9)

Zunächst wurde für den Leistungsvergleich innerhalb der Beweglichkeitstrainingsgruppe ein t-Test für gepaarte Stichproben angewendet. Um weiterhin zu prüfen, ob sich die durch das Training hervorgerufene Veränderung der Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) zwischen der Beweglichkeitstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe unterscheidet, wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Diese basierte auf einem 2x2-Design mit dem Faktor Zeit (2-fach gestuft) und dem Faktor Gruppe (2-fach gestuft). Ferner wurde die Beweglichkeitstrainingsgruppe und die Kontrollgruppe mittels Kontrastanalyse paarweise daraufhin untersucht, ob sie sich hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) unterscheiden.

8.7.2.1 Schlägerkopfgeschwindigkeit

In Tabelle 10 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Schlägerkopfgeschwindigkeit in Meilen pro Stunde (mph) getrennt nach Gruppen und für beide Messzeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die p-Werte des Shapiro-Wilk-Tests sowie des Levene-Tests. Hierzu zeigt sich, dass beide Voraussetzungen erfüllt sind, da alle entsprechenden p-Werte größer als 0.05 aufweisen. An den Mittelwerten ist zu sehen, dass in der Kontrollgruppe nahezu keine Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) zwischen Prä- und Posttest gemessen wurde. Für die Beweglichkeitstrainingsgruppe hingegen ergab sich ein sichtbarer Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) im Zeitverlauf. Dies ist ebenfalls in der Abbildung 42 dargestellt.

Tabelle 10: Schlägerkopfgeschwindigkeit im Prä- und Posttest: Vergleich der Beweglichkeitstrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Tests auf Normalverteilung und Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	p-Wert	p-Wert
				Shapiro-Wilk-Test	Levene-Test
Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) Prätest	Beweglichkeit	75.14	14.15	0.622	0.465
	Kontrolle	72.56	10.95	0.227	
Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) Posttest	Beweglichkeit	78.44	13.05	0.338	0.563
	Kontrolle	72.67	10.99	0.175	

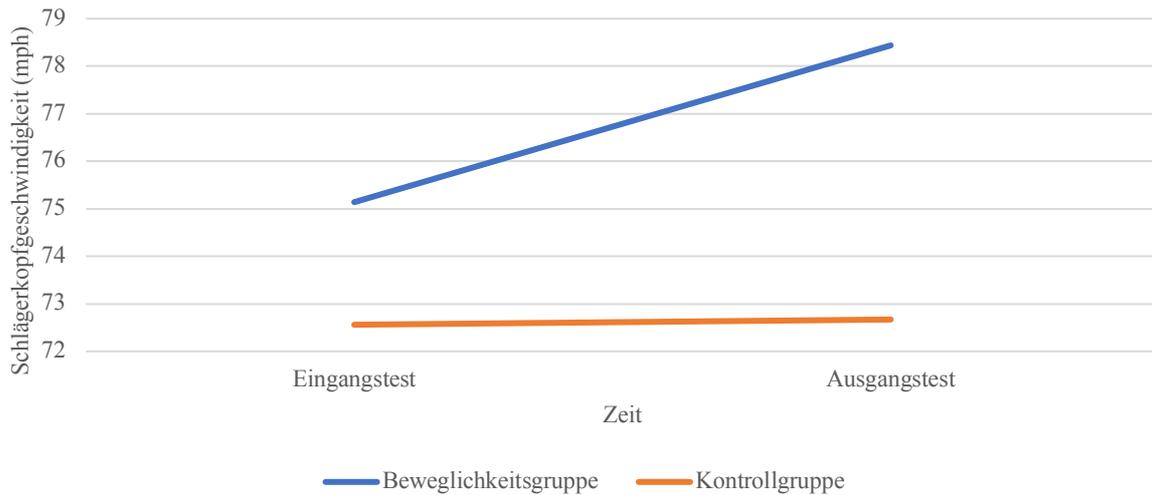


Abbildung 42: Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf zwischen der Beweglichkeitstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe.

Für die Prüfung der OH 8 wurde für die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) ein t-Test für paarige Stichproben durchgeführt. Dieser zeigt ein Ergebnis von $t(9)=4.66$, $p=0.001$, $d=1.48$. Somit ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten in der Beweglichkeitstrainingsgruppe signifikant, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Gemäß Tabelle 10 ist an den Mittelwerten zu sehen, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) der Beweglichkeitstrainingsgruppe nach dem Training höher war als vor dem Training.

Um weiterhin zu prüfen, ob sich die durch das Training hervorgerufene Veränderung der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) zwischen der Beweglichkeitstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe unterscheidet (OH 9), wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. Diese ergibt für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis von $F(1;18)=13.57$, $p=0.002$, $\eta^2=0.43$. Hieran zeigt sich eine signifikante Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) im Zeitverlauf. Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen starken Effekt handelt.

Der Zwischensubjektfaktor Gruppe zeigt ein Ergebnis von $F(1;18)=0.57$, $p=0.458$, $\eta^2=0.03$. Da dieser Test kein signifikantes Ergebnis liefert, liegt zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) vor.

Für die Interaktion von Zeit und Gruppe resultiert wiederum ein Ergebnis von $F(1;18)=11.87$, $p=0.003$, $\eta^2=0.40$. Somit unterscheidet sich die zeitliche Entwicklung der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) signifikant zwischen den beiden Gruppen, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Die signifikante Interaktion von Zeit und Gruppe ist in Anlehnung an Abbildung 42 so zu verstehen, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) in

der Beweglichkeitstrainingsgruppe signifikant stärker anstieg als in der Kontrollgruppe. Dies konnte mittels Kontrastanalyse bestätigt werden. An der Veränderungsdifferenz von $VD=3.19$ ist zu sehen, dass diese größer als null ist, d.h. dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe im Durchschnitt stärker verbesserte als die Kontrollgruppe.

8.7.2.2 Smash-Faktor

Nachfolgende Tabelle 11 enthält Mittelwerte und Standardabweichungen des Smash-Faktors getrennt nach Zeitpunkt und Gruppe sowie die Ergebnisse der Tests der Voraussetzungen. Während bei dem Levene-Test die Voraussetzungen erfüllt sind, ist beim Shapiro-Wilk-Test zu sehen, dass der p-Wert in einem Fall unter 0.05 liegt. Da die Varianzanalyse relativ robust hinsichtlich der Verletzung der Normalverteilungsannahme ist (Bortz & Schuster, 2010), wurden keine Gegenmaßnahmen getroffen. Weiterhin ist an den Mittelwerten zu erkennen, dass in der Kontrollgruppe der Smash-Faktor leicht sank, während er in der Beweglichkeitstrainingsgruppe nahezu gleich blieb. Dies ist graphisch in Abbildung 43 dargestellt.

Tabelle 11: Smash-Faktor im Prä- und Posttest: Vergleich der Beweglichkeitstrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Tests auf Normalverteilung und Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	p-Wert	
				Shapiro-Wilk-Test	Levene-Test
Smash-Faktor Prätest	Beweglichkeit	1.31	0.08	0.028	0.616
	Kontrolle	1.36	0.05	0.932	
Smash-Faktor Posttest	Beweglichkeit	1.31	0.08	0.243	0.082
	Kontrolle	1.35	0.04	0.618	

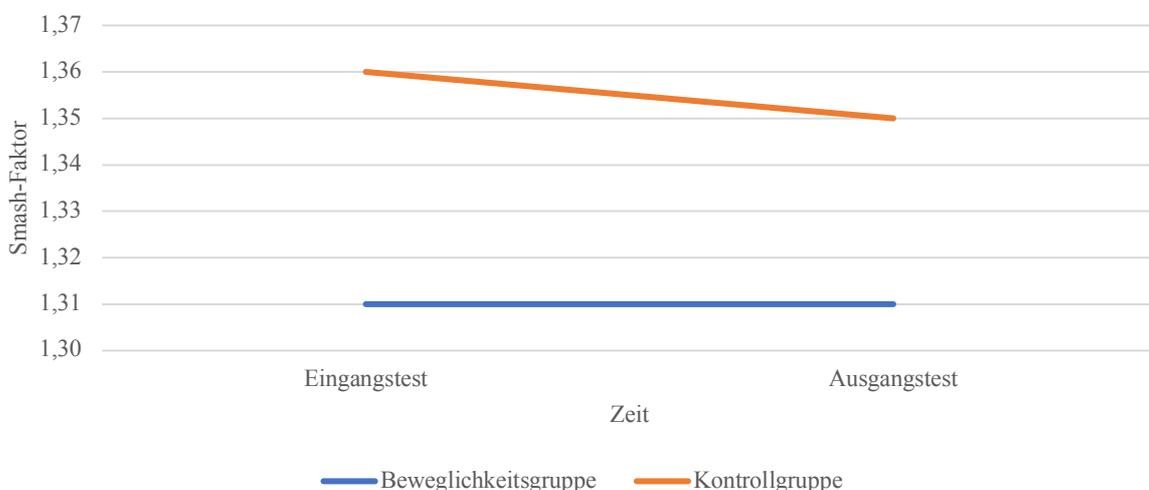


Abbildung 43: Veränderung des Smash-Faktors im Zeitverlauf zwischen der Beweglichkeitstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe.

Um weiterhin die OH 8 zu prüfen, ob sich bei der Beweglichkeitstrainingsgruppe auch der Smash-Faktor im Zeitverlauf verbesserte, wurde für diese Variable ein t-Test für paarige Stichproben durchgeführt. Dieser zeigt ein Ergebnis von $t(9)=-0.27$, $p=0.790$, $d=-0.09$. Somit ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten in der Beweglichkeitstrainingsgruppe nicht signifikant, wobei es sich um einen schwachen Effekt handelt. Gemäß Tabelle 11 ist an den Mittelwerten zu sehen, dass der Smash-Faktor der Beweglichkeitstrainingsgruppe nach dem Training den gleichen Wert aufwies wie vor dem Training.

Um zu prüfen, ob sich die durch das Training hervorgerufene Veränderung der Variable Smash-Faktor zwischen der Beweglichkeitstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe unterscheidet (OH 9), wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. Diese ergibt für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis von $F(1;18)=1.27$, $p=0.274$, $\eta^2=0.07$. Dem ist zu entnehmen, dass der Smash-Faktor keine signifikante Veränderung im Zeitverlauf aufweist. Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen mittleren Effekt handelt.

Der Zwischensubjektfaktor Gruppe liefert mit $F(1;18)=2.41$, $p=0.138$, $\eta^2=0.12$ kein signifikantes Ergebnis und einen mittleren Effekt. Somit liegt zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Smash-Faktor vor.

Dem Ergebnis von $F(1;18)=0.53$, $p=0.475$, $\eta^2=0.03$ für die Interaktion von Zeit und Gruppe ist zu entnehmen, dass sich die zeitliche Entwicklung der Variable Smash-Faktor nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen unterscheidet, wobei es sich um einen schwachen Effekt handelt. Mittels Kontrastanalyse konnte allerdings an der Veränderungsdifferenz von $VD=0.01$ gezeigt werden, dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe im Durchschnitt stärker verbesserte als die Kontrollgruppe. In Abbildung 43 ist hierzu sichtbar, dass der Smash-Faktor in der Kontrollgruppe abstieg und in der Beweglichkeitstrainingsgruppe unverändert blieb.

8.7.2.3 Flugweite des Balls

Die folgende Tabelle 12 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Variable Flugweite des Balls in Meter (m) getrennt nach Gruppen und Zeitpunkten sowie die Ergebnisse der Tests der Voraussetzungen. Anhand der p-Werte des Shapiro-Wilk-Tests und des Levene-Tests ist zu erkennen, dass alle Voraussetzungen erfüllt sind.

In Abbildung 44 ist ebenfalls der Durchschnitt der Flugweite des Balls (m) zu beiden Zeitpunkten graphisch abgebildet. Auch aus dieser Abbildung geht hervor, dass in der Beweglichkeitstrainingsgruppe die Flugweite des Balls (m) zwischen Prä- und Posttest zunahm, während diese in der Kontrollgruppe abnahm.

Tabelle 12: Flugweite des Balls im Prä- und Posttest: Vergleich der Beweglichkeitstrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Tests auf Normalverteilung und Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	p-Wert Shapiro-Wilk-Test	p-Wert Levene-Test
Flugweite des Balls (m) Prätest	Beweglichkeit	113.06	43.72	0.326	0.265
	Kontrolle	121.53	29.59	0.094	
Flugweite des Balls (m) Posttest	Beweglichkeit	124.97	35.90	0.220	0.559
	Kontrolle	117.88	31.07	0.163	

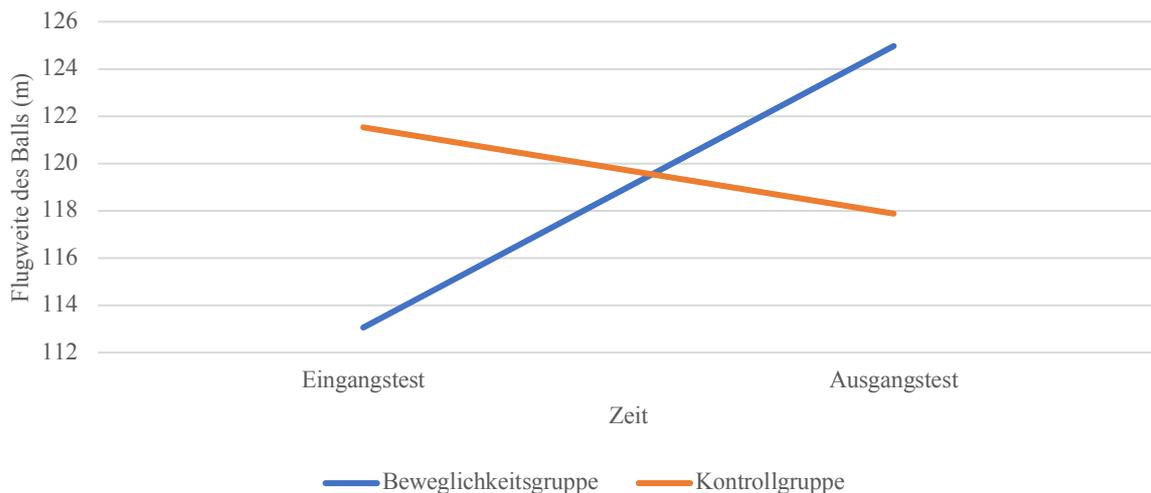


Abbildung 44: Veränderung der Flugweite des Balls im Zeitverlauf zwischen der Beweglichkeitstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe.

Um die Prüfung der OH 8 zu vervollständigen, wurde für die Flugweite des Balls (m) ein t-Test für paarige Stichproben durchgeführt. Dieser zeigt ein Ergebnis von $t(9)=2.73$, $p=0.023$, $d=0.86$. Somit ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten in der Beweglichkeitstrainingsgruppe signifikant, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Gemäß Tabelle 12 ist an den Mittelwerten zu sehen, dass die Flugweite des Balls (m) der Beweglichkeitstrainingsgruppe nach dem Training höher war als vor dem Training.

Um weiterhin zu prüfen, ob sich die durch das Training hervorgerufene Veränderung der Variable Flugweite des Balls (m) zwischen der Beweglichkeitstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe unterscheidet (OH 9), wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. Diese ergibt für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis von $F(1;18)=3.33$, $p=0.085$, $\eta^2=0.16$. Somit zeigt sich keine signifikante Veränderung der Flugweite des Balls (m) im Zeitverlauf. Am Wert des η^2 war zu erkennen, dass es sich um einen starken Effekt handelt.

Da $F(1;18)=0.00$, $p=0.965$, $\eta^2=0.00$ für den Zwischensubjektfaktor Gruppe kein signifikantes Ergebnis liefert, liegt zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Flugweite des Balls (m) vor.

Für die Interaktion von Zeit und Gruppe resultiert ein Ergebnis von $F(1;18)=11.83$, $p=0.003$, $\eta^2=0.40$. Somit unterscheidet sich die zeitliche Entwicklung der Variable Flugweite des Balls (m) signifikant zwischen den beiden Gruppen, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Die signifikante Interaktion von Zeit und Gruppe ist in Anlehnung an Abbildung 44 so zu verstehen, dass die Flugweite des Balls (m) in der Beweglichkeitstrainingsgruppe signifikant stärker anstieg als in der Kontrollgruppe, in der sie sich sogar verringerte. Mittels Kontrastanalyse konnte der signifikante Unterschied hinsichtlich der Variable Flugweite des Balls (m) zwischen den Gruppen bestätigt werden. An der durchschnittlichen Veränderungsdifferenz von $VD=15.56$ ist zu sehen, dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe im Durchschnitt stärker verbesserte als die Kontrollgruppe.

8.7.2.4 Zusammenfassung

Der t-Test innerhalb der Beweglichkeitstrainingsgruppe konnte zeigen, dass die Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und Flugweite des Balls (m) signifikant im Zeitverlauf anstiegen. Der Smash-Faktor hingegen konnte sich im Zeitverlauf nicht signifikant verbessern, sondern blieb gleich. Die OH 8, wonach *ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining im Zeitverlauf zu einer Erhöhung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und zu einer größeren Flugweite des Balls (m) führt, nicht aber zu einer Erhöhung des Smash-Faktors*, konnte somit bestätigt werden.

Weiterhin zeigte die Varianzanalyse hinsichtlich des Vergleichs der Beweglichkeitstrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe, dass sich die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und die Flugweite des Balls (m) zwischen den Gruppen im Zeitverlauf signifikant unterschieden. Zudem konnte dargestellt werden, dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe signifikant stärker verbesserte als die Kontrollgruppe. Der Smash-Faktor hingegen unterschied sich nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen. Die OH 9, wonach sich *die Beweglichkeitstrainingsgruppe im Zeitverlauf hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und der Flugweite des Balls (m) stärker verbessert als die Kontrollgruppe, aber nicht hinsichtlich des Smash-Faktors*, konnte somit ebenfalls bestätigt werden.

8.8 Diskussion der Ergebnisse

Im dritten Experiment sollte untersucht werden, welchen Einfluss ein zwölfwöchiges golfspezifisches Beweglichkeitstraining auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit in Meilen pro Stunde (mph), den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls in Meter (m) hat. Hierbei wurden die Leistungsunterschiede zunächst innerhalb der Beweglichkeitstrainingsgruppe mittels Messwiederholung anhand von dreizehn Präzisionsschwüngen durch einen Prä- und Posttest analysiert sowie im Anschluss ein Vergleich der Leistungsunterschiede zwischen der Beweglichkeitstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe, die kein Treatment erhielt, vorgenommen.

Da die aktuelle Literatur nur eine begrenzte Anzahl an wissenschaftlichen Studien hinsichtlich des Einflusses eines Beweglichkeitstrainings auf den Golfschwung aufweist (Kapitel 3.3.2), soll im Folgenden mit Bezug zu den Ergebnissen und vorab formulierten Erwartungen diskutiert werden, inwieweit ein zwölfwöchiges golfspezifisches Beweglichkeitstraining Einfluss auf die Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit, Smash-Faktor und Flugweite des Balls gehabt haben könnte. Die Vorgehensweise entspricht dabei jener aus Experiment 1 (Kapitel 6.8).

Zunächst ließ sich erwarten, dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe durch das golfspezifische Beweglichkeitstraining hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls verbessert. Eine Verbesserung des Smash-Faktors wurde nicht erwartet (E 3a).

Aus der Durchführung der t-Tests in der Beweglichkeitstrainingsgruppe ging hervor, dass ein zwölfwöchiges golfspezifisches Beweglichkeitstraining zu einem signifikanten Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls führt. Der Smash-Faktor hingegen konnte sich im Zeitverlauf nicht signifikant verbessern, sondern blieb gleich. Zusammenfassend kann daher gesagt werden, dass ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Flugweite des Balls verbessert, den Smash-Faktor jedoch nicht. Daher wurde die Erwartung 3a voll bestätigt.

Somit steht das Ergebnis im Einklang mit der Studie Jung et al. (2022), die mit ihrer Untersuchung ebenfalls eine Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls (Carry) nach einem Beweglichkeitstraining aufzeigen konnten.

Weiterhin wurde erwartet, *dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Beweglichkeitstraining in Bezug auf*

die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Flugweite des Balls verbessert, bzw. sich im Vergleich mit der Kontrollgruppe mehr verbessert; eine Verbesserung des Smash-Faktors für die Beweglichkeitstrainingsgruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe wurde nicht erwartet (E 3b).

Die Analyse zeigte, dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Beweglichkeitstraining in Bezug auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Flugweite des Balls im Zeitverlauf signifikant stärker verbesserte als die Kontrollgruppe, jedoch nicht signifikant in Bezug auf den Smash-Faktor.

Ferner deckt sich das Ergebnis der hiesigen Studie hinsichtlich der Variable Flugweite des Balls mit der Studie von Lee et al. (2015). Auch in dieser Studie unterschied sich die zeitliche Entwicklung der Variable Flugweite des Balls signifikant zwischen den beiden Gruppen. Dass ein dynamisches Beweglichkeitstraining unmittelbar vor dem Golfspiel mitunter die Schlägerkopfgeschwindigkeit signifikant verbessern kann, konnte insoweit auch die Studie von Moran et al. (2009) bestätigen, wenngleich diese Studie lediglich zeigte, dass dynamische Beweglichkeitsaspekte unmittelbar vor dem Golfspiel im Gegensatz zu einem nicht erfolgten dynamischen Beweglichkeitstraining vor dem Golfspiel die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Ballgeschwindigkeit jeweils signifikant verbessern können.

Um einen kausalen Zusammenhang zwischen dem absolvierten Beweglichkeitstraining und einer Verbesserung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte aufzeigen zu können, wurde weiterhin untersucht, ob bei der Beweglichkeitstrainingsgruppe auch eine Leistungsveränderung der Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben vor und nach dem Training zu beobachten war. Die ausnahmslos signifikante Verbesserung aller Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben im Zeitverlauf konnte die Erwartung 3c, wonach sich *eine mehrheitliche Verbesserung der untersuchten Leistungen betreffend Beweglichkeitsaufgaben bei der Beweglichkeitstrainingsgruppe* ergeben würde, bestätigen.

Dass Beweglichkeitsübungen Einfluss auf die Leistungsverbesserung des Golfschwungs haben können, geht auch aus der Studie von Jung et al. (2022) hervor. Dabei führen auch Jung et al. die Verbesserung der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte auf die im Laufe des Trainings erzielte verbesserte Oberkörpermobilität und den verbesserten X-Faktor zurück.

Aber was bedeuten nun diese mehrheitlich signifikanten Leistungsverbesserungen betreffend Beweglichkeitsaufgaben für die Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit, Smash-Faktor und Flugweite des Balls der hiesigen Studie?

Womöglich ergab sich in der Beweglichkeitstrainingsgruppe ein signifikanter Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf bzw. ein signifikant stärkerer Anstieg als in der Kontrollgruppe deshalb, da die durch das zwölfwöchige golfspezifische Beweglichkeitstraining hervorgerufene verbesserte Beweglichkeit dazu geführt haben könnte, dass der ausführende, gestreckte Arm im Rückschwung weiter auf einer konstanten Schwungebene bewegt werden konnte. Durch die maximale Schwingungsweite ist der Weg in der Ausholbewegung damit länger, sodass abstrakt mehr Schwunggeschwindigkeit und damit eine höhere Schlägerkopfgeschwindigkeit generiert werden konnte. Die Übungen Mobile shoulders, Mobile upper body, Half spinal twist und Triangle dürften für diese Bewegungsoptimierung einen wesentlichen Beitrag geleistet haben.

Ferner könnte auch die womöglich durch das Beweglichkeitstraining hervorgerufene verbesserte Rumpfflexibilität, v.a. die verbesserte axiale Rotation, dazu beigetragen haben, die Schwingungsweite und damit den ToB zu optimieren, wodurch weitere Geschwindigkeitszunahmen erreicht werden konnten.

Zudem dürfte das Beweglichkeitstraining muskulär bedingte Spannungsunterschiede gelöst haben, wodurch die Teilkörperbewegungen präziser aufeinander abgestimmt werden konnten. Auch die Kraftfähigkeit dürfte sich hierdurch verbessert haben. Denn durch eine verbesserte Beweglichkeit können mehr Muskelfasern rekrutiert werden (Hohmann et al., 2020), wodurch die Schwungbewegung explosiver ausgeführt worden sein könnte.

Dennoch soll angemerkt werden, dass eine verbesserte Beweglichkeit kein Garant für eine (alsbald) signifikante Verbesserung des Smash-Faktors im Zeitverlauf ist. Würde man also davon ausgehen, dass selbst bei einem größeren Stichprobenumfang ein nicht signifikantes Ergebnis erzielt werden würde, so könnte dies auf mehrere Gründe zurückzuführen sein.

Beispielsweise erscheint denkbar, dass der größere Bewegungsumfang – bewusst oder unbewusst – jedenfalls temporär zu einer zu weiten Ausholbewegungen führt. Eine entsprechende Kontrolle dieser verlängerten Schwingungsweite in der Abschwungbewegung und im Treffmoment könnte womöglich nur mit verbesserten muskulären Fähigkeiten zu erzielen sein, die bei einem reinen Beweglichkeitstraining ggf. nicht ausreichend trainiert werden.

In jedem Fall ist davon auszugehen, dass ein nicht unerheblich angepasster Schwung während eines Zeitraums von 12 Wochen womöglich bis zur Gewöhnung und Optimierung durchaus sogar schlechtere Treffpunkte mit sich bringt. Denn aufgrund des etwaig größeren Radius und des längeren Hebels kommt es zu einer Veränderung der Schwungbahn und folglich zu einer

Abweichung des ursprünglichen Eintreffwinkels auf den Ball. Daher gehört zu einer effektiven Ausführung des Golfschwungs (wohl) auch technikspezifisches, koordinatives Schwungtraining. Die Relevanz eines Koordinationstrainings für die Optimierung des Smash-Faktors kann weiterhin durch den signifikanten Anstieg des Smash-Faktors infolge eines zwölfwöchigen golfspezifischen Koordinationstrainings (Kapitel 7.7.2.2 und 9.7.2.2) bestätigt werden.

Eine Unbeständigkeit im Treffmoment durch Verfehlen des Sweet Spots und einer weniger effizienten Energieübertragung dürfte darüber hinaus auch auf einer Vielzahl an weiteren Faktoren basieren, wie etwa der Tagesform, der Regelmäßigkeit des Spielens, temporären körperlichen Einschränkungen, Stressfaktoren etc.

Hinsichtlich der Variable Flugweite des Balls ergab sich für die Beweglichkeitstrainingsgruppe ein signifikanter Anstieg im Zeitverlauf bzw. ein signifikant stärkerer Anstieg als in der Kontrollgruppe deshalb, da die Flugweite ein Produkt aus Schlägerkopfgeschwindigkeit und Smash-Faktor ist bzw. maßgeblich durch diese Variablen beeinflusst wird.

In Bezug auf die Kontrollgruppe wird angenommen, dass das ausgebliebene Training sowie die fehlende Spielroutine dazu führten, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf nur sehr geringfügig anstieg und sich der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls sogar binnen 12 Wochen verschlechterten.

Zusammenfassend dürften auch in dieser Studie die ausnahmslos signifikanten Ergebnisse der Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben darauf hindeuten, dass das zwölfwöchige golfspezifische Beweglichkeitstraining zu einer verbesserten Beweglichkeit und folglich zu einer Verbesserung des Golfschwungs – jedenfalls zu einer Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls – führt.

9 Experiment 4: Zum Einfluss eines golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstrainings als Kombinationstraining auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls

Das vierte Experiment soll den Einfluss golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstrainings als Kombinationstraining auf ausgewählte Schlägerkopf- und Ballmesswerte untersuchen. Hierfür wird vorab die inhaltliche Zielsetzung des Experiments formuliert, im Anschluss folgt die Darstellung der Probandenzusammensetzung. Sodann werden nach der Darstellung der Materialien und der methodischen Umsetzung des Experiments die Ergebnisse präsentiert. Das Kapitel schließt mit der Diskussion der Ergebnisse ab.

9.1 Zielsetzung von Experiment 4

Im vierten Experiment soll untersucht werden, welchen Einfluss ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeits- (K-K-B-) Training auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls im Golf hat. Die Leistungsveränderungen der Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstrainingsgruppe (nachfolgend auch Kombinationstrainingsgruppe) und einer Kontrollgruppe, die kein Treatment erhält, in Bezug auf die drei vorgenannten Messwerte, werden dabei mittels Messwiederholung anhand von dreizehn Präzisionsschwüngen im Rahmen eines Prä- und Posttests analysiert.

In Anlehnung an den in den Kapiteln 2.2.1, 2.2.3 und 2.2.4 dargestellten Kenntnisstand lässt sich in Bezug auf dieses Experiment zunächst erwarten, *dass sich die Kombinationstrainingsgruppe durch das golfspezifische Kombinationstraining hinsichtlich Schlägerkopfgeschwindigkeit, Smash-Faktor und Flugweite des Balls verbessert* (E 4a). Es wird somit zunächst davon ausgegangen, dass Probanden der Kombinationstrainingsgruppe durch ein golfspezifisches Kombinationstraining nach 12 Wochen eine erhöhte Schlägerkopfgeschwindigkeit generieren können. Denn durch das Training und die hieraus resultierenden körperlichen Anpassungen dürfte der Schläger bei größerem Hebel länger, schneller und ökonomischer geschwungen werden können und zugleich womöglich auf einer konstanten Schwungbahn gehalten werden können. Gleichzeitig wird es für wahrscheinlich gehalten, dass eine Optimierung des Treffpunktes nebst Eintreffwinkels bzw. im Allgemeinen des Wertes des Smash-Faktors erreicht werden kann.

Davon ausgehend, dass eine Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit und des Smash-Faktors erwartet wird, ist weiterhin von einer Verbesserung der Flugweite des Balls

auszugehen. Diese ist bekanntlich ein Produkt aus Schlägerkopfgeschwindigkeit und Smash-Faktor, wird insoweit maßgeblich durch diese beeinflusst. Damit ergibt sich aus einer Optimierung der Schlägerkopfgeschwindigkeit und einem höheren Wert des Smash-Faktors eine größere Flugweite des Balls.

Ferner wird geprüft, ob sich die Veränderungen der Schlägerkopf- und Ballvariablen zwischen der Kombinationstrainingsgruppe und einer Kontrollgruppe, die kein Treatment erhält, unterscheiden. Es lässt sich erwarten, *dass sich die Kombinationstrainingsgruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Kombinationstraining in Bezug auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls verbessert, bzw. sich im Vergleich mit der Kontrollgruppe mehr verbessert* (E 4b). Grund für die Annahme der Leistungsverbesserung der Kombinationstrainingsgruppe hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls ist der bei E 4a erwartet leistungsoptimierende Effekt des zwölfwöchigen golfspezifischen Kombinationstrainings. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass sich die Kontrollgruppe ohne ein Training hinsichtlich der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte nicht verbessert bzw. jedenfalls weniger verbessert als die Interventionsgruppe.

Um den Trainingseffekt des Kombinationstrainings nachzuweisen, soll zudem getestet werden, ob sich im zeitlichen Kontext einer Verbesserung von Schlägerkopf- und Ballmesswerten auch eine Veränderung der Leistung in den einzelnen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben der Probanden ergibt. So könnte ein inhaltlicher Zusammenhang zwischen dem absolvierten Kombinationstraining und einer Verbesserung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte verstärkt aufgezeigt werden. *Die trainingsbedingte Leistungsverbesserung der Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben der Kombinationstrainingsgruppe im Zeitverlauf* stellt daher eine weitere Erwartung an dieses Experiment dar (E 4c).

In Bezug auf den Einfluss eines Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining als Dreier-Kombinationstraining auf bestimmte Golfschwungvariablen gibt es eine eher begrenzte Anzahl an wissenschaftlichen Studien. Der Schwerpunkt der Studien lag in der Regel auf dem Einfluss von Krafttraining auf den Golfschwung oder dem eines Zweier-Kombinationstrainings, in welchem Kraftübungen eingebunden waren (Kapitel 3.1.2 und Kapitel 3.4). Mit diesem Experiment wird daher beabsichtigt, aussagekräftige Ergebnisse auch betreffend den Einfluss

eines golfspezifischen Dreier-Kombinationstrainings, bestehend aus Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsübungen mit Bezug auf bestimmte Golfschwungwerte zu erhalten.

9.2 Probanden

Am golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining als Kombinationstraining nahmen $n=10$ gesunde, motivierte Golfer verschiedenen Alters (52.6 ± 9.9 Jahre), unterschiedlichen Handicaps (19.5 ± 14.6 HCP) sowie unterschiedlichen Geschlechts (weiblich: $n=6$, männlich: $n=4$) teil.

Die diesem Experiment zugrunde gelegte Kontrollgruppe umfasste $n=10$ gesunde, motivierte Golfer verschiedenen Alters (39.9 ± 10.2 Jahre), unterschiedlichen Handicaps (20.2 ± 19.9 HCP) und unterschiedlicher Geschlechterverteilung (weiblich: $n=2$, männlich: $n=8$).

Angaben zu den Merkmalen und Ausfällen der an diesem Experiment teilnehmenden Probanden erfolgten bereits in den Kapiteln 5.2.1 und 5.2.2.

9.3 Material

Für dieses Experiment wurde zur Erfassung der Schlägerkopf- und Ballvariablen das Messgerät TrackMan 4 herangezogen. Als weitere Hilfsmittel dienten ein 7er Eisen und Golfbälle. Da der TrackMan, sowie die mit dieser Testung in Verbindung stehenden Hilfsmittel bereits in den Kapiteln 5.3 und 6.3 ausführlich beschrieben wurden, soll an dieser Stelle auf diese Kapitel verwiesen werden.

Für die Messung im Zusammenhang mit der trainingsbedingten Leistungsveränderung der Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben wurden je nach Aufgabe unterschiedliche Messgeräte und Hilfsmittel herangezogen. Wenngleich diese den vorangegangenen Experimenten in ihrer Gesamtheit entsprechen, sollen die Messgeräte und Hilfsmittel im Sinne der Transparenz kurz aufgeführt werden.

Für die Messung der Variablen betreffend Kraftaufgaben wurden, entsprechend dem ersten Experiment – in Abhängigkeit der Aufgabe – ein Zentimetermaß und eine Stoppuhr als Messgeräte benötigt. Zusätzlich dienten als Hilfsmittel je nach Aufgabe ein Rubber-Band, ein Springseil und ein Medizinball o.Ä. Gewicht (hierzu Kapitel 6.3).

Für die Messung der Variablen betreffend Koordinationsaufgaben wurde, entsprechend dem zweiten Experiment, eine Stoppuhr als Messgerät verwendet. Als Hilfsmittel dienten

Springseil, Balance-Board, Golfschläger (7er Eisen und Wedge), Plastiktees und Golfbälle (hierzu Kapitel 7.3).

Für die Messung der Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben wurde, entsprechend dem dritten Experiment, ein medizinisch genormtes Goniometer genutzt (hierzu Kapitel 8.3).

9.4 Experimentelles Design und Untersuchungsablauf

Um zu überprüfen, ob ein golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining als Kombinationstraining eine Leistungsveränderung bezüglich der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte hervorruft, wurde das als Langzeitstudie auf 12 Wochen angelegte Experiment hinsichtlich Planung und Durchführung in drei Teile gegliedert.

Im ersten Teil fand ein Prätest sowohl zur Erfassung der aktuellen Messwerte betreffend die Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben sowie zur Erfassung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte für Probanden der Kombinationstrainingsgruppe statt. Ausgelegt war der Prätest auf eine Dauer von ca. 3 Stunden pro Proband. Für Probanden der Kontrollgruppe – welche die K-K-B-Tests nicht absolvieren mussten – wurde abweichend hiervon lediglich ein Prätest zur Messung von Schlägerkopf- und Ballwerten mit einer Dauer von ca. 30 Minuten durchgeführt.

Der zweite Teil beinhaltete die Durchführung des golfspezifischen Kombinationstrainings. Das durch die Probanden selbst durchzuführende Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining war auf 12 Wochen angesetzt bei dreimaliger Trainingsdurchführung pro Woche.

Der dritte und letzte Teil des Experiments beinhaltete den Posttest, in welchem eine Messwiederholung durchgeführt wurde, d.h. sowohl die Messwerte betreffend K-K-B-Aufgaben als auch die Schlägerkopf- und Ballmesswerte wurden erneut erfasst. Dieser Test verlief analog zum Prätest und war auf eine Sitzung mit einer Gesamtdauer von ca. 3 Stunden für die Kombinationstrainingsgruppe ausgelegt. Für Probanden der Kontrollgruppe wurde nur ein Posttest betreffend Schlägerkopf- und Ballmesswerte durchgeführt. Dieser umfasste ca. 30 Minuten.

9.4.1 Prätests

Die Prätests zur Erfassung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls mittels TrackMan wurden bereits im Kapitel 5.4.1 erläutert. Da auch die Prätests zur Erfassung der Messwerte der K-K-B-Aufgaben in den vorangegangenen Kapiteln

6.4.1, 7.4.1 und 8.4.1 bereits ausführlich beschrieben wurden, soll an dieser Stelle nur kurz auf den Ablauf eingegangen werden.

Um eine Veränderung der Messwerte bezüglich Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben nach zwölfwöchigem Training zu ermitteln, mussten die Probanden der Kombinationstrainingsgruppe im Prätest zunächst einen Satz der Übungen durchführen, die ihnen mitunter als Trainingsaufgaben über die Dauer der kommenden 12 Wochen an die Hand gegeben wurden. Gemessen wurden dabei entsprechend der jeweiligen Kraft- und Koordinationsaufgabe die Anzahl an Wiederholungen, der Score, die Zeit in Sekunden und die Weite in cm. Bei der Erfassung der Beweglichkeitsmesswerte wurde anhand ausgewählter gelenkspezifischer Untersuchungen die Beweglichkeit in Grad (°) gemessen. Die Testung erfolgte dabei nach individuellem Aufwärmen der Probanden mittels der zur Verfügung gestellten Materialien, wobei der konkrete Bewegungsablauf den Probanden unmittelbar vor jeder Aufgabe von der Studiendurchführenden demonstriert wurde. Zudem wurden eventuelle Fragen seitens der Probanden vorab geklärt, sodass sichergestellt werden konnte, dass die Bewegungsaufgabe verstanden wurde. Die Probanden wurden dazu angehalten, die Aufgaben – sofern möglich – bestmöglich zu absolvieren. Damit sie sich mit der Bewegungsaufgabe vertraut machen konnten, durften sie vor dem eigentlichen Wertungsdurchgang zudem ein paar Wiederholungen tätigen bis sie mit der ordnungsgemäßen Ausführung vertraut waren.

Begonnen wurde dabei mit der Erfassung und Dokumentation der Messwerte der Kraftaufgaben durch die Studiendurchführende, wobei der Ablauf dem der Krafttrainingsgruppe glich, sodass an dieser Stelle auf das Kapitel 6.4.1 verwiesen werden soll.

Im direkten Anschluss erfolgte die Erfassung und Dokumentation der Messwerte betreffend Koordinationsaufgaben durch die Studiendurchführende. Diese entsprach der Vorgehensweise des Kapitels 7.4.1.

Zuletzt nahm die Studiendurchführende die Messwerte betreffend Beweglichkeitsaufgaben gemäß Kapitel 8.4.1 ab, welche ebenfalls im direkten Anschluss dokumentiert wurden.

9.4.2 Zwölfwöchiges golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining

Unmittelbar nach der Erfassung des aktuellen Trainingszustands begann das golfspezifische Kombinationstraining der Probanden mit dem Ziel, mittels golfspezifischer Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsübungen eine diesbezügliche Leistungssteigerung und hierauf aufbauend eine Optimierung der untersuchten Schlägerkopf- und Ballmesswerte des Golfschwungs zu erreichen.

Da das zwölfwöchige golfspezifische Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining eine Kombination aus den Inhalten der bereits vorab beschriebenen Experimente war und in diesem Zusammenhang sowohl die Trainingsschwerpunkte, der Trainingsablauf als auch die einzelnen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsübungen identisch waren, wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die Kapitel 6.4.2, 7.4.2 und 8.4.2 verwiesen. Um dennoch eine Übersicht über die zu absolvierenden Übungen zu geben, werden diese im Folgenden kurz aufgeführt.

Die Probanden sollten gemäß Kapitel 6.4.2.2 die Kraftübungen Rope Skipping, Fit arms and shoulders, Side plank pose with rotation, Bridge with leg lifting, Burpees, Fit trunk, Fit abdominis and legs, Fast arms, Jump und Trunk rotation in jeweils drei Sätzen durchführen. Hierbei wurde, abhängig von der Übung, die Anzahl der Wiederholungen, die maximale Sprungweite in cm und die Haltezeit in Sekunden dokumentiert.

Entsprechend Kapitel 7.4.2.2 wurden die Probanden auch angewiesen, die Koordinationsübungen Side jumps, Dancer pose, Balance hit, Catch the ball I, One by one, One leg swing, Catch the ball II, Danteln, Rhythm hit und Highheel chip in jeweils drei Sätzen zu absolvieren. Hierbei wurde, abhängig von der Übung, die Anzahl der Wiederholungen, der Score und die Zeit in Sekunden dokumentiert.

Entsprechend Kapitel 8.4.2.2 sollten die Probanden nach der Aufwärmübung Sun Salutation zudem die Beweglichkeitsübungen Mobile neck, Mobile shoulder, Mobile upper body, Forward bend, Cobra, Half spinal twist, Mobile hips, Triangle, Modified child's pose und Mobile legs durchführen. Bei den Beweglichkeitsübungen wurde die Haltezeit in Sekunden vermerkt.

Die Gesamtdauer des Kombinationstrainings betrug ca. 3 Stunden pro Trainingseinheit.

9.4.3 Posttests

Nach 12 Wochen mussten die Probanden wiederum einen Posttest betreffend Schlägerkopf- und Ballmesswerte sowie Messwerte betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben absolvieren, wobei die Probanden der Kombinationstrainingsgruppe beide Messungen durchführten. Bei der Kontrollgruppe erfolgte lediglich die Messung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte. Die Abläufe und Messwerterfassungen entsprachen denen des Prätests (Kapitel 9.4.1), wobei Erläuterungen bzw. Demonstrationen durch die Studiendurchführende weitestgehend entfielen. Abweichend hiervon mussten aufgrund der vorangeschrittenen Coronapandemie drei Kraft- und Koordinations-Posttests im Wege der Videoübertragung erfolgen. Die Abläufe und Messwerterfassungen entsprachen dabei denen des jeweiligen Prätests bzw. denen der anderen Posttests vor Ort.

Da ein Proband über Schmerzen im Achillesfersenbereich klagte, konnte dieser die Aufgaben Jump, Rope Skipping und Side Jumps im Posttest nicht ausführen, wodurch bei ihm kein Vergleich mehr für diese Aufgaben gegeben war. Dies wurde bei den betroffenen Kraft- und Koordinationsaufgaben in der statistischen Auswertung (hierzu Kapitel 9.7.1.1 und Kapitel 9.7.1.2) mit der entsprechenden Teilnehmerzahl berücksichtigt. Auch war es einem Probanden der Kombinationstrainingsgruppe nicht möglich, den Koordinationstest vor Ort oder via Live-Video zu absolvieren, wodurch seine gesamten Koordinationswerte ebenfalls nicht erfasst werden konnten. Zudem hatte dieser sein Koordinations-Trainingsverlaufsprotokoll nicht abgegeben. Ob das Koordinationstraining regelmäßig erfolgte, ist fraglich. Daher wurden alle Koordinationsaufgaben der Kombinationstrainingsgruppe in der Ergebnisauswertung auf n=9 Teilnehmer reduziert. Zudem musste die Aufgabe Side Jumps aufgrund des o.g. verletzungsbedingten Ausfalls mit n=8 Probanden in der statistischen Auswertung (Kapitel 9.7.1.2) berücksichtigt werden.

9.5 Abhängige und unabhängige Variablen

Um zu überprüfen, ob Probanden der Kombinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe Leistungsunterschiede in bestimmten Schlägerkopf- und Ballmesswerte aufzeigen, je nachdem ob sie vorab ein zwölfwöchiges golfspezifisches K-K-B-Training absolvieren oder nicht, sollen neben den im Kapitel 5.3.1 dargestellten Schlägerkopf- und Ballvariablen noch weitere Variablen herangezogen werden.

Um zu überprüfen, ob sich die Messwerte betreffend Kraftaufgaben innerhalb der Kombinationstrainingsgruppe durch das zwölfwöchige Krafttraining veränderten, wurden – wie im ersten Experiment – die Anzahl an Wiederholungen (betrifft die Aufgaben Rope Skipping, Fit arms and shoulders, Side plank pose with rotation, Burpees, Fit trunk, Fit abdominis and legs, Fast arms und Trunk rotation), die Haltezeit in Sekunden (betrifft die Aufgabe Bridge with leg lifting) und die Sprungweite in cm (betrifft die Aufgabe Jump) als abhängige Variablen herangezogen. Die unabhängige Variable bzw. der Faktor, der dabei analysiert wurde, stellte der Messzeitpunkt dar.

Für die Prüfung der Leistungsveränderung der Variablen betreffend Koordinationsaufgaben innerhalb der Kombinationstrainingsgruppe wurden – analog zum zweiten Experiment – die Anzahl der Wiederholungen (betrifft die Aufgaben Side Jumps, One by one und One leg swing), die Haltezeit in Sekunden (betrifft die Aufgabe Dancer Pose) und der Score (betrifft die Aufgaben Balance hit, Catch the ball I & II, Danteln, Rhythm hit und Highheel chip) als

abhängige Variablen herangezogen. Auch hier stellte die unabhängige Variable der Messzeitpunkt dar.

Um zu testen, ob sich die Messwerte betreffend Beweglichkeitsaufgaben innerhalb der Kombinationstrainingsgruppe im Zeitverlauf verändert haben, wurden – analog zum dritten Experiment – mittels Winkelmessmethode der Grad (°) der HWS-Rotation rechts/links, Schulterflexion rechts/links, BWS-, LWS-Rotation rechts/links, Innenrotation Hüfte rechts/links und die Außenrotation Hüfte rechts/links als abhängige Variablen herangezogen. Der Messzeitpunkt war auch hier die unabhängige Variable bzw. der Faktor.

Folglich konnte anhand der Unterschiede der durchschnittlichen Variablen zwischen Prä- und Posttest festgestellt werden, ob sich durch das zwölfwöchige Training eine Leistungsverbesserung ergab. Umso besser die Variablen im Zeitverlauf, desto effektiver war der Trainingsreiz.

9.6 Operationale Hypothesen

Zunächst wurde eine operationale Hypothese (OH) zur Kombinationstrainingsgruppe hinsichtlich der gewählten abhängigen Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben aufgestellt:

- OH 10:

Die Kombinationstrainingsgruppe erreicht im Zeitverlauf eine mehrheitliche Steigerung der Leistung bezüglich der Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben (Wdh., Sek., cm, Score, Grad).

Um sodann den Einfluss des Kombinationstrainings auf die abhängigen Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) und den Unterschied hinsichtlich dieser Variablen zwischen Kombinationstrainingsgruppe und Kontrollgruppe im Zeitverlauf aufzeigen zu können, wurden zwei weitere operationale Hypothesen formuliert:

- OH 11:

Ein golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining als Kombinationstraining führt im Zeitverlauf zu einer Erhöhung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), des Smash-Faktors und zu einer größeren Flugweite des Balls (m).

- OH 12:

Die Kombinationstrainingsgruppe wird sich im Zeitverlauf hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) stärker verbessern als die Kontrollgruppe.

9.7 Ergebnisse

Für die statistische Auswertung der Daten der Kombinationstrainingsgruppe wurden die bereits im Kapitel 5.6 dargestellten statistischen Verfahren angewendet.

9.7.1 Veränderung der Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben (Prüfung der OH 10)

In den nachfolgenden Kapiteln 9.7.1.1, 9.7.1.2 und 9.7.1.3 wird zunächst die Leistungsentwicklung der Kombinationstrainingsgruppe betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben dargestellt.

9.7.1.1 Veränderung der Variablen betreffend Kraftaufgaben

Um etwaige infolge des zwölfwöchigen Kombinationstrainings hervorgerufenen Leistungsunterschiede betreffend die einzelnen Kraftaufgaben zwischen Prä- und Posttest zu prüfen, wurde für die Kombinationstrainingsgruppe ein t-Test für Stichproben mit paarigen Werten durchgeführt. Nachfolgend wurde untersucht, ob sich die Variablen Rope Skipping (Wdh.), Fit arms and shoulders (Wdh.), Side plank pose (Wdh.), Bridge (Sek.), Burpees (Wdh.), Fit trunk (Wdh.), Fit abdominis and legs (Wdh.), Fast arms (Wdh.), Jump (cm) und Trunk rotation (Wdh.) zwischen den beiden Messzeitpunkten unterscheiden. Hierzu wird in Tabelle 13 für jede untersuchte Variable der Mittelwert sowie die Standardabweichung getrennt für beide Zeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die p-Werte des Shapiro-Wilk-Tests. In drei Fällen konnte der Shapiro-Wilk-Test nicht berechnet werden, da die vorgegebene Anzahl an Wiederholungen von allen Probanden erreicht wurde. In weiteren drei Fällen liegt der p-Wert unter 0.05, sodass die Normalverteilungsannahme nicht gegeben ist. In diesen Fällen wurde der Vergleich anstatt des t-Tests mittels des Wilcoxon-Tests vorgenommen.

In der Tabelle ist zu sehen, dass neun der untersuchten Variablen im Zeitverlauf anstiegen und eine Variable im Zeitverlauf gleichblieb. Dies geht auch aus Abbildung 45 hervor.

Tabelle 13: Leistungsentwicklung der Kombinationstrainingsgruppe in Bezug auf Kraft: Prä- und Posttest-Vergleich anhand der Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD) und Tests auf Normalverteilung.

Variable	Prätest	Prätest p-Wert	Posttest	Posttest p-Wert
	M und SD	Shapiro-Wilk-Test	M und SD	Shapiro-Wilk-Test
Rope Skipping (Wdh.)	94.56 (35.47)	0.288	121.22 (36.98)	0.881
Fit arms and shoulders (Wdh.)	62.00 (35.00)	0.087	92.00 (45.67)	0.038
Side plank pose (Wdh.)	30.00 (13.31)	0.171	52.40 (17.97)	0.740
Bridge (Sek.)	120.50 (56.36)	0.845	147.30 (65.02)	0.719
Burpees (Wdh.)	12.20 (8.47)	0.092	16.60 (9.92)	0.073
Fit trunk (Wdh.)	37.70 (15.90)	0.356	57.00 (23.62)	0.789
Fit abdominis and legs (Wdh.)	33.30 (19.82)	0.196	62.80 (34.60)	0.063
Fast arms (Wdh.)	29.40 (1.90)	<0.001	30.00 (0.00)	
Jump (cm)	132.89 (30.03)	0.012	146.78 (31.82)	0.205
Trunk rotation (Wdh.)	15.00 (0.00)		15.00 (0.00)	

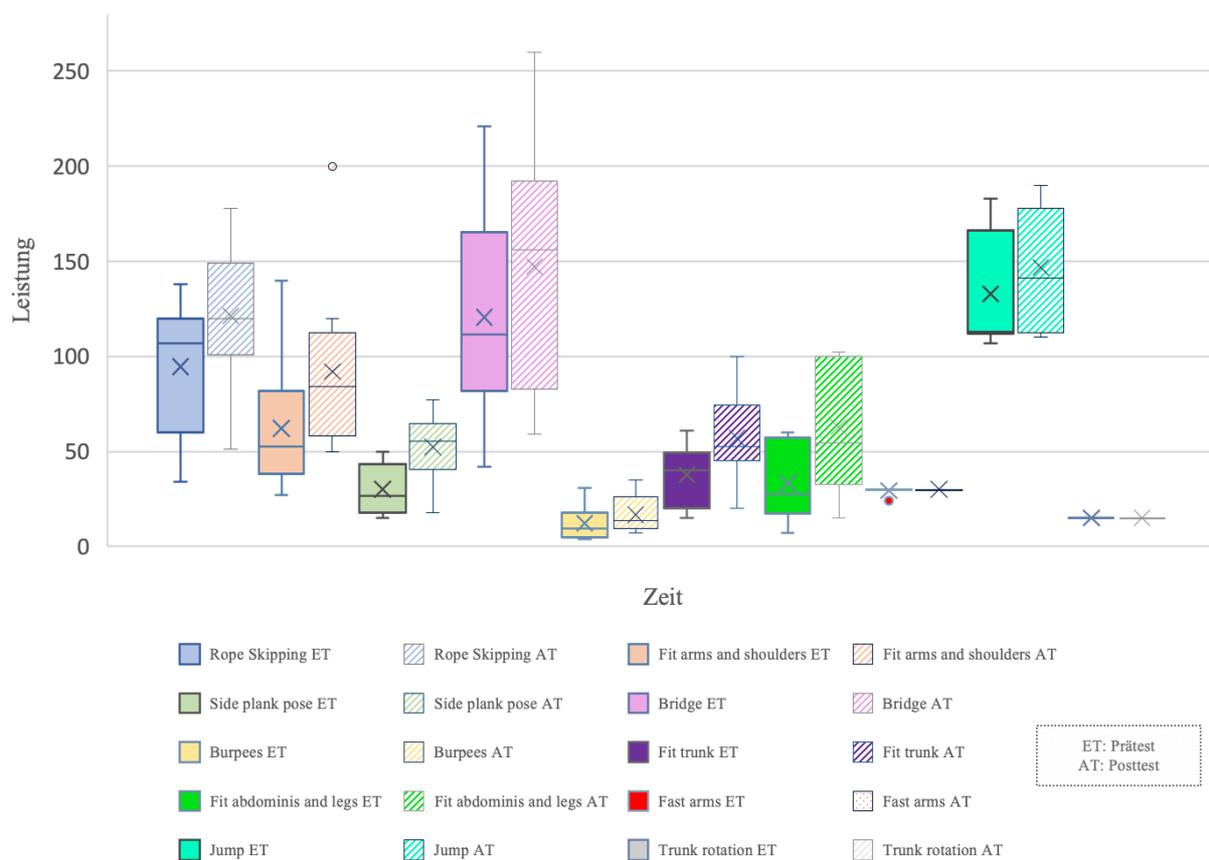


Abbildung 45: Leistungsentwicklung der Kombinationstrainingsgruppe in Bezug auf Kraft. Box-Plots repräsentieren in Abhängigkeit des Tests die durchschnittliche Anzahl an Wiederholungen, die durchschnittliche Belastungsdauer (Sek.) und die durchschnittliche Sprungweite (cm) vor und nach dem zwölfwöchigen Training.

Um zu testen, ob die in Tabelle 13 dargestellten Unterschiede zwischen Prä- und Posttest-Zeitpunkt statistisch signifikant sind, wurde für jede der untersuchten Variablen ein t-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt.

Der t-Test für die Variable Rope Skipping zeigt ein Ergebnis von $t(8)=3.89$, $p=0.005$, $d=1.30$, d.h. dass sich die durchschnittlichen Wiederholungen zwischen der Messung vor dem Training und der Messung nach dem Training signifikant erhöhten, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Ebenfalls einen starken Effekt zeigen die Ergebnisse der Variablen Fit arms and shoulders mit $z=2.55$, $p=0.011$, $d=1.20$, Side plank pose mit $t(9)=5.35$, $p<0.001$, $d=1.69$, Burpees mit $t(9)=4.30$, $p=0.002$, $d=1.36$, Fit trunk mit $t(9)=4.72$, $p=0.001$, $d=1.49$ und Fit abdominis and legs mit $t(9)=4.46$, $p=0.002$, $d=1.41$. Auch bei diesen Aufgaben erhöhte sich die Differenz der durchschnittlichen Wiederholungen signifikant. Die Variable Bridge zeigt ein Ergebnis von $t(9)=2.77$, $p=0.022$, $d=0.88$. Im Rahmen dieser Aufgabe erhöhte sich die durchschnittliche Belastungsdauer in Sekunden im Zeitverlauf signifikant. Der Effekt ist stark. Dass sich die durchschnittlichen Sprungweiten bei der Aufgabe Jump im Mittel signifikant erhöht haben, zeigt das Ergebnis $z(8)=2.20$ $p=0.028$, $d=0.75$. Es liegt ein mittlerer Effekt vor. Einen schwachen Effekt weist die Variable Fast arms bei einem Ergebnis von $z=1.00$ $p=0.317$, $d=0.32$ auf. Hier haben sich die durchschnittlichen Wiederholungen zwischen Prä- und Posttest nicht signifikant erhöht. Wenngleich es sich hierbei um kein signifikantes Ergebnis handelt, kann dennoch gemäß Tabelle 13 und Abbildung 45 ein Anstieg der Messwerte im Zeitverlauf nachgewiesen werden. Der Signifikanztest für die Variable Trunk rotation konnte nicht berechnet werden, da der Standardfehler der Differenz gleich 0 ist. Dies liegt daran, dass alle Probanden im Prä- und Posttest die maximale Anzahl an Wiederholungen erzielen konnten.

9.7.1.2 Veränderung der Variablen betreffend Koordinationsaufgaben

Nachfolgend wurde untersucht, ob sich die Variablen Side jumps (Wdh.), Dancer Pose (Sek.), Balance hit (Score), Catch the ball I und II (Score), One by one (Wdh.), One leg swing (Wdh.), Danteln (Score), Rhythm hit (Score) und Highheel chip (Score) zwischen den beiden Messzeitpunkten unterscheiden. Hierzu wird in Tabelle 14 für jede untersuchte Variable jeweils der Mittelwert sowie die Standardabweichung getrennt für beide Zeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die p-Werte des Shapiro-Wilk-Tests. In acht Fällen liegt der p-Wert unter 0.05, sodass die Normverteilungsannahme nicht gegeben ist. Folglich wurde anstatt des t-Tests ein Wilcoxon-Test vorgenommen. In Tabelle 14 und Abbildung 46 ist zu sehen, dass jede der zehn untersuchten Variablen im Zeitverlauf anstieg.

Tabelle 14: Leistungsentwicklung der Kombinationstrainingsgruppe in Bezug auf Koordination: Prä- und Posttest-Vergleich anhand der Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD) und Tests auf Normalverteilung.

Variable	Prätest M und SD	Prätest p-Wert Shapiro-Wilk-Test	Posttest M und SD	Posttest p-Wert Shapiro-Wilk-Test
Side jumps (Wdh.)	132.75 (18.36)	0.562	149.5 (28.22)	0.784
Dancer Pose (Sek.)	74.22 (43.83)	0.591	112.00 (60.25)	0.071
Balance hit (Score)	3.11 (1.90)	0.026	5.89 (2.89)	0.854
Catch the ball I (Score)	5.11 (3.33)	0.024	11.00 (6.89)	0.080
One by one (Wdh.)	14.11 (1.83)	<0.001	14.44 (1.67)	<0.001
One leg swing (Wdh.)	10.11 (4.14)	0.344	11.67 (3.81)	0.062
Catch the ball II (Score)	4.67 (2.29)	0.233	10.22 (5.76)	0.310
Danteln (Score)	1.78 (1.30)	<0.001	5.89 (3.76)	0.503
Rhythm hit (Score)	4.44 (1.01)	<0.001	4.89 (0.33)	<0.001
Highheel chip (Score)	1.33 (0.87)	0.132	3.11 (1.62)	0.026

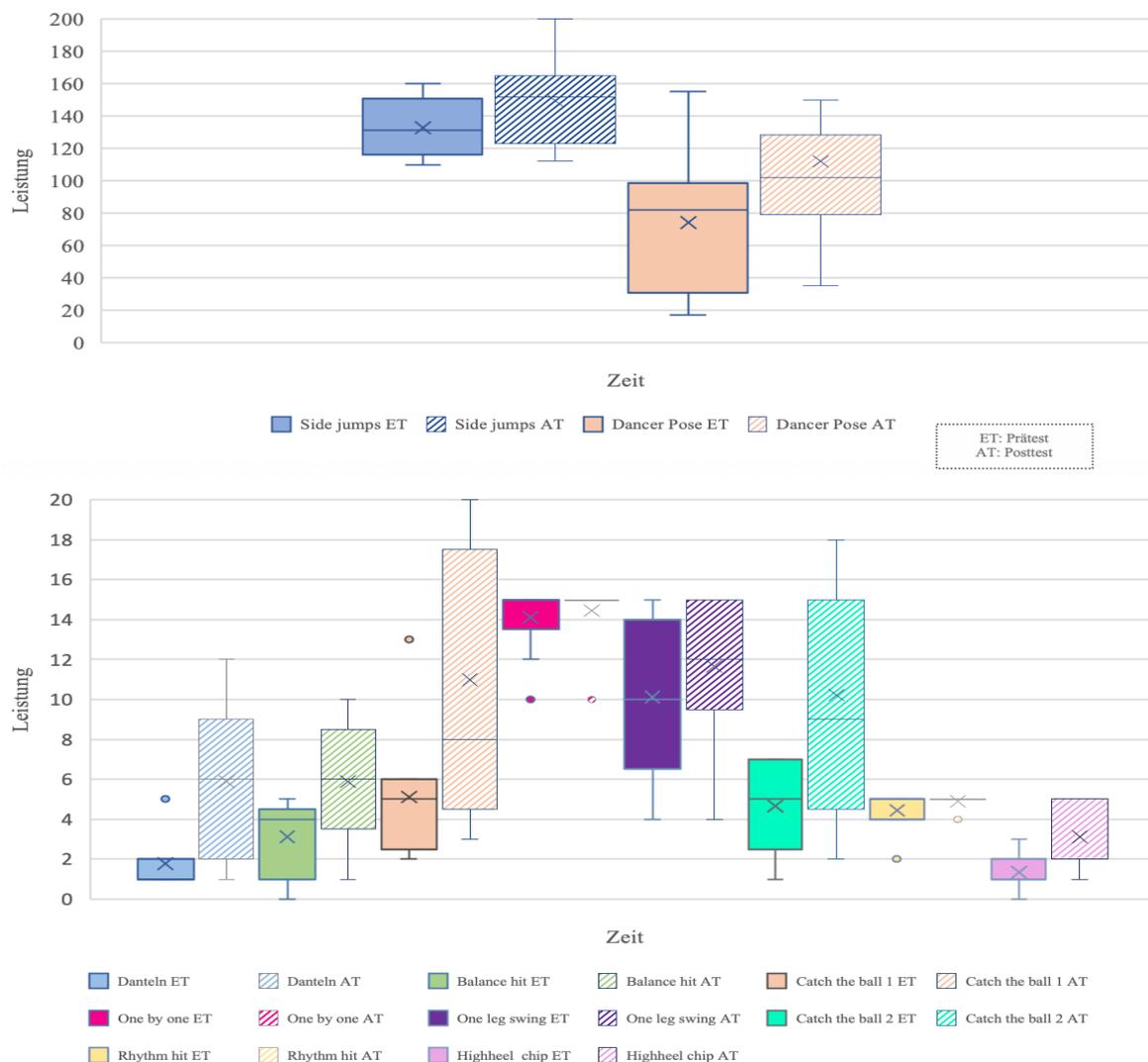


Abbildung 46: Leistungsentwicklung der Kombinationstrainingsgruppe in Bezug auf Koordination. Box-Plots repräsentieren in Abhängigkeit des Tests die durchschnittliche Anzahl an Wiederholungen, die durchschnittliche Zeit (Sek.) und den durchschnittlichen Score vor und nach dem zwölfwöchigen Training.

Um zu testen, ob die in Tabelle 14 aufgeführten Unterschiede zwischen Prä- und Posttest-Zeitpunkt statistisch signifikant sind, wurde für jede der untersuchten Variablen ein t-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt.

Der t-Test für die Variable Side jumps zeigt ein Ergebnis von $t(7)=2.21$, $p=0.063$, $d=0.78$, d.h. dass sich die durchschnittlichen Wiederholungen zwischen der Messung vor dem Training und der Messung nach dem Training nicht signifikant erhöht haben, wobei es sich um einen mittleren Effekt handelt. Dass sich die Werte zwischen den beiden Messzeitpunkten dennoch verbesserten, veranschaulicht die Tabelle 14 und die Abbildung 46. Die Variable Dancer Pose ergibt im t-Test ein Ergebnis $t(8)=4.01$, $p=0.004$, $d=1.34$. Dies zeigt, dass sich die durchschnittliche Haltezeit in Sekunden im Zeitverlauf signifikant erhöhte, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Gleicher Effekt ist festzustellen bei der Variable Balance hit. Hier resultiert ein Ergebnis von $z=2.37$, $p=0.018$, $d=1.12$. Demnach erhöhte sich der durchschnittliche Score zwischen dem ersten und dem zweiten Messzeitpunkt signifikant. Ebenfalls eine signifikante Erhöhung des durchschnittlichen Scores und einen starken Effekt ergaben die Tests der Variablen Catch the ball I mit einem Ergebnis von $z=2.18$, $p=0.030$, $d=0.91$, Catch the ball II mit einem Ergebnis von $t(8)=3.75$, $p=0.006$, $d=1.25$, Danteln mit $z=2.53$, $p=0.012$, $d=1.44$ und Highheel chip mit $z=2.41$, $p=0.016$, $d=1.00$. Auch die Differenz der durchschnittlichen Wiederholungen für die Variable One leg swing liefert ein signifikantes Ergebnis und einen starken Effekt, da $t(8)=2.49$, $p=0.038$, $d=0.83$. Der Test für die Variable One by one ergibt kein signifikantes Ergebnis hinsichtlich der durchschnittlichen Wiederholungen zwischen dem Prä- und Posttest, da $z=1.00$, $p=0.317$, $d=0.33$. Der Effekt ist schwach. Auch eine schwache Effektstärke zeigt die Variable Rhythm hit mit einem Ergebnis von $t(8)=1.32$, $p=0.225$, $d=0.44$. Somit weist auch diese Variable kein signifikantes Ergebnis bezüglich des durchschnittlichen Scores auf. Dass sich dennoch bei den zwei letztgenannten Variablen ein kleiner Anstieg der Werte verzeichnen ließ, veranschaulicht die Tabelle 14.

9.7.1.3 Veränderung der Variablen betreffend Beweglichkeitsaufgaben

Nachfolgend wurde untersucht, ob sich die Variablen HWS-Rotation rechts ($^{\circ}$) und links ($^{\circ}$), horizontale Schulterflexion rechts ($^{\circ}$) und links ($^{\circ}$), BWS-, LWS-Rotation rechts ($^{\circ}$) und links ($^{\circ}$) sowie die Variablen der inneren und äußeren Hüftrotation rechts ($^{\circ}$) und links ($^{\circ}$) zwischen den beiden Messzeitpunkten unterscheiden. Hierzu sind in der Tabelle 15 für jede untersuchte Variable der Mittelwert sowie die Standardabweichung getrennt für beide Zeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die p-Werte des Shapiro-Wilk-Tests. In drei Fällen

liegt die Effektstärke unter 0.05, sodass die Normverteilungsannahme nicht gegeben ist. Folglich wurde auch hier anstatt des t-Tests ein Wilcoxon-Test vorgenommen.

Gemäß Tabelle 15 ist jede der zehn untersuchten Variablen im Zeitverlauf angestiegen, was auf eine Verbesserung der Beweglichkeit hindeutet. Auch aus Abbildung 47 geht hervor, dass jede der untersuchten Variablen vom Prä- zum Posttest im Durchschnitt anstieg.

Tabelle 15: Leistungsentwicklung der Kombinationstrainingsgruppe in Bezug auf Beweglichkeit: Prä- und Posttest-Vergleich anhand der Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD) und Tests auf Normalverteilung.

Variable	Prätest	Prätest p-Wert	Posttest	Posttest p-Wert
	M und SD	Shapiro-Wilk-Test	M und SD	Shapiro-Wilk-Test
HWS-Rotation rechts (°)	67.60 (8.86)	0.379	74.60 (7.09)	0.198
HWS-Rotation links (°)	66.60 (8.95)	0.965	74.20 (6.25)	0.156
Schulterflexion rechts (°)	146.60 (14.03)	0.161	155.80 (10.92)	0.448
Schulterflexion links (°)	153.80 (8.90)	0.581	163.20 (8.66)	0.908
BWS-,LWS-Rotation rechts (°)	35.80 (5.59)	0.334	41.70 (5.72)	0.271
BWS-,LWS-Rotation links (°)	35.50 (5.76)	0.002	42.80 (5.87)	0.209
IRO Hüfte rechts (°)	36.40 (8.28)	0.010	40.00 (7.85)	0.018
ARO Hüfte rechts (°)	30.80 (9.05)	0.282	35.30 (10.89)	0.489
IRO Hüfte links (°)	36.40 (6.98)	0.148	39.80 (7.36)	0.139
ARO Hüfte links (°)	33.50 (9.12)	0.384	37.90 (8.75)	0.563

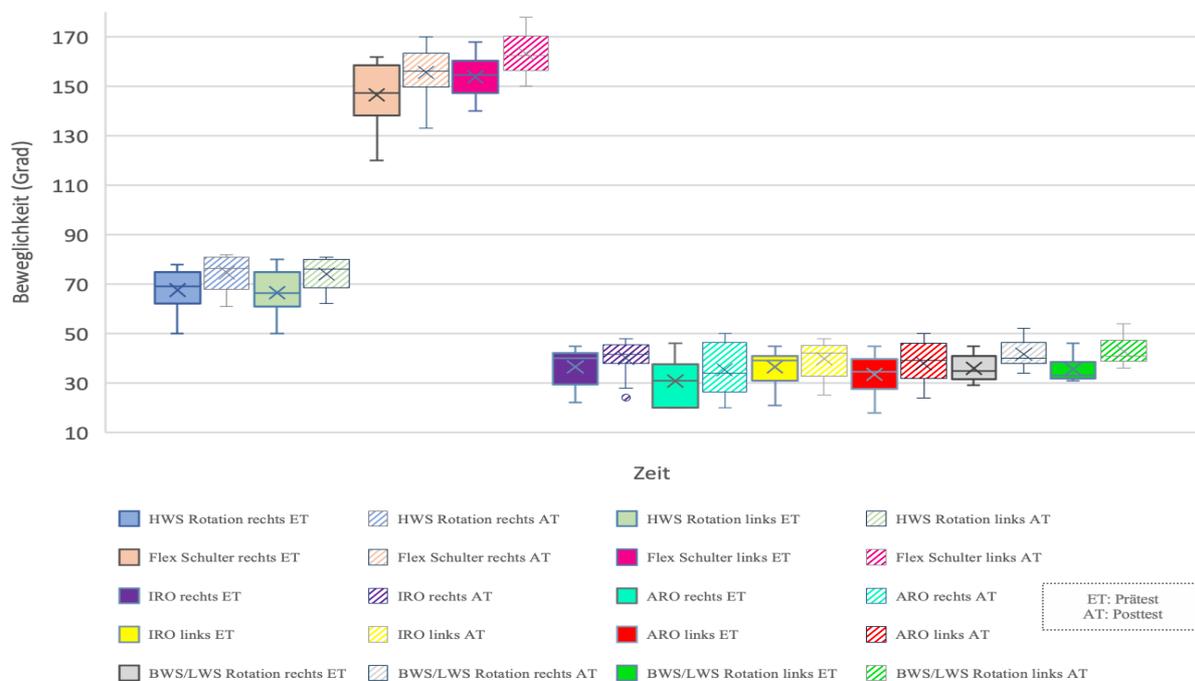


Abbildung 47: Beweglichkeitsentwicklung der Kombinationstrainingsgruppe in Bezug auf Beweglichkeit. Box-Plots repräsentieren in Abhängigkeit des Tests die durchschnittliche HWS-Rotation, die durchschnittliche horizontale Schulterflexion, die durchschnittliche BWS-/LWS-Rotation und die durchschnittliche Hüftrotation vor und nach dem zwölfwöchigen Training.

Um zu testen, ob die in Tabelle 15 aufgeführten Unterschiede zwischen Prä- und Posttest-Zeitpunkt statistisch signifikant sind, wurde für jede der untersuchten Variablen ein t-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt.

Der t-Test für die Variable HWS-Rotation rechts zeigt ein Ergebnis von $t(9)=5.01$, $p<0.001$, $d=1.58$ und für die Variable HWS-Rotation links ein Ergebnis $t(9)=4.16$, $p=0.002$, $d=1.32$. Hieraus lässt sich schließen, dass sich die durchschnittliche HWS-Rotation rechts ($^{\circ}$) und links ($^{\circ}$) zwischen der Messung vor dem Training und der Messung nach dem Training jeweils signifikant erhöhte, wobei es sich jeweils um einen starken Effekt handelt.

Für die Variablen horizontale Schulterflexion rechts ergibt der t-Test ein Ergebnis von $t(9)=6.82$, $p<0.001$, $d=2.16$, für die Variable horizontale Schulterflexion links ein Ergebnis von $t(9)=11.47$, $p<0.001$, $d=3.63$. Auch hier haben sich jeweils die durchschnittliche horizontale Schulterflexion rechts ($^{\circ}$) und links ($^{\circ}$) im Zeitverlauf signifikant erhöht. Der Effekt ist bei beiden Variablen stark.

Einen entsprechenden Effekt und eine signifikante Erhöhung der durchschnittlichen Winkelmaße zwischen Prä- und Posttest ergeben auch die Ergebnisse der Variablen BWS-, LWS-Rotation rechts mit $t(9)=13.62$, $p<0.001$, $d=4.31$ und BWS-, LWS-Rotation links mit einem Ergebnis von $z=2.81$, $p=0.005$, $d=2.36$. Weiterhin zeigt der Test für die Variable Innenrotation Hüfte rechts ein Ergebnis von $z=2.82$, $p=0.005$, $d=1.11$, für die Variable Innenrotation Hüfte links ein Ergebnis von $t(9)=1.98$, $p=0.079$, $d=0.63$. Hieraus geht hervor, dass sich die durchschnittliche Innenrotation Hüfte rechts ($^{\circ}$) zwischen der Messung vor dem Training und der Messung nach dem Training signifikant erhöhte, wobei ein starker Effekt vorliegt. Die durchschnittliche Innenrotation Hüfte links ($^{\circ}$) konnte sich jedoch nicht signifikant verbessern. Der Effekt ist mittel. Dennoch veranschaulichen Tabelle 15 und Abbildung 47 bei der letztgenannten Variablen einen Anstieg der Werte im Zeitverlauf. Eine starke Effektstärke ist festzustellen bei der Variable Außenrotation Hüfte rechts. Hier zeigt der t-Test für diese Variable ein Ergebnis von $t(9)=2.76$, $p=0.022$, $d=0.87$, d.h. dass sich die durchschnittliche Außenrotation Hüfte rechts ($^{\circ}$) zwischen dem ersten und dem zweiten Messzeitpunkt signifikant erhöhte. Gleiches trifft auch auf die Variable Außenrotation Hüfte links zu, da dieser t-Test ein Ergebnis von $t(9)=3.84$, $p=0.004$, $d=1.21$ zeigt.

9.7.1.4 Zusammenfassung

In der Analyse zur Kombinationstrainingsgruppe, die sämtliche Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben umfasste, konnte anhand des Prä- und Posttests gezeigt werden, dass die Kombinationstrainingsgruppe zwischen den beiden Messzeitpunkten eine signifikante

Verbesserung der Leistung in allen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben mit Ausnahme der Aufgaben Fast arms, Trunk rotation, One by one, Side jumps, Rhythm hit und Innenrotation Hüfte links erzielte. Folglich kann die OH 10, wonach *die Kombinationstrainingsgruppe im Zeitverlauf eine mehrheitliche Steigerung der Leistung bezüglich der Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben (Wdh., Sek., cm, Score und Grad) erreicht*, verifiziert werden.

9.7.2 Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (Prüfung der OH 11 und OH 12)

Zunächst wurde für den Leistungsvergleich innerhalb der Kombinationstrainingsgruppe ein t-Test für gepaarte Stichproben angewandt. Um zu prüfen, ob sich die durch das Training hervorgerufene Veränderung der Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) zwischen der Kombinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe unterscheidet, wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Diese basierte auf einem 2x2-Design mit dem Faktor Zeit (2-fach gestuft) und dem Faktor Gruppe (2-fach gestuft). Ferner wurde die Kombinationstrainingsgruppe und die Kontrollgruppe mittels Kontrastanalyse paarweise daraufhin untersucht, ob sie sich hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) unterscheiden.

9.7.2.1 Schlägerkopfgeschwindigkeit

In Tabelle 16 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Schlägerkopfgeschwindigkeit in Meilen pro Stunde (mph) getrennt nach Gruppen und für beide Zeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die p-Werte des Shapiro-Wilk-Tests sowie des Levene-Tests. Hierzu zeigt sich, dass beide Voraussetzungen erfüllt sind, da alle entsprechenden p-Wert größer als 0.05 sind. An den Mittelwerten ist zu sehen, dass in der Kontrollgruppe nahezu keine Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) zwischen Prä- und Posttest gemessen wurde. Für die Kombinationstrainingsgruppe hingegen ergab sich ein sichtbarer Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) im Zeitverlauf. Dies ist ebenfalls in Abbildung 48 dargestellt.

Tabelle 16: Schlägerkopfgeschwindigkeit im Prä- und Posttest: Vergleich der Kombinationstrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Tests auf Normalverteilung und Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	p-Wert	
				Shapiro-Wilk-Test	Levene-Test
Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) Prätest	Kombination	65.40	11.48	0.313	0.942
	Kontrolle	72.56	10.95	0.227	
Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) Posttest	Kombination	68.25	11.90	0.819	0.948
	Kontrolle	72.67	10.99	0.175	

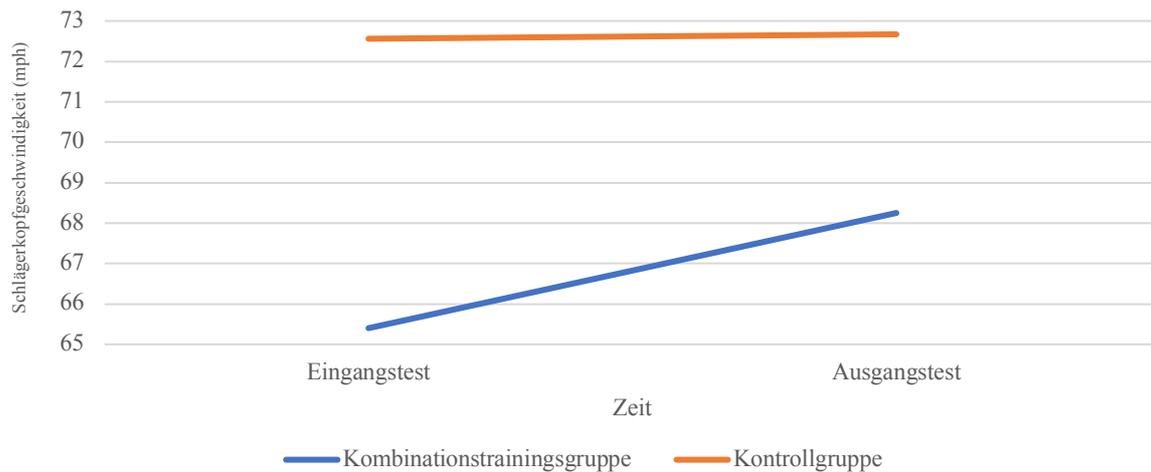


Abbildung 48: Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf zwischen der Kombinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe.

Um die OH 11 zu prüfen, wurde für die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) ein t-Test für paarige Stichproben durchgeführt. Dieser zeigt ein Ergebnis von $t(9)=2.77$, $p=0.022$, $d=0.88$. Somit ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten in der Kombinationstrainingsgruppe signifikant, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Gemäß Tabelle 16 ist an den Mittelwerten zu sehen, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) der Kombinationstrainingsgruppe nach dem Training höher war als vor dem Training.

Um weiterhin zu prüfen, ob die durch das Training hervorgerufene Veränderung der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) sich zwischen der Kombinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe unterscheidet (OH 12), wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. Diese ergibt für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis von $F(1;18)=6.18$, $p=0.023$, $\eta^2=0.26$. Somit zeigt sich eine signifikante Veränderung Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) im Zeitverlauf. Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen starken Effekt handelt.

Der Zwischensubjektfaktor Gruppe zeigt ein Ergebnis von $F(1;18)=1.32$, $p=0.265$, $\eta^2=0.07$. Da dieser Test kein signifikantes Ergebnis liefert, liegt zwischen den beiden Gruppen kein

signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) vor. Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen mittleren Effekt handelt.

Für die Interaktion von Zeit und Gruppe resultiert ein Ergebnis von $F(1;18)=5.30$, $p=0.034$, $\eta^2=0.23$. Somit konnte sich die zeitliche Entwicklung der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) signifikant zwischen den beiden Gruppen unterscheiden, wobei ein starker Effekt vorliegt. In Abbildung 48 ist hierzu sichtbar, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) in der Kombinationstrainingsgruppe recht deutlich anstieg, während in der Kontrollgruppe nahezu keine Veränderung im Zeitverlauf zu erkennen war. Dass sich die Kombinationstrainingsgruppe im Durchschnitt stärker verbesserte als die Kontrollgruppe kann weiterhin an dem mittels Kontrastanalyse berechneten Wert der Veränderungsdifferenz von $VD=2.74$ bestätigt werden.

9.7.2.2 Smash-Faktor

Tabelle 17 enthält die Mittelwerte und Standardabweichungen vom Smash-Faktor getrennt nach Messzeitpunkten und Gruppen sowie die Ergebnisse der Tests der Voraussetzungen. Beim Shapiro-Wilk-Test sind alle Voraussetzungen erfüllt, während beim Levene-Test zu sehen ist, dass der p-Wert in einem Fall knapp unter 0.05 liegt. Da die Varianzanalyse (Anova) relativ robust gegen die Verletzungen ihrer Annahmen ist (Bortz & Schuster, 2010), wurden keine Gegenmaßnahmen angewandt.

Weiterhin ist an den Mittelwerten zu erkennen, dass in der Kontrollgruppe der Smash-Faktor leicht gesunken ist, während er in der Kombinationstrainingsgruppe anstieg. Dies ist graphisch in der Abbildung 49 dargestellt.

Tabelle 17: Smash-Faktor im Prä- und Posttest: Vergleich der Kombinationstrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Tests auf Normalverteilung und Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	p-Wert	
				Shapiro-Wilk-Test	Levene-Test
Smash-Faktor Prätest	Kombination	1.24	0.08	0.849	0.047
	Kontrolle	1.36	0.05	0.932	
Smash-Faktor Posttest	Kombination	1.29	0.07	0.223	0.075
	Kontrolle	1.35	0.04	0.618	

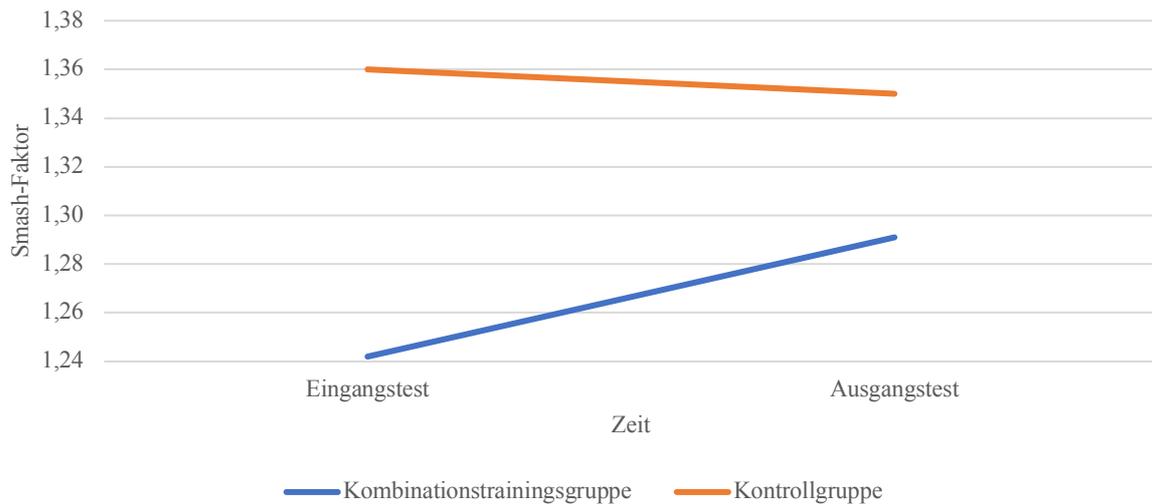


Abbildung 49: Veränderung des Smash-Faktors im Zeitverlauf zwischen der Kombinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe.

Um die Prüfung der OH 11 zu vervollständigen, wurde für den Smash-Faktor ein t-Test für paarige Stichproben durchgeführt. Dieser zeigt ein Ergebnis von $t(9)=2.33$, $p=0.045$, $d=0.74$. Somit ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten in der Kombinationstrainingsgruppe signifikant, wobei es sich um einen mittleren Effekt handelt. Anhand der Mittelwerte gemäß Tabelle 17 ist zu sehen, dass der Smash-Faktor der Kombinationstrainingsgruppe nach dem Training höher war als vor dem Training.

Um weiterhin zu prüfen, ob sich die durch das Training hervorgerufene Veränderung der Variable Smash-Faktor zwischen der Kombinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe unterscheidet (OH 12), wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. Diese ergibt für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis $F(1;18)=2.23$, $p=0.153$, $\eta^2=0.11$. Somit zeigt sich keine signifikante Veränderung des Smash-Faktors im Zeitverlauf. Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen mittleren Effekt handelt.

Der Zwischensubjektfaktor Gruppe zeigt ein Ergebnis von $F(1;18)=11.27$, $p=0.004$, $\eta^2=0.39$. Da dieser Test ein signifikantes Ergebnis liefert, liegt zwischen den beiden Gruppen ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Smash-Faktor. Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen starken Effekt handelt.

Für die Interaktion von Zeit und Gruppe resultiert ein Ergebnis von $F(1;18)=7.21$, $p=0.015$, $\eta^2=0.29$. Somit unterscheidet sich die zeitliche Entwicklung der Variable Smash-Faktor signifikant zwischen den beiden Gruppen, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Dies wird in Abbildung 49 veranschaulicht. Hieraus geht hervor, dass der Smash-Faktor in der

Kombinationstrainingsgruppe signifikant stärker anstieg als in der Kontrollgruppe. Dass sich die Kombinationstrainingsgruppe signifikant stärker verbesserte als die Kontrollgruppe geht zudem aus dem Wert der Veränderungsdifferenz von $VD=0.06$ hervor, welche mittels Kontrastanalyse berechnet wurde.

9.7.2.3 Flugweite des Balls

Tabelle 18 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Variable Flugweite des Balls in Meter (m) getrennt nach Gruppe und Zeitpunkt sowie die Ergebnisse der Tests der Voraussetzungen. Es ist zu sehen, dass alle Voraussetzungen erfüllt sind.

Auch aus Abbildung 50 geht hervor, dass in der Kombinationstrainingsgruppe die Flugweite des Balls (m) im Durchschnitt zunahm, während diese in der Kontrollgruppe im Durchschnitt abnahm.

Tabelle 18: Flugweite des Balls im Prä- und Posttest: Vergleich der Kombinationstrainingsgruppe mit der Kontrollgruppe anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Tests auf Normalverteilung und Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	p-Wert Shapiro-Wilk-Test	p-Wert Levene-Test
Flugweite des Balls (m) Prätest	Kombination	89.44	37.17	0.093	0.394
	Kontrolle	121.53	29.59	0.094	
Flugweite des Balls (m) Posttest	Kombination	105.00	31.17	0.769	0.840
	Kontrolle	117.88	31.07	0.163	

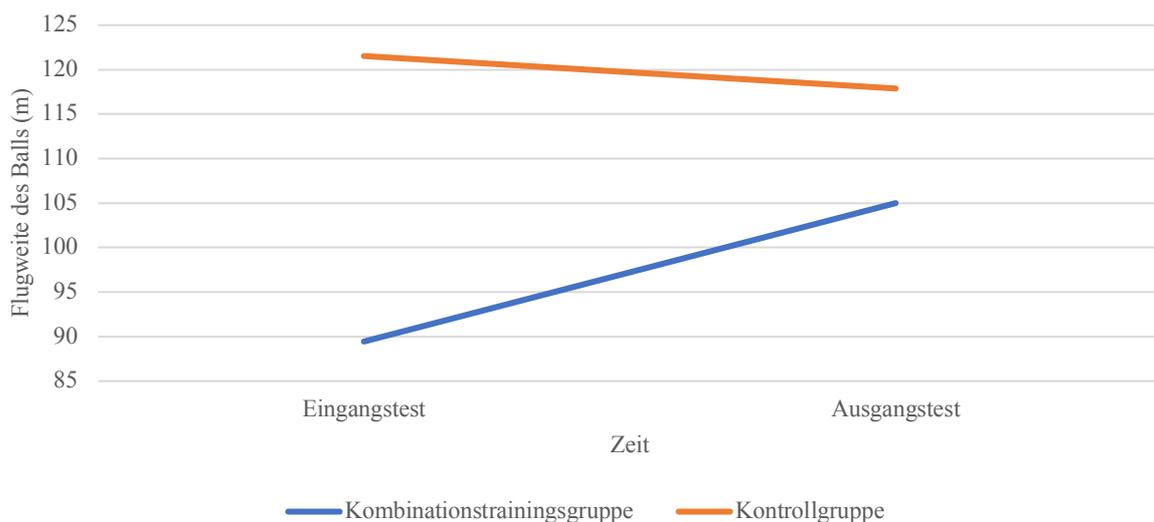


Abbildung 50: Veränderung der Flugweite des Balls im Zeitverlauf zwischen der Kombinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe.

Um die Prüfung der OH 11 zu vervollständigen, wurde für die Flugweite des Balls (m) ein t-Test für paarige Stichproben durchgeführt. Dieser zeigt ein Ergebnis von $t(9)=3.24$, $p=0.010$, $d=1.02$. Somit ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten in der Kombinationstrainingsgruppe signifikant, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Aus den Mittelwerten gemäß Tabelle 18 geht hervor, dass die Flugweite des Balls (m) der Kombinationstrainingsgruppe nach dem Training höher war als vor dem Training.

Im Rahmen der Varianzanalyse zeigt sich am Ergebnis $F(1;18)=5.79$, $p=0.027$, $\eta^2=0.24$ für den Innersubjektfaktor Zeit, dass sich die Flugweite des Balls (m) signifikant im Zeitverlauf veränderte und dass es sich hierbei um einen starken Effekt handelt.

Der Zwischensubjektfaktor Gruppe zeigt wiederum ein Ergebnis von $F(1;18)=2.48$, $p=0.132$, $\eta^2=0.12$. Da es sich hierbei um ein nicht signifikantes Ergebnis handelt, liegt zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Flugweite des Balls (m) vor.

Die zeitliche Entwicklung der Variable Flugweite des Balls (m) unterscheidet sich hingegen signifikant zwischen den beiden Gruppen, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Dies verdeutlicht das Ergebnis $F(1;18)=15.07$, $p=0.001$, $\eta^2=0.46$ für die Interaktion von Zeit und Gruppe. Die signifikante Interaktion von Zeit und Gruppe ist entsprechend Abbildung 50 so zu verstehen, dass die Flugweite des Balls (m) in der Kombinationstrainingsgruppe signifikant stärker anstieg als in der Kontrollgruppe, in der sie sogar abnahm. Dass sich die Kombinationstrainingsgruppe signifikant stärker verbesserte als die Kontrollgruppe geht zudem aus dem Wert der durchschnittlichen Veränderungsdifferenz von $VD=19.21$ hervor, welche mittels Kontrastanalyse berechnet wurde.

9.7.2.4 Zusammenfassung

Die Analyse zeigte, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls (m) in der Kombinationstrainingsgruppe signifikant stärker anstiegen als in der Kontrollgruppe. Die OH 12, wonach *die Kombinationstrainingsgruppe sich im Zeitverlauf hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) stärker verbessern wird als die Kontrollgruppe*, kann sodann bestätigt werden.

Die im Rahmen des t-Tests überprüfte OH 11, wonach *ein golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining als Kombinationstraining im Zeitverlauf zu einer*

Erhöhung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), des Smash-Faktors und zu einer größeren Flugweite des Balls (m) führt, kann ebenfalls verifiziert werden, da alle drei Variablen in der Gruppe mit Kombinationstraining signifikant im Zeitverlauf anstiegen.

9.8 Diskussion der Ergebnisse

Im vierten Experiment sollte untersucht werden, welchen Einfluss ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kombinationstraining auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit in Meilen pro Stunde (mph), den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls in Meter (m) hat. Hierbei wurden die Leistungsunterschiede zunächst innerhalb der Kombinationstrainingsgruppe mittels Messwiederholung anhand von dreizehn Präzisionsschwüngen durch einen Prä- und Posttest analysiert, sowie im Anschluss ein Vergleich der Leistungsunterschiede zwischen der Kombinationstrainingsgruppe und der Kontrollgruppe, die kein Treatment erhielt, vorgenommen.

Da die aktuelle Literatur bisher nur eine überschaubare Anzahl an wissenschaftlichen Studien hinsichtlich des Einflusses eines Kombinationstrainings (Kapitel 3.4), bestehend aus golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsübungen aufweist, soll im Folgenden mit Bezug zu den Ergebnissen und vorab formulierten Erwartungen diskutiert werden, inwieweit ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kombinationstraining Einfluss auf die Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit, Smash-Faktor und Flugweite des Balls gehabt haben könnte. Die Vorgehensweise entspricht dabei jener aus Experiment 1 (Kapitel 6.8).

Zunächst ließ sich erwarten, dass sich die Kombinationstrainingsgruppe durch das golfspezifische Kombinationstraining hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und Flugweite des Balls verbessert (E 4a).

Aus der Durchführung der t-Tests in der Kombinationstrainingsgruppe ging hervor, dass ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kombinationstraining zu einem signifikanten Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls führt. Zusammenfassend kann daher gesagt werden, dass ein golfspezifisches Kombinationstraining die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls verbessert. Daher wurde die Erwartung 4a bestätigt.

Weiterhin wurde erwartet, *dass sich die Kombinationstrainingsgruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Kombinationstraining in Bezug auf die*

Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls verbessert, bzw. sich im Vergleich mit der Kontrollgruppe mehr verbessert (E 4b).

Die Analyse zeigte, dass sich die Kombinationstrainingsgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Kombinationstraining in Bezug auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor sowie die Flugweite des Balls im Zeitverlauf signifikant stärker verbesserte als die Kontrollgruppe.

Auch Dinse (2008) konnte mit ihrer Studie zeigen, dass sich ihre Interventionsgruppe durch ein golfspezifisches Kraft- und Flexibilitätstraining signifikant stärker verbesserte als die Kontrollgruppe. Lephart et al. (2007), Kim (2010) und Marshall und Llewellyn (2017) wiesen jeweils neben einem signifikanten Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit mit ihrer Studie nach, dass ein golfspezifisches Kombinationstraining – überwiegend bestehend aus Kraft- und Flexibilitätsübungen – auch die Flugweite des Balls (Carry) signifikant verbessern kann. Einen signifikanten Zusammenhang zwischen einem golfspezifischen Fitnessstraining und einer verbesserten Flugweite des Balls konnten darüber hinaus auch Look et al. (2013) mit ihrer Studie zeigen.

Um einen inhaltlichen Zusammenhang zwischen dem absolvierten Kombinationstraining und einer Verbesserung der Schlägerkopf- und Ballmesswerte aufzeigen zu können, wurde weiterhin untersucht, ob bei der Kombinationstrainingsgruppe auch eine Leistungsveränderung der Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben vor und nach dem Training zu beobachten war. Die mehrheitlich signifikante Verbesserung der Leistung der Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben im Zeitverlauf konnte die Erwartung 4c, wonach sich *eine mehrheitliche Verbesserung der untersuchten Leistungen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstaufgaben bei der Kombinationstrainingsgruppe* ergeben würde, bestätigen.

Die in dieser Studie erzielten signifikanten Ergebnisse stehen im Einklang mit denen der Studie von Lephart et al. (2007), Thompson et al. (2007), Dinse (2008), Kim (2010), Look et al. (2013) und Marshall und Llewellyn (2017), die ihrerseits einen (zumeist) signifikanten Anstieg ihrer untersuchten Fitnessvariablen durch Training nachweisen konnten und die Verbesserung des Golfschwungs hierauf zurückführten.

Aber was bedeutet nun die mehrheitlich signifikante Leistungsverbesserung betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben für die Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit, Smash-Faktor und Flugweite des Balls der hiesigen Studie?

Womöglich ergab sich in der Kombinationstrainingsgruppe ein signifikanter Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf bzw. ein signifikant stärkerer Anstieg als in der Kontrollgruppe deshalb, da durch das zwölfwöchige golfspezifische (v.a. Kraft-)Training und die hieraus resultierten körperlichen Anpassungen die Schwungbewegung explosiver und stabiler ausgeführt werden konnte. Zusätzlich könnte das regelmäßige Training die Bewegungsökonomie während des gesamten Schwungs optimiert haben. Dadurch, dass womöglich infolge des Trainings das Gleichgewicht optimiert wurde und die Teilkörperbewegungen durch gezielten Muskeleinsatz räumlich und zeitlich präziser aufeinander abgestimmt werden konnten, dürfte die Bewegung rhythmischer und harmonischer ausgeführt worden sein. Durch eine zusätzliche Stärkung der Beinmuskulatur, welche neben der Rumpfmuskulatur eine stabilisierende Basis für den Golfschwung darstellt und einen wesentlichen Kraftimpuls im Abschwung erzeugt (Pink et al., 1993), dürften weitere Geschwindigkeitszuwächse begünstigt worden sein.

Ferner dürfte sich durch das regelmäßige Training die Ausdauer verbessert haben, wodurch die Ermüdungswiderstandsfähigkeit der Muskulatur optimiert und somit eine gleichbleibende Schwungbewegung über mehrere Schläge hinweg aufrechterhalten werden konnte.

Zudem dürfte die infolge des zwölfwöchigen golfspezifischen (v.a. Beweglichkeits-)Trainings hervorgerufene verbesserte Dehnbarkeit und Gelenkigkeit – v.a. die des Rumpfes und der Arme bzw. Schultern – dazu geführt haben, dass der ausführende, gestreckte Arm im Rückschwung weiter auf einer einheitlichen Schwungebene bewegt werden konnte. Durch die hieraus resultierende Maximierung des Radius bzw. des Hebels ist der Weg in der Ausholbewegung damit länger, sodass abstrakt mehr Schwunggeschwindigkeit und damit eine höhere Schlägerkopfgeschwindigkeit generiert werden konnte.

In Bezug auf die signifikante Verbesserung des Smash-Faktors in der Kombinationstrainingsgruppe im Zeitverlauf bzw. die signifikant stärkere Verbesserung des Smash-Faktors im Vergleich mit der Kontrollgruppe ist anzunehmen, dass das golfspezifische (v.a. Koordinations-)Training dazu beitrug, die Präzision im Treffmoment zu optimieren. Denn durch die vielfältigen Informationsanforderungen und erhöhten Druckbedingungen konnten vermutlich die Teilkörperbewegungen räumlich, zeitlich und dynamisch präziser aufeinander abgestimmt werden, wodurch der Ball mit dem Schlägerblatt optimaler getroffen wurde. In Kombination mit einer – womöglich v.a. aus dem Kraft- und Beweglichkeitstraining hervorgerufenen – längeren, schnelleren und stabileren Schwungbewegung konnte die

Energieübertragung auf den Ball verbessert werden, was ebenfalls zur Optimierung des Smash-Faktors beiträgt.

Hinsichtlich der Variable Flugweite des Balls ergab sich für der Kombinationstrainingsgruppe ein signifikanter Anstieg im Zeitverlauf bzw. ein signifikant stärkerer Anstieg als in der Kontrollgruppe deshalb, da die Flugweite ein Produkt aus Schlägerkopfgeschwindigkeit und Smash-Faktor ist bzw. maßgeblich durch diese beeinflusst wird. Da sowohl die Schlägerkopfgeschwindigkeit als auch der Smash-Faktor signifikant im Zeitverlauf anstiegen, hat sich auch die Flugweite des Balls signifikant verbessert.

In Bezug auf die Übungen des Kombinationstrainings ist anzunehmen, dass mitunter die (Schnell-)Kraftübungen des Schultergürtels und der Arme, bspw. die Übungen Fast arms und Fit arms and shoulders, die Verbesserung des Bewegungstempos wesentlich (mit-)beeinflusst haben. In Kombination mit Übungen zur Kräftigung der Bein- und Rumpfmuskulatur, bspw. durch die Übungen Trunk rotation, Fit trunk, Side plank pose with rotation, Fit abdominis and legs und Jump, dürften weitere Geschwindigkeitszuwächse begünstigt worden sein.

Nicht unwesentlich für die Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit könnten mitunter auch die Übungen Mobile upper body, Half spinal twist, Triangle und Mobile shoulder gewesen sein. Durch v.a. diese Übungen dürfte eine höhere Flexibilität im Schultergürtel und Rumpf, v.a. bei der axialen Rotation erzielt worden sein, sodass der X-Faktor optimaler ausgeführt werden konnte. Durch die hierdurch begünstigte Schwingungsweite ist der Weg in der Ausholbewegung damit länger, sodass abstrakt mehr Schwunggeschwindigkeit und damit eine höhere Schlägerkopfgeschwindigkeit generiert werden konnte.

Die präzise Feinabstimmung der Teilkörperbewegungen könnte v.a. durch den in den Koordinationsübungen häufig vorkommenden erhöhten Präzisions- und Komplexitätsdruck sowie den kinästhetischen Informationsanforderungen, bspw. durch die Übungen Highheel chip und Rhythm hit, hervorgerufen worden sein, wodurch der Ball mit dem Schlägerblatt optimaler getroffen werden konnte. Darüber hinaus könnten die in den Übungen häufig vorkommenden variationsreichen Körperhaltungen, Standpositionen und zeitlichen Druckbedingungen, bspw. bei den Übungen Balance hit, Highheel chip und Rhythm hit, einen immer präziseren Bewegungsablauf ermöglicht haben, welcher sich ebenfalls positiv auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit und auf den Smash-Faktor ausgeübt haben könnte. Die verbesserte Präzision im Treffmoment und damit einhergehend ein höher Smash-Faktor konnte womöglich auch durch die in einigen Übungen integrierten Störfaktoren hervorgerufen worden

sein. Diese könnten die Empfindsamkeit reduziert und die Konzentration auf das Wesentliche – in diesem Fall das Treffen des Balls – gestärkt haben.

Bezüglich der nicht signifikanten Ergebnisse einzelner Variablen bezüglich Fitnessaufgaben ist anzumerken, dass ein größerer Stichprobenumfang für weitere Untersuchungen sinnvoll scheint. Hierdurch könnte die statistische Power erhöht werden, wodurch mittlere und kleinere Effekte eher signifikant geworden wären (Döring & Bortz, 2006). Wenngleich nämlich einige wenige Variablen nicht signifikante Ergebnisse aufwiesen, so zeigte sich gemäß Tabelle 13, 14 und 15, dass sich die durchschnittliche Leistung bei allen Fitnessaufgaben, mit Ausnahme der Schnellkraftaufgabe Trunk rotation, im Zeitverlauf verbesserte. Alternativ könnte auch der Schwierigkeitsgrad jener Fitnessaufgaben, die kein signifikantes Ergebnis aufwiesen (bspw. die Aufgabe Rhythm hit), zu Beginn des Trainings höher angesetzt werden. Hierdurch ließe sich die Differenz der durchschnittlichen Wiederholungen ggf. erhöhen.

In Bezug auf die Kontrollgruppe wird angenommen, dass das ausgebliebene Training sowie die fehlende Spielroutine dazu führten, dass die Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf nur sehr geringfügig anstieg und sich der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls sogar binnen 12 Wochen verschlechterten.

Folglich ist anhand der zumeist signifikanten Ergebnisse der Variablen betreffend Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsaufgaben anzunehmen, dass ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kombinationstraining, bestehend aus Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsübungen, zu einer Verbesserung des Golfschwungs – jedenfalls zu einer Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls – führt.

10 Vergleich der Ergebnisse zum Einfluss eines golfspezifischen Trainings auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls zwischen den Gruppen

Im Folgenden sollen die jeweiligen Einzeltrainingsgruppen (Kraft, Koordination und Beweglichkeit) und die Kontrollgruppe mit der Kombinationstrainingsgruppe sowie die Beweglichkeitstrainingsgruppe und Koordinationstrainingsgruppe mit der Krafttrainingsgruppe daraufhin untersucht werden, ob sie sich hinsichtlich der Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit, Smash-Faktor und Flugweite des Balls im Zeitverlauf unterscheiden.

Es wird erwartet, dass *sich die Kombinationstrainingsgruppe im Gegensatz zu den Einzeltrainingsgruppen und der Kontrollgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Kombinationstraining in Bezug auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls verbessert, bzw. sich im Vergleich mit den Einzeltrainingsgruppen und der Kontrollgruppe mehr verbessert (E 5a).*

Weiterhin soll die häufig unter Golfern kursierende Annahme und der mehrheitliche Fokus wissenschaftlicher Golffitness-Studien hinsichtlich des wesentlichen Einflusses von Kraft auf die Verbesserung bestimmter Parameter des Golfschwungs überprüft werden. In diesem Kontext wird erwartet, dass *ein golfspezifisches Krafttraining nicht maßgeblich ausschlaggebend für eine Optimierung der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls ist, sondern dass ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining mindestens genauso gut die Schlägerkopfgeschwindigkeit und Flugweite des Balls verbessern kann (E 5b).* Auch wird erwartet, dass *ein golfspezifisches Koordinationstraining mindestens genauso gut den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls verbessern kann wie ein golfspezifisches Krafttraining (E 5c).*

In Anlehnung an die Erwartungen 5a, 5b und 5c sollen folgende operationale Hypothesen statistisch überprüft werden:

- OH 13:

Die Kombinationstrainingsgruppe wird sich im Zeitverlauf hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) stärker verbessern als die Einzeltrainingsgruppen und die Kontrollgruppe.

- OH 14:

Die Krafttrainingsgruppe wird sich im Zeitverlauf hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und der Flugweite des Balls (m) nicht stärker verbessern als die Beweglichkeitstrainingsgruppe.

- OH 15:

Die Krafttrainingsgruppe wird sich im Zeitverlauf hinsichtlich des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) nicht stärker verbessern als die Koordinationstrainingsgruppe.

Um zunächst zu prüfen, ob sich die durch das Training hervorgerufene Veränderung der einzelnen Variablen zwischen allen fünf Gruppen unterscheidet, wurde gemäß Kapitel 5.6.3 eine Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Diese basierte auf einem 5x2-Design mit dem Faktor Zeit (2-fach gestuft) und dem Faktor Gruppe (5-fach gestuft). Hierzu wurde zunächst mittels Levene-Tests geprüft, ob die Varianzhomogenität erfüllt ist.

Als abhängige Variablen wurden die Schlägerkopfgeschwindigkeit in Meilen pro Stunde (mph), der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls in Meter (m) herangezogen. Als erste unabhängige Variable der Analyse fungierte der Zwischensubjektfaktor Gruppenzugehörigkeit, als zweite unabhängige Variable der Innersubjektfaktor Zeit. Als dritte unabhängige Variable wurde die Interaktion von Gruppenzugehörigkeit und Zeit verwendet.

Um die jeweiligen Einzeltrainingsgruppen (Kraft, Koordination und Beweglichkeit) und die Kontrollgruppe mit der Kombinationstrainingsgruppe sowie die Beweglichkeitstrainingsgruppe und Koordinationstrainingsgruppe mit der Krafttrainingsgruppe jeweils paarweise daraufhin zu untersuchen, ob und wie stark sie sich hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Schlägerkopfgeschwindigkeit in Meilen pro Stunde (mph), des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls in Meter (m) unterscheiden, wurden weiterhin Kontraste berechnet.

10.1 Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (Prüfung der OH 13 und OH 14)

In Tabelle 19 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) getrennt nach Gruppen und für beide Zeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die Anzahl der Teilnehmer und die p-Werte des

Levene-Tests. Es zeigt sich, dass die Voraussetzungen erfüllt sind, da beide p-Werte größer als 0.05 sind. An den Mittelwerten ist zu sehen, dass in der Kontrollgruppe nahezu keine Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) zwischen Prä- und Posttest gemessen wurde. Bei den Trainingsgruppen hingegen ergab sich ein sichtbarer Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) im Zeitverlauf. Dies ist ebenfalls in Abbildung 51 dargestellt.

Tabelle 19: Schlägerkopfgeschwindigkeit im Prä- und Posttest: Vergleich der Gruppen anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Anzahl der Teilnehmer (n) und Tests auf Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	n	p-Wert Levene-Test
Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) Prätest	Beweglichkeit	75.14	14.15	10	0.421
	Koordination	67.18	11.97	10	
	Kraft	70.69	15.06	10	
	Kombination	65.40	11.48	10	
	Kontrolle	72.56	10.95	10	
Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) Posttest	Beweglichkeit	78.44	13.05	10	
	Koordination	70.11	11.85	10	
	Kraft	73.57	15.49	10	
	Kombination	68.25	11.90	10	
	Kontrolle	72.67	10.99	10	

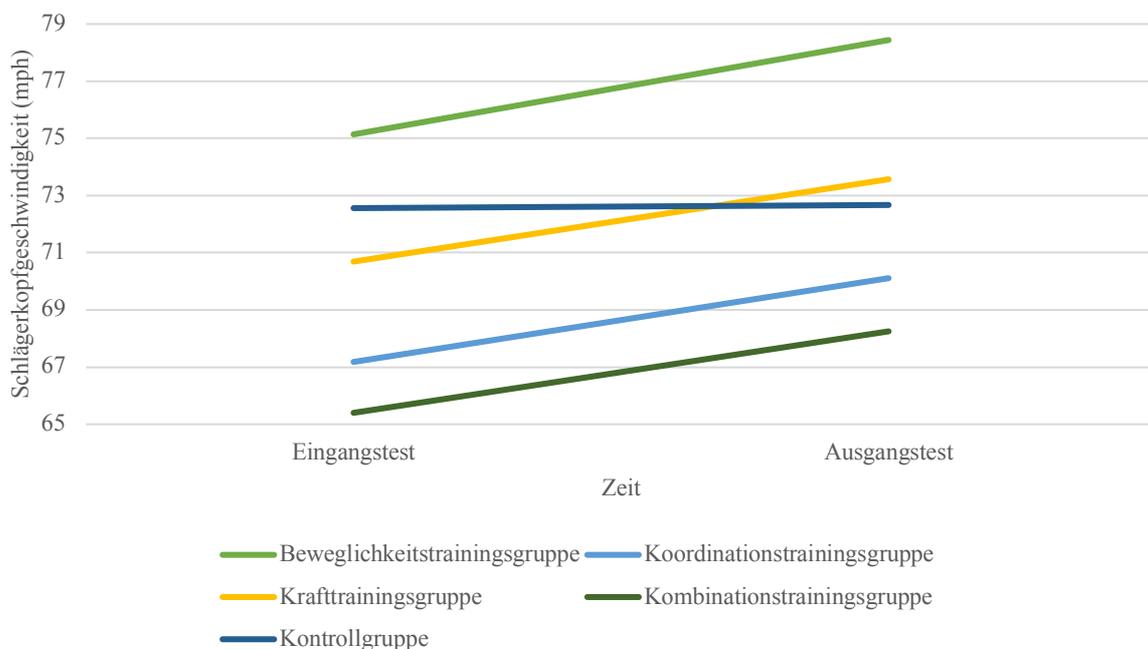


Abbildung 51: Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit im Zeitverlauf zwischen den einzelnen Gruppen.

Für die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) zeigt sich im Durchschnitt über alle Gruppen eine signifikante Veränderung im Zeitverlauf und ein starker Effekt, da die Varianzanalyse für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis von $F(1;45)=38.37$, $p<0.001$, $\eta^2=0.46$ ergibt.

Der Zwischensubjektfaktor Gruppe zeigt ein Ergebnis von $F(4;45)=0.922$, $p=0.460$, $\eta^2=0.08$. Da dieser Test kein signifikantes Ergebnis liefert, besteht zwischen den Gruppen im Durchschnitt über beide Zeitpunkte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph). Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen mittleren Effekt handelt.

Für die Interaktion von Zeit und Gruppe resultiert ein Ergebnis von $F(4;45)=2.23$, $p=0.081$, $\eta^2=0.17$. Somit unterscheidet sich die zeitliche Entwicklung der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) nicht signifikant zwischen den Gruppen, wobei es sich um einen starken Effekt handelt.

Um weiterhin einzelne Gruppen hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) zu unterscheiden, wurden Kontraste berechnet. In Tabelle 20 zur Kontrastanalyse der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) zwischen einzelnen Trainingsgruppen und der Kombinationstrainingsgruppe ist zu sehen, dass diese einen p-Wert über 0.05 zeigen, d.h. dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe, die Koordinationstrainingsgruppe und die Krafttrainingsgruppe nicht signifikant von der Kombinationstrainingsgruppe im Hinblick auf die Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) unterscheiden konnten. Jedoch unterscheidet sich die Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) signifikant zwischen der Kontrollgruppe und der Kombinationstrainingsgruppe.

Weiterhin ist gemäß Tabelle 20 zu erkennen, dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe und die Koordinationstrainingsgruppe nicht signifikant von der Krafttrainingsgruppe bezüglich der Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) unterscheiden konnten.

In der Spalte VD ist die Veränderungsdifferenz abgebildet. Es wird dargestellt, dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe, die Koordinationstrainingsgruppe und die Krafttrainingsgruppe stärker verbesserten als die Kombinationstrainingsgruppe. Die Kombinationstrainingsgruppe verbesserte sich hingegen stärker als die Kontrollgruppe.

Auch konnte durch die Veränderungsdifferenz veranschaulicht werden, dass sich die Krafttrainingsgruppe nicht stärker verbesserte als die Beweglichkeitstrainingsgruppe und die Koordinationstrainingsgruppe.

Tabelle 20: Ergebnisse der Kontrastanalyse zur Veränderung der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) zwischen der Beweglichkeitstrainings-, Koordinationstrainings-, Krafttrainings- und der Kontrollgruppe jeweils mit der Kombinationstrainingsgruppe sowie zwischen der Beweglichkeits- und Koordinationstrainingsgruppe jeweils mit der Krafttrainingsgruppe.

Kontrast	VD	t(45)	p
Beweglichkeitstrainingsgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe	0.45	0.36	0.717
Koordinationstrainingsgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe	0.08	0.07	0.949
Krafttrainingsgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe	0.03	0.02	0.981
Kontrollgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe	-2.74	-2.22	0.031
Beweglichkeitstrainingsgruppe gegen Krafttrainingsgruppe	0.42	0.34	0.735
Koordinationstrainingsgruppe gegen Krafttrainingsgruppe	0.05	0.04	0.968

10.2 Veränderung des Smash-Faktors (Prüfung der OH 13 und OH 15)

In Tabelle 21 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen des Smash-Faktors getrennt nach Gruppen und für beide Zeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die Anzahl der Teilnehmer und die p-Werte des Levene-Tests. Wenngleich der Levene-Test bei einem Ergebnis von $p=0.045$ knapp unter 0.05 liegt, dürfte dennoch von einer Vergleichbarkeit auszugehen sein. Hierfür spricht auch, dass die Varianzanalyse relativ robust hinsichtlich der Verletzung ihrer Annahmen ist (Bortz & Schuster, 2010). An den Mittelwerten ist zu sehen, dass der Smash-Faktor in der Kontrollgruppe zwischen Prä- und Posttest abnahm. Bei den Trainingsgruppen, mit Ausnahme der Beweglichkeitstrainingsgruppe, ergab sich ein sichtbarer Anstieg des Smash-Faktors im Zeitverlauf. Dies ist ebenfalls in Abbildung 52 dargestellt.

Tabelle 21: Smash-Faktor im Prä- und Posttest: Vergleich der Gruppen anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Anzahl der Teilnehmer (n) und Tests auf Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD	n	p-Wert Levene-Test
Smash-Faktor Prätest	Beweglichkeit	1.31	0.08	10	0.144
	Koordination	1.25	0.10	10	
	Kraft	1.25	0.10	10	
	Kombination	1.24	0.08	10	
	Kontrolle	1.36	0.05	10	
Smash-Faktor Posttest	Beweglichkeit	1.31	0.08	10	0.045
	Koordination	1.31	0.09	10	
	Kraft	1.28	0.04	10	
	Kombination	1.29	0.07	10	
	Kontrolle	1.35	0.04	10	

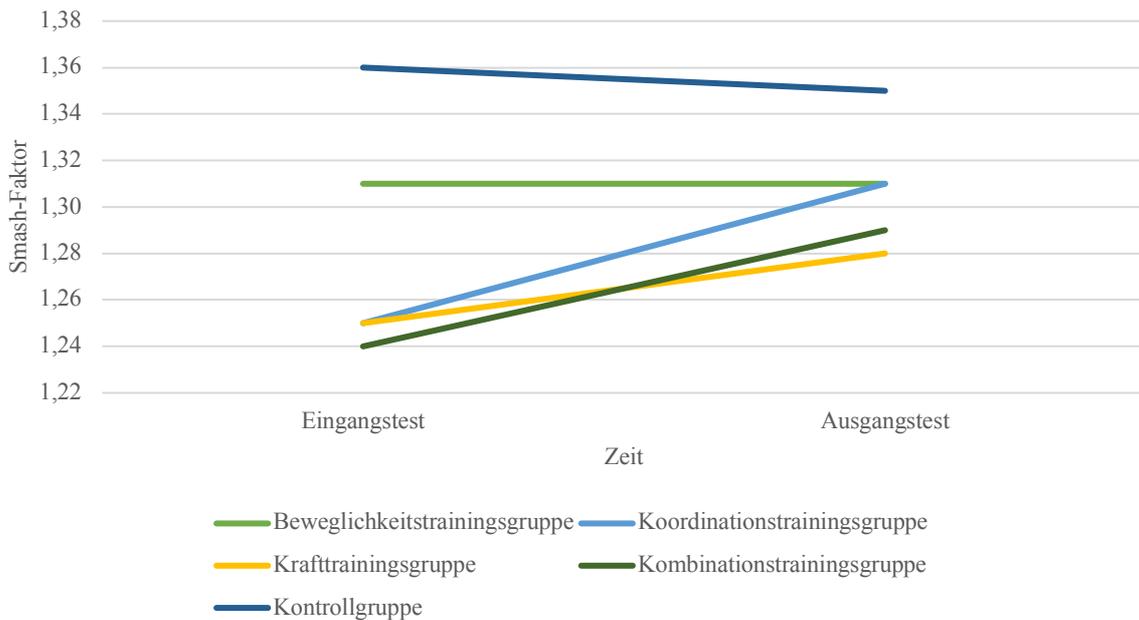


Abbildung 52: Veränderung des Smash-Faktors im Zeitverlauf zwischen den einzelnen Gruppen.

Die Varianzanalyse ergibt für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis von $F(1;45)=5.91$, $p=0.019$, $\eta^2=0.12$. Somit zeigt der Smash-Faktor im Durchschnitt über alle Gruppen eine signifikante Veränderung im Zeitverlauf. Am Wert des η^2 ist zu erkennen, dass es sich um einen mittleren Effekt handelt.

Ebenfalls ein signifikantes Ergebnis und einen starken Effekt zeigt sich für den Zwischensubjektfaktor Gruppe mit $F(4;45)=2.84$, $p=0.035$, $\eta^2=0.20$. Aus diesem Grund besteht zwischen den Gruppen im Durchschnitt über beide Zeitpunkte ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Smash-Faktor.

Für die Interaktion von Zeit und Gruppe resultiert ein Ergebnis von $F(4;45)=2.07$, $p=0.100$, $\eta^2=0.16$. Somit unterscheidet sich die zeitliche Entwicklung der Variable Smash-Faktor nicht signifikant zwischen den Gruppen, wobei es sich um einen starken Effekt handelt. Wenngleich es sich bei der Interaktion von Zeit und Gruppe um kein signifikantes Ergebnis handelt, so zeigt Abbildung 52, dass hinsichtlich der Veränderung des Smash-Faktors ein Unterschied zwischen den Gruppen vorliegt.

In der Tabelle 22 zur Kontrastanalyse ist weiterhin zu sehen, dass sich im Hinblick auf die Veränderung des Smash-Faktors die Beweglichkeitstrainingsgruppe, die Koordinationstrainingsgruppe und die Krafttrainingsgruppe nicht signifikant von der Kombinationstrainingsgruppe unterscheiden. Jedoch unterscheidet sich die Veränderung des Smash-Faktors signifikant zwischen der Kontrollgruppe und der Kombinationstrainingsgruppe.

Weiterhin ist gemäß Tabelle 22 zu erkennen, dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe und die Koordinationstrainingsgruppe nicht signifikant von der Krafttrainingsgruppe bezüglich der Veränderung des Smash-Faktors unterscheiden.

Auch ist an der Veränderungsdifferenz (VD) zu erkennen, dass sich die Koordinationstrainingsgruppe minimal stärker verbesserte als die Kombinationstrainingsgruppe, nicht aber die Kontroll-, Beweglichkeits- und die Krafttrainingsgruppe im Vergleich mit der Kombinationstrainingsgruppe. Letztere haben sich im Vergleich mit der Kombinationstrainingsgruppe im Hinblick auf die Variable Smash-Faktor vielmehr verschlechtert.

Ebenfalls konnte durch die Veränderungsdifferenz veranschaulicht werden, dass sich die Krafttrainingsgruppe stärker verbesserte als die Beweglichkeitstrainingsgruppe, allerdings nicht stärker als die Koordinationstrainingsgruppe.

Tabelle 22: Ergebnisse der Kontrastanalyse zur Veränderung des Smash-Faktors zwischen der Beweglichkeitstrainings-, Koordinationstrainings-, Krafttrainings- und der Kontrollgruppe jeweils mit der Kombinationstrainingsgruppe sowie zwischen der Beweglichkeits- und Koordinationstrainingsgruppe jeweils mit der Krafttrainingsgruppe.

Kontrast	VD	t(45)	p
Beweglichkeitstrainingsgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe	-0.05	-1.72	0.092
Koordinationstrainingsgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe	0.01	0.20	0.843
Krafttrainingsgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe	-0.02	-0.66	0.511
Kontrollgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe	-0.06	-2.09	0.043
Beweglichkeitstrainingsgruppe gegen Krafttrainingsgruppe	-0.03	-1.06	0.295
Koordinationstrainingsgruppe gegen Krafttrainingsgruppe	0.03	0.86	0.394

10.3 Veränderung der Flugweite des Balls (Prüfung der OH 13, OH 14 und OH 15)

In Tabelle 23 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Flugweite des Balls (m) getrennt nach Gruppen und für beide Zeitpunkte dargestellt. Weiterhin enthält die Tabelle die Anzahl der Teilnehmer und die p-Werte des Levene-Tests. Es zeigt sich, dass die Voraussetzungen erfüllt sind, da beide p-Werte größer als 0.05 sind. An den Mittelwerten ist zu sehen, dass sich die Kontrollgruppe als einzige von allen Gruppen verschlechterte, während bei den Trainingsgruppen ein Anstieg der Flugweite des Balls (m) zwischen Prätest und Posttest gemessen wurde. Entsprechendes zeigt Abbildung 53.

Tabelle 23: Flugweite des Balls im Prä- und Posttest: Vergleich der Gruppen anhand der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Anzahl der Teilnehmer (n) und Tests auf Varianzhomogenität.

Variable	Gruppe	Mittelwert	SD-Abweichung	n	p-Wert Levene-Test	
Flugweite des Balls (m) Prätest	Beweglichkeit	113.06	43.72	10	0.620	
	Koordination	91.81	36.04	10		
	Kraft	97.45	39.42	10		
	Kombination	89.44	37.17	10		
	Kontrolle	121.53	29.59	10		
Flugweite des Balls (m) Posttest	Beweglichkeit	124.97	35.90	10		0.930
	Koordination	105.10	33.99	10		
	Kraft	111.98	33.76	10		
	Kombination	105.00	31.17	10		
	Kontrolle	117.88	31.07	10		

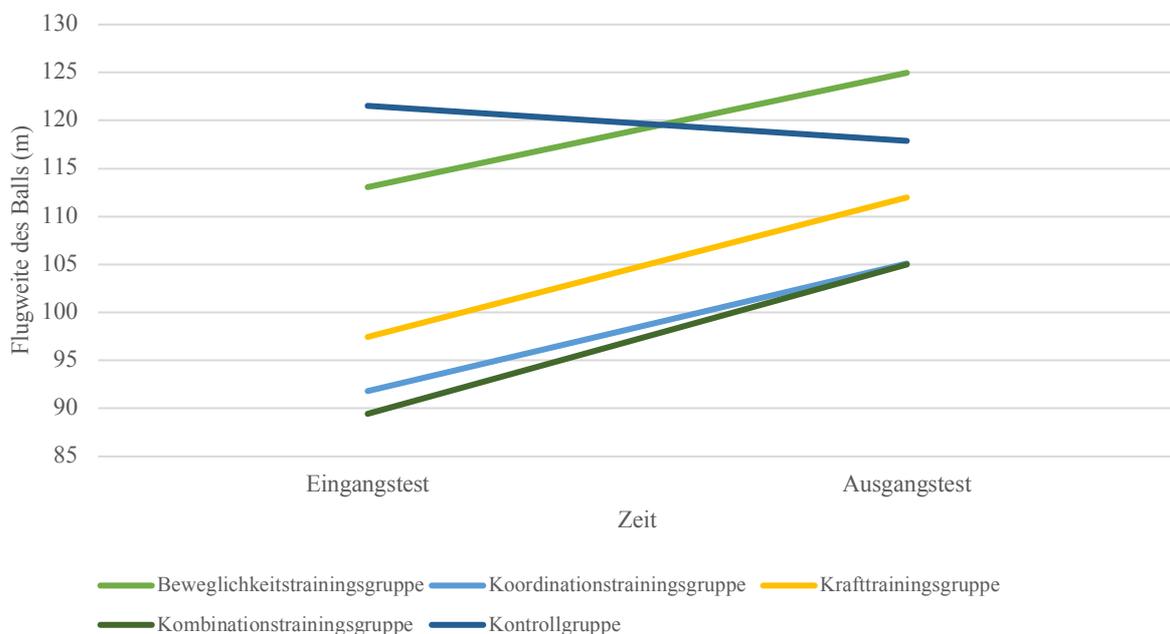


Abbildung 53: Veränderung der Flugweite des Balls im Zeitverlauf zwischen den einzelnen Gruppen.

Für die Flugweite des Balls (m) zeigt sich im Durchschnitt über alle Gruppen eine signifikante Veränderung im Zeitverlauf und ein starker Effekt, da die Varianzanalyse für den Innersubjektfaktor Zeit ein Ergebnis von $F(1;45)=21.82$, $p<0.001$, $\eta^2=0.33$ ergibt.

Der Zwischensubjektfaktor Gruppe liefert ein Ergebnis von $F(4;45)=0.998$, $p=0.419$, $\eta^2=0.81$ und verdeutlicht hiermit, dass zwischen den Gruppen im Durchschnitt über beide Zeitpunkte ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Variable Flugweite des Balls (m) besteht. Es handelt sich um einen starken Effekt.

Zuletzt weist auch die Interaktion von Zeit und Gruppe ein signifikantes Ergebnis und einen starken Effekt auf. Dies kann an dem Ergebnis von $F(4;45)=2.58$, $p=0.050$, $\eta^2=0.19$ dargestellt werden. Somit unterscheidet sich die zeitliche Entwicklung der Variable Flugweite des Balls (m) signifikant zwischen den Gruppen. Während alle Trainingsgruppen hinsichtlich der Variable Flugweite des Balls (m) eine Verbesserung erzielten, verschlechterten sich sogar die Ergebnisse der Kontrollgruppe zwischen erstem und zweitem Messzeitpunkt im Durchschnitt. Dies geht auch aus Abbildung 53 und Tabelle 23 hervor.

In Tabelle 24 ist bei den ersten drei Kontrasten ein p-Wert über 0.05 zu sehen, d.h. dass sich die Beweglichkeitstrainingsgruppe, die Koordinationstrainingsgruppe und die Krafttrainingsgruppe nicht signifikant von der Kombinationstrainingsgruppe im Hinblick auf die Veränderung der Flugweite des Balls (m) unterscheiden konnten. Jedoch unterscheidet sich die Veränderung der Flugweite des Balls (m) signifikant zwischen der Kontrollgruppe und der Kombinationstrainingsgruppe. Weiterhin ist gemäß Tabelle 24 zu erkennen, dass sich die Beweglichkeits- und Koordinationstrainingsgruppe nicht signifikant von der Krafttrainingsgruppe bezüglich der Veränderung der Flugweite des Balls (m) unterscheiden.

In der Spalte VD zeigt die Veränderungsdifferenz, dass sich die Kombinationstrainingsgruppe im Hinblick auf die Variable Flugweite des Balls (m) stärker verbesserte als die Beweglichkeitstrainingsgruppe, die Koordinationstrainingsgruppe, die Krafttrainingsgruppe und die Kontrollgruppe.

Sodann konnte durch die Veränderungsdifferenz veranschaulicht werden, dass sich die Krafttrainingsgruppe stärker verbesserte als die Beweglichkeitstrainingsgruppe und die Koordinationstrainingsgruppe.

Tabelle 24: Ergebnisse der Kontrastanalyse zur Veränderung der Flugweite des Balls (m) zwischen der Beweglichkeitstrainings-, Koordinationstrainings-, Krafttrainings- und der Kontrollgruppe jeweils mit der Kombinationstrainingsgruppe sowie zwischen der Beweglichkeits- und Koordinationstrainingsgruppe jeweils mit der Krafttrainingsgruppe.

Kontrast	VD	t(45)	p
Beweglichkeitstrainingsgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe	-3.65	-0.52	0.604
Koordinationstrainingsgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe	-2.27	-0.33	0.747
Krafttrainingsgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe	-1.03	-0.15	0.884
Kontrollgruppe gegen Kombinationstrainingsgruppe	-19.21	-2.75	0.009
Beweglichkeitstrainingsgruppe gegen Krafttrainingsgruppe	-2.62	-0.38	0.710
Koordinationstrainingsgruppe gegen Krafttrainingsgruppe	-1.24	-0.18	0.860

10.4 Zusammenfassung mit Bezug zur OH 13, OH 14 und OH 15

Durch diesen abschließenden Vergleich konnte die eingangs formulierte operationale Hypothese 13, wonach sich *die Kombinationstrainingsgruppe im Zeitverlauf hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) stärker verbessert als die Einzeltrainingsgruppen und die Kontrollgruppe* größtenteils nicht bestätigt werden, da sich die Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls (m) durch ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining als Kombinationstraining nicht signifikant stärker verbesserten als durch ein Einzeltraining. Lediglich im Vergleich mit der Kontrollgruppe konnte sich die Kombinationstrainingsgruppe hinsichtlich dieser Variablen signifikant stärker verbessern.

Gemäß Tabelle 19 konnte bezüglich der Variable Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) indes dargestellt werden, dass die Beweglichkeitstrainingsgruppe mit 4.39% den größten prozentualen Anstieg der durchschnittlichen Schlägerkopfgeschwindigkeit mit einer Verbesserung von $75.14\text{mph} \pm 14.15\text{mph}$ auf $78.44\text{mph} \pm 13.05\text{mph}$ und damit um 3.3mph zwischen den beiden Messzeitpunkten erzielen konnte. Die zweitbeste prozentuale Steigerung verzeichnete die durchschnittliche Differenz der Schlägerkopfgeschwindigkeit der Koordinationstrainingsgruppe ($67.18\text{mph} \pm 11.97\text{mph}$ auf $70.11\text{mph} \pm 11.85\text{mph}$ um 2.93mph bzw. 4.36%), dicht gefolgt von der Kombinationstrainingsgruppe mit nach Rundung 4.36% ($65.40 \pm 11.48\text{mph}$ auf $68.25\text{mph} \pm 11.90\text{mph}$ um 2.85mph). Auch die durchschnittliche Schlägerkopfgeschwindigkeit der Krafttrainingsgruppe zeigte zwischen den beiden Messzeitpunkten eine durchschnittliche Verbesserung von 4.07% ($70.69\text{mph} \pm 15.06\text{mph}$ auf $73.57\text{mph} \pm 15.49\text{mph}$ um 2.88mph). Die Kontrollgruppe war hingegen die schwächste der fünf Gruppen ($72.56\text{mph} \pm 10.95\text{mph}$ auf $72.67\text{mph} \pm 10.99\text{mph}$ um 0.11mph bzw. 0.15%).

Ferner konnte entsprechend Tabelle 20 gezeigt werden, dass der durchschnittliche Smash-Faktor der Koordinationstrainingsgruppe den größten prozentualen Anstieg zwischen den beiden Messzeitpunkten verzeichnen konnte (1.25 ± 0.10 auf 1.31 ± 0.09 um 0.06 bzw. 4.80%). Gleich darauf folgte die Kombinationstrainingsgruppe mit einem Anstieg von 1.24 ± 0.08 auf 1.29 ± 0.07 um 0.05 bzw. 4.03%. Während die Krafttrainingsgruppe noch einen leichten Anstieg (von 1.25 ± 0.10 auf 1.28 ± 0.04 um 0.03 bzw. 2.40%) verzeichnen konnte, blieb das Ergebnis der Beweglichkeitstrainingsgruppe zwischen den beiden Messzeitpunkten gleich (von 1.31 ± 0.08 auf 1.31 ± 0.08 , damit keine Veränderung). Die Kontrollgruppe zeigte sogar einen Abstieg des durchschnittlichen Smash-Faktors zwischen den beiden Messzeitpunkten (1.36 ± 0.05 auf 1.35 ± 0.04 um -0.01% bzw. -0.74%).

Bezüglich der Differenz der durchschnittlichen Flugweite des Balls (m) erzielte die Kombinationstrainingsgruppe mit einer Steigerung um 17.40% (von $89.44\text{m} \pm 37.17\text{m}$ auf $105.00\text{m} \pm 31.17\text{m}$ um 15.56m) den besten Wert. Ebenfalls sehr gute Werte erreichten die Krafttrainingsgruppe mit 14.91% (von $97.45\text{m} \pm 39.42\text{m}$ auf $111.98\text{m} \pm 33.76\text{m}$ um 14.53m) und die Koordinationstrainingsgruppe mit 14.48% (von $91.8\text{m} \pm 36.04\text{m}$ auf $105.10\text{m} \pm 33.99\text{m}$ um 13.29m). Auch die Beweglichkeitstrainingsgruppe konnte eine Steigerung von 10.53% ($113.06\text{m} \pm 43.72\text{m}$ auf $124.97\text{m} \pm 35.90\text{m}$ um 11.91m) erzielen. Demgegenüber verschlechterte sich das durchschnittliche Ergebnis der Flugweite des Balls der Kontrollgruppe zwischen den beiden Messzeitpunkten um 3.00% (von $121.53\text{m} \pm 29.59\text{m}$ auf $117.88\text{m} \pm 31.07\text{m}$ um -3.65m).

Die operationale Hypothese 14, wonach *sich die Krafttrainingsgruppe im Zeitverlauf hinsichtlich der Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph) und der Flugweite des Balls (m) nicht stärker verbessern wird als die Beweglichkeitstrainingsgruppe*, konnte bestätigt werden. Dies zeigte sich daran, dass sich die Ergebnisse der beiden Gruppen hinsichtlich dieser Variablen nicht signifikant unterscheiden konnten.

Auch die operationale Hypothese 15, wonach *sich die Krafttrainingsgruppe im Zeitverlauf hinsichtlich des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls (m) nicht stärker verbessern wird als die Koordinationstrainingsgruppe*, konnte ebenfalls bestätigt werden.

An der Veränderungsdifferenz (VD) ließ sich weiterhin erkennen, dass sich die Schlägerkopfgeschwindigkeit durch ein golfspezifisches Koordinationstraining und ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining stärker verbessert als durch ein golfspezifisches Krafttraining.

Auch zeigte das Ergebnis der Variable Smash-Faktor, dass sich ein Krafttraining nicht signifikant von einem golfspezifischen Beweglichkeitstraining und Koordinationstraining unterscheidet. An der Veränderungsdifferenz konnte allerdings veranschaulicht werden, dass sich die Variable Smash-Faktor durch ein golfspezifisches Krafttraining stärker verbessert als durch ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining, nicht aber durch ein golfspezifisches Koordinationstraining.

Zuletzt bestätigt das Ergebnis bezüglich der Variable Flugweite des Balls (m), dass sich ein golfspezifisches Krafttraining diesbezüglich nicht signifikant von einem golfspezifischen Beweglichkeitstraining und Koordinationstraining unterschied. Dennoch konnte anhand der Veränderungsdifferenz gezeigt werden, dass sich die Flugweite des Balls (m) durch ein golfspezifisches Krafttraining stärker verbesserte als durch ein golfspezifisches Beweglichkeits- und Koordinationstraining.

10.5 Diskussion der Ergebnisse

Nachfolgend sollen die Ergebnisse der Analyse bezüglich der Variablen Schlägerkopfgeschwindigkeit in Meilen pro Stunde (mph), Smash-Faktor und Flugweite des Balls in Meter (m) unter einzelnen Gruppen diskutiert werden. Hierbei wird vorab Bezug genommen zu den eingangs formulierten Erwartungen 5a - 5c und die entsprechenden Analysen nebst statistischen Signifikanzen etwaiger Leistungsverbesserungen.

Durch den abschließenden Gruppenvergleich konnte die eingangs formulierte Erwartung 5a größtenteils nicht bestätigt werden, wonach sich *die Kombinationstrainingsgruppe im Gegensatz zu den Einzeltrainingsgruppen und der Kontrollgruppe durch das zwölfwöchige golfspezifische Kombinationstraining in Bezug auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls verbessert, bzw. sich im Vergleich mit den Einzeltrainingsgruppen und der Kontrollgruppe mehr verbessert*. Grund hierfür war, dass sich die Schlägerkopfgeschwindigkeit (mph), der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls (m) durch ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kombinationstraining nicht signifikant stärker verbesserten als jeweils durch ein Einzeltraining. Jedoch konnte sich die Kombinationstrainingsgruppe in Bezug auf diese Variablen signifikant stärker verbessern als die Kontrollgruppe.

Weiterhin konnte mit diesem Ergebnis die Forschungsfrage 3 *Können mit einem zwölfwöchigen golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining als Kombinationstraining eine bessere Schlägerkopfgeschwindigkeit, ein besserer Smash-Faktor und eine bessere Flugweite des Balls hervorgerufen werden als mit einem Einzeltraining?* beantwortet werden.

Die Erwartung 5b, wonach *ein golfspezifisches Krafttraining nicht maßgeblich ausschlaggebend für eine Optimierung der Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Flugweite des Balls ist, sondern dass ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining mindestens genauso gut die Schlägerkopfgeschwindigkeit und Flugweite des Balls verbessern kann* sowie die Erwartung 5c, wonach *ein golfspezifisches Koordinationstraining mindestens genauso gut den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls verbessern kann wie ein golfspezifisches Krafttraining*, konnte aufgrund des nicht signifikanten Unterschieds zwischen den beiden Gruppen bestätigt werden. Demnach haben auch ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining und Koordinationstraining einen vergleichbaren Einfluss auf bestimmte Schlägerkopf- und Ballvariablen.

Auch mit diesem Ergebnis konnte eine weitere Forschungsfrage, die FF 4 *Ist ein golfspezifisches Krafttraining maßgeblich ausschlaggebend für eine Optimierung der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls, oder kann ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining und ein golfspezifisches Koordinationstraining mindestens genauso gut die Schlägerkopfgeschwindigkeit und Flugweite des Balls verbessern?* beantwortet werden.

10.5.1 Schlägerkopfgeschwindigkeit

Dass ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining ebenso wie ein golfspezifisches Koordinationstraining, ein golfspezifisches Krafttraining und ein golfspezifisches Kombinationstraining einen jeweils signifikanten Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit nach einer zwölfwöchigen Trainingsdauer mit sich bringen können, zeigte sich bereits an den ausnahmslos signifikanten Ergebnissen der benannten Interventionsgruppen verglichen mit der Kontrollgruppe (Kapitel 6.7.2, 7.7.2, 8.7.2 und 9.7.2 jeweils im 2x2 Design mit dem Faktor Zeit (2-fach gestuft) und dem Faktor Gruppe (2-fach gestuft)). Daher soll auf diese Ergebnisse nebst Vorteilen der Trainingsoptionen nicht erneut eingegangen werden. Vielmehr von Interesse scheint an dieser Stelle zu sein, warum gerade die Krafttrainingsgruppe den niedrigsten prozentualen Anstieg im Zeitverlauf erzielte und die Beweglichkeitstrainingsgruppe – dicht gefolgt von der Koordinations- und Kombinationstrainingsgruppe – den besten Anstieg verzeichnete. Auch von Relevanz scheint die Frage zu sein, warum die Beweglichkeitstrainingsgruppe bessere Ergebnisse bzgl. der Schlägerkopfgeschwindigkeit erzielen konnte als die Kombinationstrainingsgruppe.

Vermutlich spielen bei der Interaktion von Zeit und Gruppe neben der Art des Trainings mitunter auch die Verteilung der Geschlechter, die unterschiedlichen Konstitutionen, das Alter, die Verteilung der Handicaps und der Trainingszustand eine entscheidende Rolle bei der Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit.

Der im Vergleich zu der Krafttrainingsgruppe höhere Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit der Koordinationstrainingsgruppe könnte mitunter auf das verhältnismäßig hohe Handicap (HCP 28.8) dieser Gruppe zurückzuführen sein. Demnach ist anzunehmen, dass Spieler mit einem eher hohen Handicap größere Entwicklungsschritte – bezogen auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit – machen als Spieler mit ohnehin schon gutem Handicap bzw. mit größerer Spielerfahrung.

Der ebenfalls höhere Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit der Kombinationstrainingsgruppe im Vergleich mit der Krafttrainingsgruppe könnte auf die

Geschlechterverteilung der Gruppen zurückgeführt werden. So könnte die mehrheitlich feminine Gruppenzusammensetzung der Kombinationstrainingsgruppe (weiblich: n=6, männlich: n=4) im Vergleich mit der Krafttrainingsgruppe (weiblich: n=2, männlich: n=8) dazu geführt haben, dass die Kraftanpassung bei den weiblichen Probanden schneller erfolgte als bei den männlichen. Da davon auszugehen ist, dass das Ausgangsniveau bzgl. Krafttrainingsinterventionen bei Frauen geringer ist als bei Männern, können Trainingsanpassungen bei Frauen schneller erfolgt sein (Fröhlich & Schmidtbleicher, 2008).

Als ein weiterer Grund für die besseren Ergebnisse bzgl. der Schlägerkopfgeschwindigkeit der Koordinationstrainingsgruppe und der Kombinationstrainingsgruppe im Vergleich mit der Krafttrainingsgruppe kann auch der allgemeine Fitnesszustand zu Beginn der Studie aufgeführt werden. Dadurch, dass einige – insbesondere ältere Probanden – der Koordinations- und Kombinationstrainingsgruppe zuvor noch nie ein bzw. über Jahre hinweg kein Koordinations- bzw. Beweglichkeits- und Krafttraining durchgeführt haben, könnte das geringe Ausgangsniveau eine schnelle Trainingsanpassung begünstigt haben. So zeigt sich in der Studie von Güllich & Schmidtbleicher (1999), dass gerade bei Untrainierten die Durchführung eines effektiven Trainings zu einer höheren Leistungssteigerung führt. Diese könnte die Schlägerkopfgeschwindigkeit positiv beeinflusst haben.

Auch könnte der Trainingszustand der Probanden der Beweglichkeitstrainingsgruppe hinsichtlich der Beweglichkeit eine Annahme für den verhältnismäßig hohen Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit gewesen sein. Da die Probanden im Vorfeld kein (intensives) Beweglichkeitstraining absolviert hatten und die während des Trainings auszuführenden Bewegungen teilweise völlig neue körperliche Beanspruchungen hervorriefen, waren die Trainingseffekte und demzufolge auch die Schlägerkopfgeschwindigkeit im Durchschnitt über beide Messzeitpunkte womöglich besonders hoch.

Wenngleich die durchschnittliche Altersdifferenz zwischen Beweglichkeits- und Krafttrainingsgruppe eher gering ausfällt, so könnte im geringen Maße auch das vergleichsweise jüngere Durchschnittsalter der Probanden der Beweglichkeitstrainingsgruppe (im Mittel 47.8 Jahre) die hohen Trainingseffekte und demzufolge den Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit mit begünstigt haben. Dadurch, dass es ab etwa dem 50. Lebensjahr zu einer Abnahme des Muskelquerschnitts und damit auch der FT- Fasern kommt (Weineck, 2019), konnte das Beweglichkeitstraining neben einer Verbesserung der Beweglichkeit womöglich auch eine nicht unerhebliche Kraftzunahme bei Probanden der Beweglichkeitstrainingsgruppe begünstigen. Die Kombination aus größerer Schwingungsweite

und Rekrutierung vieler motorischer Einheiten könnte bei der Beweglichkeitstrainingsgruppe dazu geführt haben, dass die Schwungbewegung folglich schneller ausgeführt werden konnte. Der im Vergleich zu den anderen Trainingsgruppen etwas geringe Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit der Krafttrainingsgruppe kann auch darauf zurückgeführt werden, dass die Probanden dieser Gruppe Übungen ausführten, die „nur“ auf eine Kraftsteigerung abzielten und weder Beweglichkeit, noch Koordination mit beeinflussten, wie es bei anderen Trainingsoptionen der Fall war. Somit konnten sich weder die Schwingungsweite noch die präzise Feinabstimmung der Teilkörperbewegungen verbessern, welche die Schlägerkopfgeschwindigkeit maßgeblich mit beeinflussen.

Auch erscheint denkbar, dass die Kraftübungen der Krafttrainingsgruppe die Flexibilität der Muskeln und die intermuskuläre Koordination negativ beeinflusst haben, wodurch das Kraftpotential nicht optimal ausgeschöpft werden konnte.

Dadurch, dass es sich bei dieser Gruppe um überwiegend männliche Probanden handelte, kann es auch sein, dass bereits ein erhöhtes muskuläres Ausgangsniveau vorhanden war, sodass es letztlich zu einer geringeren Zunahme der Muskelkraft im Zeitverlauf kam.

Weiterhin sollte die Frage geklärt werden, warum die Beweglichkeitstrainingsgruppe bessere Ergebnisse bzgl. der Schlägerkopfgeschwindigkeit erzielte als die Kombinationstrainingsgruppe.

Dadurch, dass die Kombinationstrainingsgruppe durch ihr umfangreiches Training recht hohen Belastungen ausgesetzt war, ist anzunehmen, dass dies zu einer Überlastung und zeitweiligen Erschöpfung der Energiereserven führte, was sich wiederum auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit ausgewirkt haben könnte.

Auch die Geschlechterverteilung der Beweglichkeitstrainingsgruppe (weiblich: n=1, männlich: n=9) im Vergleich mit der Kombinationstrainingsgruppe (weiblich: n=6, männlich: n=4) könnte mitunter den höheren Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit herbeigeführt haben. So weisen Männer im Vergleich zu Frauen im Durchschnitt einen größeren Muskelfaserquerschnitt auf (Weineck, 2019), wodurch sie kräftigere Bewegungsausführungen tätigen können als Frauen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass alle Trainingsgruppen in einem verhältnismäßig engen Korridor prozentuale Anstiege der Schlägerkopfgeschwindigkeit mit sich brachten (Beweglichkeitstrainingsgruppe: 4.39%; Koordinationstrainingsgruppe: 4.36%; Kombinationstrainingsgruppe: 4.36%; Krafttrainingsgruppe: 4.07%), wohingegen die

Kontrollgruppe lediglich einen Zuwachs von 0.15% verzeichnete. Somit zeigt sich innerhalb der Trainingsgruppen keine erhebliche Differenz, sondern ein vergleichbar hoher prozentualer und signifikanter Anstieg der Werte aller Trainingsgruppen im Vergleich mit der Kontrollgruppe.

Ob diese leichten Abweichungen alleine mit den unterschiedlichen Trainingsarten zu begründen sind, kann nicht zweifelsfrei behauptet werden. Dies schon deshalb, da nicht sicher ist, ob nicht auch weitere leistungsbestimmende Komponenten den Golfschwung mitbeeinflusst haben.

Weiterhin könnten eine Erhöhung der Schlaganzahl und eine Erhöhung des Stichprobenumfangs zu noch aussagekräftigeren Ergebnissen führen.

10.5.2 Smash-Faktor

Dass ein golfspezifisches Koordinationstraining sowie ein golfspezifisches Kombinationstraining einen signifikanten Anstieg des Smash-Faktors nach einer zwölfwöchigen Trainingsdauer mit sich bringen können, zeigte sich bereits an den signifikanten Ergebnissen der oben benannten Interventionsgruppen verglichen mit der Kontrollgruppe (Kapitel 7.7.2 und 9.7.2 jeweils im 2x2 Design mit dem Faktor Zeit (2-fach gestuft) und dem Faktor Gruppe (2-fach gestuft)). Von Interesse scheint nun zu sein, warum die Beweglichkeitstrainingsgruppe und die Krafttrainingsgruppe schlechtere Ergebnisse erzielten als die Koordinationstrainingsgruppe und die Kombinationstrainingsgruppe. Auch zu diskutieren ist das Ergebnis, wonach entgegen der Erwartung 5a die Kombinationstrainingsgruppe minimal schlechter abschnitt als die Koordinationstrainingsgruppe.

Nicht ganz unwesentlich in diesem Zusammenhang scheinen auch hier die Faktoren Handicap und Geschlecht zu sein.

Während die Geschlechterverteilung bei den bereits benannten Gruppen nahezu gleich ist, zeigt sich bezüglich des durchschnittlichen Handicaps, dass die Koordinationstrainingsgruppe (durchschnittliches HCP 29) ein etwas höheres Handicap aufweist als die Kombinationstrainingsgruppe (durchschnittliches HCP 20).

Es ist anzunehmen, dass die Koordinationstrainingsgruppe in der zwölfwöchigen Trainingsdauer mit Fokus auf dem reinen Koordinationstraining eine größere Leistungsverbesserung zuließ als eine ohnehin schon leistungsstärkere Gruppe, die sich zudem noch auf zwei weitere Schwerpunkte konzentrieren musste.

Der vergleichsweise hohe Anstieg des Smash-Faktors im Vergleich mit der Kraft- und Beweglichkeitstrainingsgruppe könnte der Tatsache geschuldet sein, dass die Koordinations- und die Kombinationstrainingsgruppe während ihres Trainings Übungen nah an der Bewegungsausführung des Golfschwungs ausführten, wodurch sie einen routinierten Bewegungsablauf und einen präzisen Treffmoment aufrechterhalten konnten.

Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse der Kraft- und Beweglichkeitstrainingsgruppe, dass trotz einer fast gleichen Verteilung der Handicaps und der Geschlechter (Krafttrainingsgruppe: durchschnittliches HCP 23, weiblich: n=2, männlich: n=8; Beweglichkeitstrainingsgruppe: durchschnittliches HCP 22, weiblich: n=1, männlich: n=9) kein signifikanter Anstieg des Smash-Faktors in den 12 Trainingswochen erfolgte (jeweils verglichen mit der Kontrollgruppe). Womöglich dürfte auch hier ein längerer Trainingszeitraum zu besseren Ergebnissen führen, insbesondere bei einer Studiendauer über 12 Wochen (Fröhlich et al., 2012). Zudem scheint es bei letztgenannten Gruppen womöglich auch von einem gewissen Zufallsmoment bzw. vom jeweiligen individuellen Schwung abhängig zu sein, ob bei einer durch das jeweilige Training bedingten körperlichen Veränderung der Schwung so präzise adaptiert und ausgeführt werden kann, dass er im Treffmoment den Ball mit dem Schlägerblatt optimal trifft – insbesondere in der Kürze der Zeit.

Ohnehin könnten bei der Testung weitere leistungsbestimmende Faktoren, wie z.B. die individuelle Tagesform und die Motivation der Golfer die Ergebnisse beeinflusst haben.

Ebenfalls könnten eine Erhöhung der Schlaganzahl und eine Erhöhung des Stichprobenumfangs zu noch aussagekräftigeren Ergebnissen führen.

10.5.3 Flugweite des Balls

Dass ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining ebenso wie ein golfspezifisches Koordinationstraining, ein golfspezifisches Krafttraining und ein golfspezifisches Kombinationstraining einen signifikanten Anstieg der Flugweite des Balls nach einer zwölfwöchigen Trainingsdauer mit sich bringen können, zeigte sich bereits an den ausnahmslos signifikanten Ergebnissen der benannten Interventionsgruppen mit der Kontrollgruppe (Kapitel 6.7.2, 7.7.2, 8.7.2 und 9.7.2 jeweils im 2x2 Design mit dem Faktor Zeit (2-fach gestuft) und dem Faktor Gruppe (2-fach gestuft)). Folglich soll diskutiert werden, warum entsprechend der Erwartung 5a gerade die Kombinationstrainingsgruppe den größten prozentualen Anstieg im Zeitverlauf erzielen konnte, gefolgt von ähnlichen Werten der Kraft- und Koordinationstrainingsgruppe, diese wiederum mit gewissem Abstand zur Beweglichkeitstrainingsgruppe.

Hierfür können verschiedene Faktoren eine Rolle spielen.

Da maßgebliche Einflussfaktoren der Flugweite des Balls sowohl die Schlägerkopfgeschwindigkeit als auch der Smash-Faktor sind (Letzelter & Letzelter, 2002), aus deren Multiplikation sich die Ballgeschwindigkeit ergibt, und deren Werte sich wiederum signifikant im Zuge der jeweiligen Trainingsprogramme änderten, führten diese wiederum zu einem Anstieg des Carry-Werts. Damit dürfte der Carry-Wert letztlich den tatsächlichen Effekt der jeweiligen Trainingsarten zusammenfassend wiedergeben.

Da die Beweglichkeitstrainingsgruppe zwar den höchsten prozentualen Anstieg der Schlägerkopfgeschwindigkeit erzielen konnte (4.39%), sich gleichzeitig aber der dortige Smash-Faktor im Mittel nicht verbesserte, hätte in der Theorie die durchschnittliche Flugweite des Balls auch sehr hoch sein müssen. Sie konnte aber prozentual nicht die höchste Steigerung aufweisen; es wurde nur eine Flugweitenverbesserung von 10.53% erreicht.

Die Koordinations- und Krafttrainingsgruppe erreichten hier einen beachtlichen Anstieg von 14.48% bzw. 14.91%. Die Kombinationstrainingsgruppe konnte jedoch nach Verbesserung sowohl der Schlägerkopfgeschwindigkeit um 4.36% und des Smash-Faktors um 4.03% den größten prozentualen Anstieg um insgesamt 17.40% erreichen.

Aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren betreffend die Flugweite des Balles – obwohl weitere Einflussfaktoren wohl auch bei der Schlägerkopfgeschwindigkeit und dem Smash-Wert durch Technik- und Materialänderungen möglich sind – ist hier eine etwas größere Vorsicht geboten. Dennoch gibt der Wert der Flugweite einen ersten Eindruck von einer Anpassung der aktuell realisierbaren Flugweite des jeweiligen Probanden und ist damit ein Indiz für eine Anpassung des Spielniveaus.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass mit einem golfspezifischen Kraft-, Koordination- und Beweglichkeitstraining als Kombinationstraining – auch bei einer annähernden Gleichverteilung der Geschlechter, eines vergleichsweise guten durchschnittlichen Handicaps (HCP 20) sowie einem vergleichsweise höheren Alter (Altersdurchschnitt 53 Jahre) – die größte prozentuale Verbesserung bzgl. der Flugweite des Balls im Vergleich mit den anderen Trainingsoptionen erreicht werden konnte.

Darüber hinaus konnte auch gezeigt werden, dass selbst bei einer vergleichsweise jungen, spielstarken, männerdominierten Kontrollgruppe bei weitem nicht so gute Ergebnisse, sondern – auch in Bezug auf weitere untersuchte Variablen – vermehrt Verschlechterungen erzielt wurden wie bei vergleichbaren Experimentalgruppen.

11 Gesamtzusammenfassung und Ausblick

In dem nachfolgenden Kapitel 11.1 sollen die wesentlichen Ergebnisse mit Bezug zu den eingangs formulierten Forschungsfragen dargestellt werden. Im Kapitel 11.2 werden sodann optionale weiterführende Forschungsansätze und Trainingsgestaltungen aufgezeigt.

11.1 Zusammenfassung der wesentlichen Studienergebnisse

Im Rahmen von Forschungsfrage 1, ob *ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining jeweils als Einzeltraining sowie als Kombinationstraining zu einer Verbesserung der Schlägerkopfgeschwindigkeit, des Smash-Faktors und der Flugweite des Balls führt* und in Bezug auf die Forschungsfrage 2, ob *mit einem zwölfwöchigen golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining jeweils als Einzeltraining sowie als Kombinationstraining die Schlägerkopfgeschwindigkeit, der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls stärker verbessert werden kann als ohne Training*, konnte zunächst gezeigt werden, dass ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining als Kombinationstraining die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls signifikant verbessert bzw. dass sich durch ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kombinationstraining die Schlägerkopfgeschwindigkeit, der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls signifikant stärker verbessern als ohne Training. Auch konnte gezeigt werden, dass sich durch ein zwölfwöchiges golfspezifisches Koordinationstraining die Schlägerkopfgeschwindigkeit, der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls signifikant stärker verbessern als ohne Training. Die Beweglichkeits- und Krafttrainingsgruppe konnten sich zwar in Bezug auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit und die Flugweite des Balls signifikant stärker verbessern als die Kontrollgruppe, nicht aber bezüglich des Smash-Faktors.

Somit zeigen die in den Experimenten 1-4 dargestellten Ergebnisse, dass jede Trainingsform Vorteile für den Golfsport mit sich bringt. Ob dennoch *mit einem zwölfwöchigen golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining als Kombinationstraining eine bessere Schlägerkopfgeschwindigkeit, ein besserer Smash-Faktor und eine bessere Flugweite des Balls hervorgerufen werden kann als mit einem Einzeltraining (FF 3)*, konnte zunächst nicht bestätigt werden, da die Analyse keinen signifikanten Unterschied zwischen den jeweils paarweise getesteten Gruppen ergab.

Weiterhin wurde geprüft, *ob ein golfspezifisches Krafttraining maßgeblich ausschlaggebend für eine Optimierung der Schlägerkopfgeschwindigkeit und der Flugweite des Balls ist, oder ob ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining und ein golfspezifisches Koordinationstraining mindestens genauso gut die Schlägerkopfgeschwindigkeit und Flugweite des Balls verbessern kann* (FF 4). Da auch hier die Analyse keinen signifikanten Unterschied zwischen den jeweils paarweise getesteten Gruppen ergab, haben ein golfspezifisches Beweglichkeitstraining und ein golfspezifisches Koordinationstraining einen vergleichbaren Einfluss auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls wie ein golfspezifisches Krafttraining.

Da Studien über den Einfluss eines Beweglichkeitstrainings und eines Koordinationstrainings auf den Golfschwung in der wissenschaftlichen Forschung über Golf fitness in verhältnismäßig überschaubarer Anzahl vorkommen, aber dennoch überzeugende Ergebnisse hinsichtlich der Leistungsoptimierung des Golfschwungs liefern (Kapitel 3.2.2 und 3.3.2 sowie Kapitel 7.7 und 8.7), gibt dies Anlass zu einer neuen Trainings-Schwerpunktsetzung bzw. zur Integration eines ganzheitlichen Ansatzes im Hinblick auf die Optimierung des Golfschwungs.

Bereits gezeigt werden konnte, dass ein überwiegend auf Kraft- und Flexibilität fokussiertes Kombinationstraining den Golfschwung positiv beeinflussen kann (Dinse, 2008; Kim, 2010; Lephart et al., 2007; Looock et al. 2013; Marshall & Llewellyn, 2017; Thompson et al., 2007). Erstmals konnte mit dem hiesigen ganzheitlichen Ansatz eines golfspezifischen Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstrainings als Kombinationstraining über einen Zeitraum von 12 Wochen und mithilfe eines validen Radargerätes gezeigt werden, dass ein solches Training bei Amateurgolfern eine signifikant höhere Schlägerkopfgeschwindigkeit, einen signifikant höheren Smash-Faktor und eine signifikant höhere Flugweite des Balls hervorrufen kann bzw. dass sich durch ein zwölfwöchiges golfspezifisches Kombinationstraining die Schlägerkopfgeschwindigkeit, der Smash-Faktor und die Flugweite des Balls signifikant stärker verbessern als ohne Training. Denn ein ganzheitlicher Ansatz kann sämtliche Körperfunktionen optimieren, was wiederum in einem bestmöglich optimierten Golfschwung münden kann.

Dabei ist in der vorliegenden Studie bewusst nicht der Schwerpunkt auf Spitzensportler bzw. Leistungsgolfer gelegt worden, sondern auf einen Querschnitt an Golfern. Hierdurch sollte und konnte gezeigt werden, dass nicht nur Spitzensportler ihr Niveau anheben können und zu Höchstleistungen fähig sind. Denn wo bei Spitzensportlern oftmals gute körperliche Grundvoraussetzungen vorhanden sind bzw. geschaffen wurden und damit ggf. nur in

Teilbereichen Optimierungsbedarf besteht oder besondere Leistungsspitzen trainiert werden sollen, ist dies bei Amateurgolfern häufig anders. Dort zeigt sich nicht nur, dass ein golfspezifisches Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitstraining ebenfalls Einfluss auf die sportliche Leistungsfähigkeit hat. Es ist erkennbar, dass der Einfluss erheblich sein kann; dies über verschiedene Alters-, Geschlechts- und Spielklassen hinweg.

11.2 Folgerungen für die Sportwissenschaften und die Sportpraxis

Obgleich davon ausgegangen wurde, dass insbesondere der Einfluss eines Kombinationstrainings auf die Schlägerkopfgeschwindigkeit, den Smash-Faktor und die Flugweite des Balls gewichtig sein dürfte, konnte mit dieser Studie gezeigt werden, dass der Fokus zukünftiger Trainingsgestaltungen im Golfsport nicht nur auf ein Kraft- oder ein Kombinationstraining gelegt werden sollte, sondern auch auf Bereiche, die bisher weniger Beachtung fanden. So zeigten etwa die Ergebnisse der Koordinations- und Beweglichkeitstrainingsgruppe, dass auch diese Trainingsformen einen erheblichen Einfluss auf die Effektivität des Golfschwungs haben und insoweit näher untersucht werden könnten. Dabei böte sich an, Schwerpunkte auf das spezifische koordinative Anforderungsprofil für den auszuübenden Golfschwung bzw. auf die Dehnung ausgewählter Muskeln bzw. Muskelgruppen betreffend ein Beweglichkeitstraining zu setzen.

Ziel dieser Untersuchungen dürfte letztlich die Optimierung eines ganzheitlichen golfspezifischen Trainings unter Einschluss von Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeitsübungen sein. Im Optimalfall sollten diese zielgerichtet und systematisch auf die golfspezifischen Bewegungsabläufe und die hierfür notwendigen Muskeln und Gelenke abgestimmt werden, wenn möglich sogar individuell abgestimmt auf Probanden. Ein solches Training kann – im Breiten- wie auch im Spitzensport – Techniktraining sinnvoll ergänzen, mitunter sogar erst die körperlichen Voraussetzungen schaffen, wodurch Techniktraining erst zu einer sinnvollen Optimierung führt. Damit dürften PGA-Professionals gleichermaßen wie Fitnesstrainern, Übungsleitern, Lehrern und vielen mehr weitere Optionen eröffnet sein, um den Golfsport facettenreich zu gestalten und zu verbessern.

12 Literaturverzeichnis

Alvarez, M., Sedano, S., Cuadrado G. & Redondo, J.C. (2012). Effects of an 18-Week Strength Training Program on Low-Handicap Golfers' Performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (4), 1110-1121. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822dfa7d>

Bechler, J.R., Jobe, F.W., Pink, M., Perry, J. & Ruwe, P.A. (1995). Electromyographic analysis of the hip and knee during the golf swing. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 5 (3). 162-166. <https://doi.org/10.1097/00042752-199507000-00005>

Behm, D.G., Button, D.C. & Butt, J.C. (2001). Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26 (3), 261-272. <https://doi.org/10.1139/h01-017>

Birkle, W. (2018). *Bedeutung sensomotorisch-koordinativer Fähigkeiten für die Verbesserung von Golfleistungen im Nachwuchsbereich*. Dissertation, Universität Duisburg-Essen. https://duepublico2.uni-due.de/servlets/MCRFileNodeServlet/duepublico_derivate_00044887/DissWBirkle.pdf

Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Human Kinetics.

Bortz., J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7. Aufl.). Springer Verlag.

Bovens, A.M., van Baak, M.A., Vrencken J.G., Wijnen, J.A. & Verstappen, F.T. (1990). Variability and reliability of joint measurements. *The American Journal of Sports Medicine*, 18 (1), 58-63. <https://doi.org/10.1177/036354659001800110>

Bradley, J.P. & Tibone, J.E. (1991). Electromyographic analysis of muscle action about the shoulder. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 10 (4). 789-805. [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(20\)30584-6](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(20)30584-6)

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Second Edition. Lawrence Erlbaum Associates.

Cole, M.H. & Grimshaw, P.N. (2016). The Biomechanics of the Modern Golf Swing: Implications for the Lower Back Injuries. *Sports Medicine Auckland. N.Z.*, 46 (3), 339-351. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0429-1>

Dinse, C. (2008). *Effekte eines komplexen Golffitness Trainings auf die Golf Performance von Freizeitgolfern - Wirkung eines 8-wöchigen Golffitness Trainings (5-Säulen-Übungssystem nach Dinse) auf ausgewählte Fitness- und Schwungparameter*. Dissertation, Universität Hamburg. https://ediss.sub.uni-hamburg.de/bitstream/ediss/2270/1/promo_final.pdf

Döring, N. & Bortz, J. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Springer Medizin Verlag.

Ellis, K.L., Roberts, J.R. & Sanghera, J. (2010). Development of a method for monitoring clubhead path and orientation through impact. *Procedia Engineering*, 2 (2), 2955-2960. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2010.04.094>

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.G. & Buchner, A. (2007). G*Power: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175-191. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>

Fletcher, I.M. & Hartwell, M. (2004). Effect of an 8-week combined weight and plyometrics training program on golf drive performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (1), 59-62. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)018<0059:eoawcw>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)018<0059:eoawcw>2.0.co;2)

Friedmann, B. (2007). Neuere Entwicklungen im Krafttraining. Muskuläre Anpassungsreaktionen bei verschiedenen Krafttrainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58 (1), 12-18.

Fröhlich, M., Links, L. & Pieter, A. (2012). Effekte des Krafttrainings – eine metaanalytische Betrachtung. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 60 (1), 14-20.

Fröhlich, M. & Schmidbleicher, D. (2008). Trainingshäufigkeit im Krafttraining – ein metaanalytischer Zugang. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 59 (2). 4-12.

Gergley, J.C. (2009). Acute effects of passive static stretching during warm-up on driver clubhead speed, distance, accuracy, and consistent ball contact in young male competitive golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (3), 863-867. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a00c67>

- Güllich, A. & Schmidtbleicher, D. (1999). Struktur der Kraftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (7/8), 223-234.
- Hochmuth, G., Bird, D., Breitenbach, S., Brem, P., Gennrich, L. & Gienger, L. (2015). *Golf Physiotherapie*. Georg Thieme Verlag.
- Hohmann, A., Lames, M., Letzelter, M. & Pfeiffer, M. (2020). *Einführung in die Trainingswissenschaft* (7. überarb. Aufl.). Limpert Verlag GmbH.
- Hossner, E.-J. & Künzell, S. (2022). *Einführung in die Bewegungswissenschaft*. Limpert Verlag.
- Imhoff, A., Linke, R. & Baumgartner, R. (2010). *Checkliste Orthopädie* (2. überarb. und erw. Aufl.). Georg Thieme Verlag.
- Jobe, F.W., Moynes, D.R. & Antonelli, D.J. (1986). Rotator cuff function during a golf swing. *The American Journal of Sports Medicine*, 14 (5), 388-392. <https://doi.org/10.1177/036354658601400509>
- Jorgensen, T.P. (1999). *The Physics of Golf* (2. Aufl.). Springer Verlag.
- Jung, G., Hong, S.K., Shin, D.C., Jeong, S.Y., Kim, C.H., Park, H.K. & Lee, G.C. (2022). Effects of Upper-Body Flexibility Exercise on Golf Performance of Amateur Female Golfer: A Case Report. *American Journal of Case Reports*. 23. <https://doi.org/10.12659/AJCR.936022>
- Kim, J.H. & Ridgel, A.L. (2019). Effects of Interactive Metronome and golf swing mechanics training on technique and motor timing in professional and amateur golfers. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 14 (6), 786-797. <https://doi.org/10.1177/1747954119883376>
- Kim, K.J. (2010). Effects of core muscle strengthening training on flexibility, muscular strength and driver shot performance in female professional golfers. *International Journal of Applied Sports Sciences*, Korea Institute of Sport Science, 22, 111-127. <https://doi.org/10.24985/IJASS.2010.22.1.111>

Leach, R.J., Forrester, S.E., Mears, A.C. & Roberts, J.R. (2017). How valid and accurate are measurements of golf impact parameters obtained using commercially available radar and stereoscopic optical launch monitors? *Measurement*, 112, 125-136. <https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2017.08.009>

Lee, J.-C., Lee, S-W., Yeo, Y.-G., Park, G.D. (2015). Effects of special composite stretching on the swing of amateur golf players. *Journal of Physical Therapy Science*. 27 (4), 1049-1051. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.1049>

Lephart S.M., Smoliga J.M., Myers J.B., Sell T.C. & Tsai Y.S. (2007). An eight-week golf-specific exercise program improves physical characteristics, swing mechanics, and golf performance in recreational golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (3), 860-869. <https://doi.org/10.1519/R-20606.1>

Letzelter, H. & Letzelter, M. (2002). *Golftechniken: Wieso, weshalb, warum?* Philippka-Verlag.

Lewis, A.L., Ward, N., Bishop, C., Maloney, S. & Turner, A.N. (2016). Determinants of Club Head Speed in PGA Professional Golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30 (8), 2266-2270. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001362>

Loock, H., Grace, J. & Semple, S. (2013). Association of Selected Physical Fitness Parameters with Club Head Speed and Carry Distance in Recreational Golf Players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 8 (4), 769-777. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.8.4.769>

Lückemann, P., Haid, D.M., Brömel, P., Schwanitz, S. & Maiwald, C. (2018). Validation of an Inertial Sensor System for Swing Analysis in Golf. *Proceedings*. 2 (6). 246. <https://doi.org/10.3390/PROCEEDINGS2060246>

Maier, S. (2003). *Der Top-Golfschwung. Aktuellste wissenschaftliche Erkenntnisse zur Perfektion*. Band 46. Dr. Kovac Verlag.

Marshall, K.J. & Llewellyn, T.L. (2017). Effects of Flexibility and Balance on Driving Distance and Club Head Speed in Collegiate Golfers. *International Journal of Exercise Science*, 10 (7), 954-963.

- McHardy, A. & Pollard, H. (2005). Muscle activity during the golf swing. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 799-804. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.020271>
- Moran, K.A., McGrath, T., Marshall, B.M. & Wallace, E.S. (2009). Dynamic stretching and golf swing performance. *International Journal of Sports Medicine*, 30 (2). 113-118. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1103303>
- Müller-Dargusch, M. (2012). *Koordinationstraining im Golf* (1. Aufl.). Sportverlag Strauß.
- Neumaier, A. (2016). *Koordinatives Anforderungsprofil und Koordinationstraining. Grundlagen – Analyse – Methodik* (5. überarb. Aufl.). Sportverlag Strauß.
- Neumaier, A. & Mechling, H. (1995). Allgemeines oder sportartspezifisches Koordinationstraining? Ein Strukturierungsvorschlag zur Analyse und zum Training koordinativer Leistungsvoraussetzungen. *Leistungssport*, 25 (5), 14-18.
- Neumann, O. (2018). Golftechnik. Lernunterlage für den PGA PreCourse und Eignungstest. In Bayrischer Golfverband e.V. (Hrsg.), *Lernunterlagen C-Trainer – Lehrgang des Bayrischen Golfverbandes*. 1-33.
- Olivier, N., Marschall, F. & Büsch, D. (2008). *Grundlagen der Trainingswissenschaft und -lehre* (2., überarb. Aufl.). Verlag Hofmann GmbH & Co.
- Oranchuk, D.J., Mannerberg, J.M., Robinson, T.L. & Nelson, M.C. (2020). Eight weeks strength and power training improves club head speed in collegiate golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 34 (8). 2205-2213. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002505>
- Pink, M., Jobe, F.W. & Perry, J. (1990). Electromyographic analysis of the shoulder during the golf swing. *The American Journal of Sports Medicine*, 18 (2), 137-140. <https://doi.org/10.1177/036354659001800205>
- Pink, M., Perry, J. & Jobe, F. W. (1993). Electromyographic analysis of the trunk in golfers. *The American Journal of Sports Medicine*, 21 (3), 385-388. <https://doi.org/10.1177/036354659302100310>

Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W. & Naumann, E. (2014). *Quantitative Methoden 1 - Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Springer Verlag.

Roberson, L. & Giurintano, D.J. (1995). Objective measures of joint stiffness. *Journal of Hand Therapy*, 8 (2), 163-166. [https://doi.org/10.1016/s0894-1130\(12\)80315-2](https://doi.org/10.1016/s0894-1130(12)80315-2)

Schnabel, G., Harre, H.-D. & Krug, J. (2014). *Trainingslehre – Trainingswissenschaft. Leistung · Training · Wettkampf*. Meyer & Meyer Verlag.

Sheehan, W.B., Bower, R.G. & Watsford, M.L. (2022). Physical Determinants of Golf Swing Performance: A Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36 (1), 289-297. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003411>

Steinbrück, K. (2000). Achillessehnenrupturen im Sport – Epidemiologie, aktuelle Diagnostik, Therapie und Rehabilitation. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (5), 154-160.

Sung, D.J., Park, S.J., Kim, S., Kwon, M.S. & Lim, Y.-T. (2016). Effects of core and non-dominant arm strength training on drive distance in elite golfers. *Journal of Sports and Health Science*, 5 (2), 219-225. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.12.006>

Thompson, C.J., Myers Cobb, K. & Blackwell, J. (2007). Functional training improves club head speed and functional fitness in older golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (1), 131-137. <https://doi.org/10.1519/00124278-200702000-00024>

Toigo, M. (2006). Trainingsrelevante Determinanten der molekularen und zellulären Skelettmuskeladaptation – Teil 2: Adaptation von Querschnitt und Fasertypmodulen. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 54 (4), 121-132.

TrackMan 4 (2015, 03. September). *TrackMan Golf*. <https://trackmangolf.com/products/trackman-4>

TrackMan Average Tour Stats. (2015, 6. Juli). *TrackMan Golf*. <https://blog.trackmangolf.com/trackman-average-tour-stats/>

Watkins, R.G., Uppal, G.S., Perry, J., Pink, M. & Dinsay, J.M. (1996). Dynamic electromyographic analyses of trunk musculature in professional golfers. *The American Journal of Sports Medicine*, 24 (4), 535-538. <https://doi.org/10.1177/036354659602400420>

Weineck, J. (2019). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (17. überarb. und erw. Aufl.). Spitta Verlag.

Wirth, K., Atzor, K.R. & Schmidtbleicher, D. (2007). Veränderungen der Muskelmasse in Abhängigkeit von Trainingshäufigkeit und Leistungsniveau. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58 (6), 178-183.

Wolfe, B.L., LeMura, L.M. & Cole, P.J. (2004). Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (1), 35-47. <https://doi.org/10.1519/00124278-200402000-00005>

13 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: ROPE SKIPPING	59
ABBILDUNG 2: FIT ARMS AND SHOULDERS	60
ABBILDUNG 3: SIDE PLANK POSE WITH ROTATION	60
ABBILDUNG 4: BRIDGE WITH LEG LIFTING	61
ABBILDUNG 5: BURPEES	62
ABBILDUNG 6: FIT TRUNK	62
ABBILDUNG 7: FIT ABDOMINIS AND LEGS	63
ABBILDUNG 8: FAST ARMS	63
ABBILDUNG 9: JUMP	64
ABBILDUNG 10: TRUNK ROTATION	64
ABBILDUNG 11: LEISTUNGSENTWICKLUNG DER KRAFTTRAININGSGRUPPE. BOX-PLOTS REPRÄSENTIEREN IN ABHÄNGIGKEIT DES TESTS DIE DURCHSCHNITTLICHE ANZAHL AN WIEDERHOLUNGEN, DIE DURCHSCHNITTLICHE BELASTUNGSDAUER (SEK.) UND DIE DURCHSCHNITTLICHE SPRUNGWEITE (CM) VOR UND NACH DEM ZWÖLFWÖCHIGEN TRAINING.	68
ABBILDUNG 12: VERÄNDERUNG DER SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DER KRAFTTRAININGSGRUPPE UND DER KONTROLLGRUPPE.	70
ABBILDUNG 13: VERÄNDERUNG DES SMASH-FAKTORS IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DER KRAFTTRAININGSGRUPPE UND DER KONTROLLGRUPPE.	72
ABBILDUNG 14: VERÄNDERUNG DER FLUGWEITE DES BALLS IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DER KRAFTTRAININGSGRUPPE UND DER KONTROLLGRUPPE.	74
ABBILDUNG 15: SIDE JUMPS	88
ABBILDUNG 16: DANCER POSE	89
ABBILDUNG 17: BALANCE HIT	89
ABBILDUNG 18: CATCH THE BALL I	90
ABBILDUNG 19: ONE BY ONE	91
ABBILDUNG 20: ONE LEG SWING	91
ABBILDUNG 21: CATCH THE BALL II	92
ABBILDUNG 22: DANTELN	92
ABBILDUNG 23: RHYTHM HIT VORBEREITUNG	93
ABBILDUNG 24: RHYTHM HIT HAUPTTEIL	93
ABBILDUNG 25: HIGHHEEL CHIP	94
ABBILDUNG 26: LEISTUNGSENTWICKLUNG DER KOORDINATIONSTRAININGSGRUPPE. BOX-PLOTS REPRÄSENTIEREN IN ABHÄNGIGKEIT DES TESTS DIE DURCHSCHNITTLICHE ANZAHL AN WIEDERHOLUNGEN, DIE DURCHSCHNITTLICHE ZEIT (SEK.) UND DEN DURCHSCHNITTLICHEN SCORE VOR UND NACH DEM ZWÖLFWÖCHIGEN TRAINING.	97
ABBILDUNG 27: VERÄNDERUNG DER SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DER KOORDINATIONSTRAININGSGRUPPE UND DER KONTROLLGRUPPE.	99
ABBILDUNG 28: VERÄNDERUNG DES SMASH-FAKTORS IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DER KOORDINATIONSTRAININGSGRUPPE UND DER KONTROLLGRUPPE.	101

ABBILDUNG 29: VERÄNDERUNG DER FLUGWEITE DES BALLS IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DER KOORDINATIONSTRAININGSGRUPPE UND DER KONTROLLGRUPPE. _____	103
ABBILDUNG 30: SUN SALUTATION _____	117
ABBILDUNG 31: MOBILE NECK _____	118
ABBILDUNG 32: MOBILE SHOULDER _____	118
ABBILDUNG 33: MOBILE UPPER BODY _____	119
ABBILDUNG 34: FORWARD BEND _____	119
ABBILDUNG 35: COBRA _____	120
ABBILDUNG 36: HALF SPINAL TWIST _____	120
ABBILDUNG 37: MOBILE HIPS _____	121
ABBILDUNG 38: TRIANGLE _____	121
ABBILDUNG 39: MODIFIED CHILD'S POSE _____	122
ABBILDUNG 40: MOBILE LEGS _____	122
ABBILDUNG 41: BEWEGLICHKEITSENTWICKLUNG DER BEWEGLICHKEITSTRAININGSGRUPPE. BOX-PLOTS REPRÄSENTIEREN IN ABHÄNGIGKEIT DES TESTS DIE DURCHSCHNITTLICHE HWS-ROTATION, DIE DURCHSCHNITTLICHE HORIZONTALE SCHULTERFLEXION, DIE DURCHSCHNITTLICHE BWS-/LWS-ROTATION UND DIE DURCHSCHNITTLICHE HÜFTROTATION VOR UND NACH DEM ZWÖLFWÖCHIGEN TRAINING. _____	125
ABBILDUNG 42: VERÄNDERUNG DER SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DER BEWEGLICHKEITSTRAININGSGRUPPE UND DER KONTROLLGRUPPE. _____	128
ABBILDUNG 43: VERÄNDERUNG DES SMASH-FAKTORS IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DER BEWEGLICHKEITSTRAININGSGRUPPE UND DER KONTROLLGRUPPE. _____	129
ABBILDUNG 44: VERÄNDERUNG DER FLUGWEITE DES BALLS IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DER BEWEGLICHKEITSTRAININGSGRUPPE UND DER KONTROLLGRUPPE. _____	131
ABBILDUNG 45: LEISTUNGSENTWICKLUNG DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE IN BEZUG AUF KRAFT. BOX- PLOTS REPRÄSENTIEREN IN ABHÄNGIGKEIT DES TESTS DIE DURCHSCHNITTLICHE ANZAHL AN WIEDERHOLUNGEN, DIE DURCHSCHNITTLICHE BELASTUNGSDAUER (SEK.) UND DIE DURCHSCHNITTLICHE SPRUNGWEITE (CM) VOR UND NACH DEM ZWÖLFWÖCHIGEN TRAINING. _____	146
ABBILDUNG 46: LEISTUNGSENTWICKLUNG DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE IN BEZUG AUF KOORDINATION. BOX-PLOTS REPRÄSENTIEREN IN ABHÄNGIGKEIT DES TESTS DIE DURCHSCHNITTLICHE ANZAHL AN WIEDERHOLUNGEN, DIE DURCHSCHNITTLICHE ZEIT (SEK.) UND DEN DURCHSCHNITTLICHEN SCORE VOR UND NACH DEM ZWÖLFWÖCHIGEN TRAINING. _____	148
ABBILDUNG 47: BEWEGLICHKEITSENTWICKLUNG DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE IN BEZUG AUF BEWEGLICHKEIT. BOX-PLOTS REPRÄSENTIEREN IN ABHÄNGIGKEIT DES TESTS DIE DURCHSCHNITTLICHE HWS-ROTATION, DIE DURCHSCHNITTLICHE HORIZONTALE SCHULTERFLEXION, DIE DURCHSCHNITTLICHE BWS-/LWS-ROTATION UND DIE DURCHSCHNITTLICHE HÜFTROTATION VOR UND NACH DEM ZWÖLFWÖCHIGEN TRAINING. _____	150
ABBILDUNG 48: VERÄNDERUNG DER SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE UND DER KONTROLLGRUPPE. _____	153
ABBILDUNG 49: VERÄNDERUNG DES SMASH-FAKTORS IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE UND DER KONTROLLGRUPPE. _____	155

ABBILDUNG 50: VERÄNDERUNG DER FLUGWEITE DES BALLS IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE UND DER KONTROLLGRUPPE.	156
ABBILDUNG 51: VERÄNDERUNG DER SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DEN EINZELNEN GRUPPEN.	165
ABBILDUNG 52: VERÄNDERUNG DES SMASH-FAKTORS IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DEN EINZELNEN GRUPPEN.	168
ABBILDUNG 53: VERÄNDERUNG DER FLUGWEITE DES BALLS IM ZEITVERLAUF ZWISCHEN DEN EINZELNEN GRUPPEN.	170

14 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: LEISTUNGSENTWICKLUNG DER KRAFTTRAININGSGRUPPE: PRÄ- UND POSTTEST-VERGLEICH ANHAND DER MITTELWERTE (M), STANDARDABWEICHUNGEN (SD) UND TESTS AUF NORMALVERTEILUNG. _____	67
TABELLE 2: SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER KRAFTTRAININGSGRUPPE MIT DER KONTROLLGRUPPE ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), TESTS AUF NORMALVERTEILUNG UND VARIANZHOMOGENITÄT. _____	70
TABELLE 3: SMASH-FAKTOR IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER KRAFTTRAININGSGRUPPE MIT DER KONTROLLGRUPPE ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), TESTS AUF NORMALVERTEILUNG UND VARIANZHOMOGENITÄT. _____	72
TABELLE 4: FLUGWEITE DES BALLS IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER KRAFTTRAININGSGRUPPE MIT DER KONTROLLGRUPPE ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), TESTS AUF NORMALVERTEILUNG UND VARIANZHOMOGENITÄT. _____	73
TABELLE 5: LEISTUNGSENTWICKLUNG DER KOORDINATIONSTRAININGSGRUPPE: PRÄ- UND POSTTEST-VERGLEICH ANHAND DER MITTELWERTE (M), STANDARDABWEICHUNGEN (SD) UND TESTS AUF NORMALVERTEILUNG. _____	96
TABELLE 6: SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER KOORDINATIONSTRAININGSGRUPPE MIT DER KONTROLLGRUPPE ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), TESTS AUF NORMALVERTEILUNG UND VARIANZHOMOGENITÄT. _____	99
TABELLE 7: SMASH-FAKTOR IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER KOORDINATIONSTRAININGSGRUPPE MIT DER KONTROLLGRUPPE ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), TESTS AUF NORMALVERTEILUNG UND VARIANZHOMOGENITÄT. _____	101
TABELLE 8: FLUGWEITE DES BALLS IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER KOORDINATIONSTRAININGSGRUPPE MIT DER KONTROLLGRUPPE ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), TESTS AUF NORMALVERTEILUNG UND VARIANZHOMOGENITÄT. _____	102
TABELLE 9: BEWEGLICHKEITSENTWICKLUNG DER BEWEGLICHKEITSTRAININGSGRUPPE: PRÄ- UND POSTTEST-VERGLEICH ANHAND DER MITTELWERTE (M), STANDARDABWEICHUNGEN (SD) UND TESTS AUF NORMALVERTEILUNG. _____	125
TABELLE 10: SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER BEWEGLICHKEITSTRAININGSGRUPPE MIT DER KONTROLLGRUPPE ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), TESTS AUF NORMALVERTEILUNG UND VARIANZHOMOGENITÄT. _____	127
TABELLE 11: SMASH-FAKTOR IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER BEWEGLICHKEITSTRAININGSGRUPPE MIT DER KONTROLLGRUPPE ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), TESTS AUF NORMALVERTEILUNG UND VARIANZHOMOGENITÄT. _____	129
TABELLE 12: FLUGWEITE DES BALLS IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER BEWEGLICHKEITSTRAININGSGRUPPE MIT DER KONTROLLGRUPPE ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), TESTS AUF NORMALVERTEILUNG UND VARIANZHOMOGENITÄT. _____	131
TABELLE 13: LEISTUNGSENTWICKLUNG DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE IN BEZUG AUF KRAFT: PRÄ- UND POSTTEST-VERGLEICH ANHAND DER MITTELWERTE (M), STANDARDABWEICHUNGEN (SD) UND TESTS AUF NORMALVERTEILUNG. _____	146

TABELLE 14: LEISTUNGSENTWICKLUNG DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE IN BEZUG AUF KOORDINATION: PRÄ- UND POSTTEST-VERGLEICH ANHAND DER MITTELWERTE (M), STANDARDABWEICHUNGEN (SD) UND TESTS AUF NORMALVERTEILUNG. _____	148
TABELLE 15: LEISTUNGSENTWICKLUNG DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE IN BEZUG AUF BEWEGLICHKEIT: PRÄ- UND POSTTEST-VERGLEICH ANHAND DER MITTELWERTE (M), STANDARDABWEICHUNGEN (SD) UND TESTS AUF NORMALVERTEILUNG. _____	150
TABELLE 16: SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE MIT DER KONTROLLGRUPPE ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), TESTS AUF NORMALVERTEILUNG UND VARIANZHOMOGENITÄT. ____	153
TABELLE 17: SMASH-FAKTOR IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE MIT DER KONTROLLGRUPPE ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), TESTS AUF NORMALVERTEILUNG UND VARIANZHOMOGENITÄT. _____	154
TABELLE 18: FLUGWEITE DES BALLS IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE MIT DER KONTROLLGRUPPE ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), TESTS AUF NORMALVERTEILUNG UND VARIANZHOMOGENITÄT. _____	156
TABELLE 19: SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER GRUPPEN ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), ANZAHL DER TEILNEHMER (N) UND TESTS AUF VARIANZHOMOGENITÄT. _____	165
TABELLE 20: ERGEBNISSE DER KONTRASTANALYSE ZUR VERÄNDERUNG DER SCHLÄGERKOPFGESCHWINDIGKEIT (MPH) ZWISCHEN DER BEWEGLICHKEITSTRAININGS-, KOORDINATIONSTRAININGS-, KRAFTTRAININGS- UND DER KONTROLLGRUPPE JEWEILS MIT DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE SOWIE ZWISCHEN DER BEWEGLICHKEITS- UND KOORDINATIONSTRAININGSGRUPPE JEWEILS MIT DER KRAFTTRAININGSGRUPPE.	167
TABELLE 21: SMASH-FAKTOR IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER GRUPPEN ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), ANZAHL DER TEILNEHMER (N) UND TESTS AUF VARIANZHOMOGENITÄT. _____	167
TABELLE 22: ERGEBNISSE DER KONTRASTANALYSE ZUR VERÄNDERUNG DES SMASH-FAKTORS ZWISCHEN DER BEWEGLICHKEITSTRAININGS-, KOORDINATIONSTRAININGS-, KRAFTTRAININGS- UND DER KONTROLLGRUPPE JEWEILS MIT DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE SOWIE ZWISCHEN DER BEWEGLICHKEITS- UND KOORDINATIONSTRAININGSGRUPPE JEWEILS MIT DER KRAFTTRAININGSGRUPPE.	169
TABELLE 23: FLUGWEITE DES BALLS IM PRÄ- UND POSTTEST: VERGLEICH DER GRUPPEN ANHAND DER MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN (SD), ANZAHL DER TEILNEHMER (N) UND TESTS AUF VARIANZHOMOGENITÄT. _____	170
TABELLE 24: ERGEBNISSE DER KONTRASTANALYSE ZUR VERÄNDERUNG DER FLUGWEITE DES BALLS (M) ZWISCHEN DER BEWEGLICHKEITSTRAININGS-, KOORDINATIONSTRAININGS-, KRAFTTRAININGS- UND DER KONTROLLGRUPPE JEWEILS MIT DER KOMBINATIONSTRAININGSGRUPPE SOWIE ZWISCHEN DER BEWEGLICHKEITS- UND KOORDINATIONSTRAININGSGRUPPE JEWEILS MIT DER KRAFTTRAININGSGRUPPE.	171