

BACHELORARBEIT I & II

Titel der Bachelorarbeit

**Beinachsenkorrekturtraining bei professionellen
FußballspielerInnen**

Verfasser

Andreas Lastinger

&

Katharina Bayr

angestrebter Akademischer Grad

Bachelor of Science in Health Studies (BSc)

St. Pölten, 2019

Studiengang:

Studiengang Physiotherapie

Jahrgang

PT 16

Betreuerin / Betreuer:

FH- Prof. Barbara Wondrasch PT, PhD

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Dieses Bachelorarbeitsthema habe ich bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt.

.....

Datum

.....

Unterschrift (Lastinger)

.....

Datum

.....

Unterschrift (Bayr)

I Abstract Deutsch

Der Einfluss von Beinachsenkorrekturtraining auf die Sprunghöhe bei professionellen FußballspielerInnen.

Einleitung: Ein weit verbreitetes Phänomen im Fußballsport stellt die Ausprägung der Beinachse in eine vermehrte Varusstellung dar. Einige Studien belegen, dass negative Auswirkungen einer Fehlbelastung, hervorgerufen durch diese Abweichung der physiologischen Beinachse, auf die Gelenke und der Muskulatur der unteren Extremität bestehen. Jedoch gibt es zum derzeitigen Stand der Literatur keine Belege, ob ein Zusammenhang mit einer Abweichung der physiologischen Beinachse und der Leistungsfähigkeit bei einem Sprung vorzufinden ist. Dadurch ergibt sich folgende Fragestellung: „Inwieweit verändert sich die Sprunghöhe bei professionellen FußballspielerInnen, mithilfe eines Trainings zur Korrektur der Beinachse, im Vergleich zu professionellen FußballspielerInnen ohne Beinachsentraining?“. Diese hat das Ziel, herauszufinden, ob messbare Verbesserungen der Sprunghöhe, durch eine Korrektur der Beinachse, gegeben sind.

Methoden: Bei beiden randomisierten Gruppen wird zuerst eine optische Analyse der Beinachse durchgeführt sowie danach eine Messung der maximalen Sprunghöhe. Die Interventionsgruppe wird danach ein achtwöchiges Trainingsprogramm, zu je drei Einheiten pro Woche zur Verbesserung der Beinachse zusätzliche zu ihrem üblichen Trainingsprogramm absolvieren. Im Anschluss an das Programm wird erneut die maximale Sprunghöhe aller ProbandInnen ermittelt und verglichen.

Ergebnisse: Der abhängige T-Test ergibt mit den Signifikanz- Werten der Interventionsgruppe von 0,07 und der Kontrollgruppe von 0,15 nicht signifikante Ergebnisse. Außerdem zeigen sich unterschiedliche Mittelwerte und Standardabweichungen der Interventions- und Kontrollgruppe. Die Werte von $-3,67 \pm 3,98$ (Interventionsgruppe) und $-4,20 \pm 5,20$ (Kontrollgruppe) unterscheiden sich minimal.

Conclusio: Die Ergebnisse des abhängigen T- Tests weisen keinen signifikanten Unterschied der Sprunghöhe zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe auf. Dies bedeutet, dass das Beinachsentraining, welches die Interventionsgruppe 8 Wochen lang durchführte, keinen signifikanten Einfluss auf die Sprunghöhe dieser ProbandInnen hatte. Jedoch wiesen unter anderem die p- Werte Tendenzen auf, dass möglicherweise bei einer größeren Stichprobenanzahl signifikante Unterschiede darstellbar wären.

Schlüsselwörter: Beinachse, Fehlstellung, Sprunghöhe, Leistungsfähigkeit, Fußball

I Abstract Englisch

Effects of leg axis training on jump height of professional soccer players.

Introduction: A common phenomenon in soccer is the shaping of the leg axis in a varus position. Studies verify that negative consequences, on joints and muscles of the lower extremity by improper loading, occur through deviations from the physiological leg axis. To this point there is no evidence on the correlation between the deviation of the physiological leg axis and jump performance. This results in the following question: "To what extent does the jump height of professional soccer players with leg axis training change, compared to professional soccer players without leg axis training?" The aim of this question will be to find out if there is a measurable improvement of jump height through a correction of the leg axis.

Methods: Two groups were randomly assigned. For both groups an optical analysis of the leg axis was performed first, followed by a measurement of the maximum jump height. Afterward the intervention group performed a eight-week long training program with three sessions per week to optimize the leg axis. At the end of the eight- week intervention period the participants went through another maximum jump height testing.

Results: The dependent T-test gave insignificant results with the significance values of the intervention group of 0.07 and the control group of 0.15. In addition, different mean values and standard deviations of the intervention and control group are shown. The values of -3.67 ± 3.98 (intervention group) and -4.20 ± 5.20 (control group) show a minimal difference.

Conclusio: The results of the dependent T test show no significant difference in the jump height between the intervention and control groups. This means that the leg axis training, which the intervention group performed for 8 weeks, had no significant effect on the jump height of these subjects. However, among other things, the p-values showed tendencies that significant differences might be possible with a larger sample number

Keywords: leg axis, deformity, jump height, performance, soccer

II Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung (AL, KB).....	1
1.1	Anatomie und Biomechanik der Beinachse (KB)	2
1.1.1	Anatomischer Aufbau der Unteren Extremität.....	2
1.1.2	Biomechanik der Beinachse.....	4
1.2	Pathologien (KB)	8
1.3	Methoden zur Sprunghöhenmessung (AL)	9
1.4	Beinachsenkorrekturtraining (AL)	10
1.4.1	Trainingsprinzipien	11
1.4.2	Muskuläres Krafttraining	11
1.4.3	Dynamische Stabilisierung.....	11
1.4.4	Motorisches Lernen.....	12
1.4.5	Koordinationstraining	14
1.5	Zusammenfassung wissenschaftlicher Evidenzen (AL).....	15
1.6	Fragestellung und Ziel (KB)	15
2	Material und Methodik (AL, KB).....	16
2.1	Studiendesign und Ablauf (KB)	17
2.2	Beschreibung ProbandInnencharakteristika (KB).....	18
2.3	Ablauf der Messung und Messinstrumente (AL)	19
2.4	Beinachsenkorrekturtraining (AL+KB)	20
2.5	Datenanalyse (AL)	29
3	Ergebnisse (KB).....	30
3.1	Interventions- und Kontrollgruppe	31
3.1.1	Ergebnisse der Interventionsgruppe	33
3.1.2	Ergebnisse der Kontrollgruppe.....	35
3.1.3	Statistik	36
3.2	Zusammenfassung der Ergebnisse (KB).....	41
4	Diskussion (KB+AL).....	41
4.1	Interpretation der Ergebnisse (KB).....	43
4.1.1	Begründung und Diskussion der statistischen Auswahl	43

4.1.2	Interpretation, Diskussion und Vergleiche der tatsächlichen Werte und der deskriptiven Statistik	44
4.1.3	Interpretation, Diskussion und Vergleiche der Normalverteilungsüberprüfung und des abhängigen T- Tests.....	47
4.1.4	Zusammenfassung, Conclusio und Beantwortung der Forschungsfrage	49
4.2	Klinische Relevanz (AL).....	52
4.3	Limitationen (AL).....	53
4.3.1	Stichprobengröße.....	52
4.3.2	Messungenauigkeiten und Gegebenheiten der Messwand.....	53
4.3.3	Kontrollierbarkeit der Durchführung der Trainings	55
4.3.4	Professionalität der FußballspielerInnen	57
4.3.5	Planung des Übungsprogrammes.....	59
4.3.6	Jahreszeit.....	61
5	Schlussfolgerungen, Ausblick und Zusammenfassung (AL).....	64
5.1	Schlussfolgerungen.....	64
5.2	Ausblick.....	68
5.3	Zusammenfassung.....	70
6	Literaturverzeichnis	70
	Anhang A (KB)	74

III Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Mikulicz- Linie: (von links nach rechts) physiologische Beinsachse; Varus- Abweichung; Valgus- Abweichung (Weber & Streich, 2017, S.63)**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abb. 1: mechanische Beinachse (links) und anatomische Beinachse (rechts) mit Gelenkwinkeln rot eingezeichnet im Vergleich (Burghardt, 2007, S. 12).....5

Abb. 2: Darstellung des Kniegelenkes mit Aufweisen verschiedener Mittelpunkte: (von oben nach unten) Oberer Punkt der Fossa Intercondylaris; Mittelpunkt der Femurkondylen; Zentrum der Tubercula intercondylaris; Mittelpunkt des Weichteilmantels; Mittelpunkt des Tibiaplateaus (Burghardt, 2007, S. 10).....7

Abb. 3: Darstellung des Sprunggelenkes mit Aufweisen verschiedener Mittelpunkte: (von oben nach unten: Mittelpunkt des Weichteilmantels; Knöchernes Zentrum; Zentrum des Talus (Burghardt, 2007, S. 10).....7

Abb. 5: Ausgangsposition.....22

Abb. 6: Beidbeinige Kniebeuge.....22

Abb. 7: Einbeinstand.....23

Abb. 8: Ausgangsposition24

Abb. 9: Einbeinstand mit Dualtask24

Abb. 10: Ausgangsposition25

Abb. 11: Einbeinige Kniebeuge25

Abb. 12: Ausgangsposition25

Abb. 13: Ausfallschritt nach hinten25

Abb. 14: Einbeinstand mit fixierter Hüfte26

Abb. 15: Sprung auf die Seite mit fixierter Hüfte26

Abb. 16: Ausgangsposition27

Abb. 17: Vertikaler Strecksprung27

Abb. 18: Einbeinstand im Reifen28

Abb. 19: Sprung in den nächsten Reifen28

Abb. 20: Subjektive Statikbeurteilung im schmalen Stand: rote Linie als Beinachse; blauer Pfeil als Abstandshinweis der Kniegelenke in den Varus	33
Abb. 21: Subjektive dynamische Beurteilung in der Kniebeuge: rote Linie als tatsächliche varische Beinachse; blaue Linie als optimale Beinachse	33
Abb. 22: Aufbau der Messwand und Darstellung der Messsituation des Jump and Reach Tests mit ProbandIn.....	54

IV Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Variablenübersicht.....	30
Tabelle 2: Werte der Interventionsgruppe.....	35
Tabelle 3: Werte der Kontrollgruppe.....	36
Tabelle 4: Deskriptive Statistik der Interventions- und Kontrollgruppe.....	38
Tabelle 5: Überprüfung der Normalverteilung: KS- Test; Schiefeit; Kurtosis.....	39
Tabelle 6: Abhängiger T- Test bei gepaarten Stichproben.....	40

V Abkürzungsverzeichnis

AL	Andreas Lastinger
KB	Katharina Bayr
WBL	Weight- Bearing- Line
MAD	Mechanical Axis Deviation
mLDFA	mechanischer lateraler distaler Femurwinkel
aLDFA	anatomischer lateraler distaler Femurwinkel
MPTA	medialer proximaler Tibiawinkel
JLCA	Gelenklinienwinkel
SIAS	Spina Iliaca Anterior Superior
ACL	vorderes Kreuzband/ Ligamentum cruciatum anterius
IG	Interventionsgruppe
KG	Kontrollgruppe

VI Vorwort

An dieser Stelle möchten wir uns herzlichst bei allen Beteiligten bedanken, die uns bei der Verfassung der Bachelorarbeit unterstützt haben.

Ein besonderes Dankeschön gilt unserer gemeinsamen Betreuerin Barbara Wondrasch PT, PhD, die uns bei der Gestaltung und der aufwendigen Organisation rundherum viel geholfen hat.

Außerdem möchten wir „Top Physio“ für die Vermittlung zum SV Gersthof danken. Ebenfalls möchten wir dem Trainerteam und den FußballspielerInnen des SV Gersthof für die Verfügung der Räumlichkeiten und der Teilnahme an unserer Bachelorstudie einen großen Dank aussagen.

1 Einleitung (AL, KB)

Leistungssteigerung hat in der heutigen Zeit einen hohen Stellenwert eingenommen. Möglichst das beste Ergebnis erzielen, seine Fähigkeiten immer mehr zu verbessern und keinen Rückschlag erfahren. Dies bezieht sich im sportlichen Bereich vor Allem auf die Verbesserung der Muskelkraft, der Schnelligkeit, der Reaktionsfähigkeit und auch auf die Optimierung der Sprunghöhe, Sprungweite und Sprungkraft. Dadurch, dass aber nicht jeder Mensch gleiche Voraussetzungen vorweisen kann, aufgrund von Faktoren, wie zum Beispiel Körpergröße, Körpergewicht und Verhältnissen zwischen einzelnen Körperabschnitten, sind die Ergebnisse von Leistungstests individuell sehr unterschiedlich. Jedoch gibt es genau aus diesem Grund viele Aspekte, die die persönliche Leistung beeinflussen können, wie eine Abweichung aus der Norm der physiologischen Beinachse. Solche Abweichungen sind heutzutage nicht sehr selten, oft kommen PatientInnen zuerst mit Knie-, Hüft- oder sogar Wirbelsäulenbeschwerden zur Physiotherapie, obwohl das Grundproblem eigentlich eine Fehlstellung der Beinachse ist. Dies sollte nur als Veranschaulichung dienen, inwieweit sich eine inkorrekte Beinachse auf den ganzen Körper und dadurch auch auf dessen Leistungsfähigkeit auswirken kann. Deswegen wird der Hauptaspekt dieser Arbeit, die Untersuchung der Beeinflussung einer Abweichung der Beinachse auf die Sprunghöhe bei professionellen FußballspielerInnen sein. Dies könnte einen erheblichen Einfluss auf die sportliche Leistungsoptimierung und deren Trainingsinhalten bei Personen mit Fehlstellungen haben.

In den folgenden Unterkapiteln, welche eine kurze Einleitung über die Anatomie und Biomechanik der Beinachse, verschiedene Pathologien beziehend auf Fehlstellungen, Methoden zur Sprunghöhenmessung, sowie eine Darstellung möglicher Trainingsprinzipien von Beinachsenkorrekturtraining mit kurzer Erläuterung der Aspekte des motorischen Lernens und die Zusammenfassung wissenschaftlicher Relevanzen beinhalten, wird eine Einführung in die vorliegende Bachelor- Studie gegeben.

1.1 Anatomie und Biomechanik der Beinachse (KB)

1.1.1 Anatomischer Aufbau der Unteren Extremität

„Die unteren Gliedmaßen unterteilen sich in den Beckengürtel und in die freie untere Extremität, die sich wiederum in drei Abschnitte gliedert: Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß“ (Burghardt, 2007). Laut Faller und Schünke (2016, S. 328) sind die unteren Extremitäten beim Menschen ausschließlich Stütz- und Fortbewegungsorgane. Weshalb sich ableiten lässt, dass diese Systeme mit starker Muskulatur und Bandstrukturen unterstützt werden, auf welche später noch genauer eingegangen wird. Zusätzlich verbinden die Kreuzbein- Darmbeingelenke das Kreuzbein mit den Hüftbeinen, welche laut Burghardt (2007) durch einen festen Bandapparat gesichert und dadurch nahezu unbeweglich sind. Dadurch, dass der Beckengürtel die einzige Verbindung zum Rumpf ist, finden hier sogenannte fortlaufende Bewegungen, von den Füßen beginnend bis sogar zu dem Kopf hinauf, statt. Weiterst verbinden Gelenke, mit speziell auf deren Funktionen angepassten anatomischen Gegebenheiten, die verschiedenen Abschnitte. Hier ist das Hüftgelenk, das Kniegelenk und das obere und untere Sprunggelenk für die Studie nennenswert, da hier zentrale Bewegungen stattfinden, die erst einen vertikalen Sprung ermöglichen können.

Das Hüftgelenk ist ein Kugelgelenk, welches über 3 Hauptachsen mit 6 Hauptbewegungsrichtungen, welche Flexion und Extension, Abduktion und Adduktion, Innenrotation und Außenrotation sind, verfügt (Burghardt, 2007). Weiterst erklärt Burghardt (2007), dass die erforderliche Stabilität und Belastbarkeit durch die große Gelenkpfanne gegeben ist, aber durch eine weite Gelenkkapsel das große Bewegungspotential erhalten bleibt. Dies ist ein wichtiger Faktor, in Bezug auf einen stabilen und aufrechten Stand, eine physiologische Beinachse, genauso wie auch für essentielle Bewegungen, wie gehen, laufen und springen. Doch nicht nur die besonderen Gelenkgegebenheiten alleine ermöglichen dies, sondern ein großer Aspekt wird der speziell darauf angepassten Hüftmuskulatur nahegelegt. Insbesondere lässt sich hier der Musculus Gluteus maximus erwähnen, welcher als wichtiger Strecker der Hüfte fungiert. Fällt dieser durch Schwäche aus, hat dies deutliche Auswirkungen auf die Hüfte, in Form von verstärkter Innenrotation, sowie auch auf die Beinachse, welche sich in Valgus- Abweichungen des Kniegelenkes verdeutlicht (Nguyen, Shultz, Schmitz, Lu-echt, & Perrin, 2011). Ein zusätzlicher wichtiger Faktor ist, dass einige Hüftmuskeln nicht nur das Hüftgelenk, sondern auch die Wirbelgelenke und das Kniegelenk überspannen (Platzer, 2013, S. 244). Wegen dieses Aspektes können die bereits erwähnten fortlaufen-

den Bewegungen sich auf mehrere Gelenke auswirken, sowie dies auch einen bedeutenden Einfluss auf die Beinachse hat. Denn wenn ein Problem, zum Beispiel in der Lendenwirbelsäule, vorliegt, kann dies durch erwähnte Verbindungen sich auf das Hüftgelenk in Form von verändertem muskulären Zusammenspiel, Depositionierung aus der physiologischen Norm (Beckenhoch- bzw. Tiefstand, verstärkte Ventral- bzw. Dorsalkippung) oder veränderter Bewegungsausmaße, auswirken. Schlussfolgernd aus dieser Veranschaulichung, stellt das Hüftgelenk einen Teil der Beinachse da und somit hätten wir einen Einfluss auf diese, durch ein Problem der Lendenwirbelsäule, gegeben.

Das Kniegelenk ist ein Scharniergelenk, welches Flexion, Extension, Innenrotation und Außenrotation als Bewegungsrichtungen aufweist. Laut Faller und Schünke (2016, S. 342) ist es das größte Gelenk des menschlichen Körpers und setzt sich zusammen aus dem Femur, der Tibia und der Patella, welche miteinander, durch das Femorotibialgelenk und Femoropatellargelenk, in Verbindung stehen. Diese werden durch einen Bandkomplex, sowie einstrahlende Sehnen der umliegenden Muskulatur, stabilisiert und gesichert. Außerdem fungieren zwei Menischi, welche an den Gelenkflächen der Tibia liegen und deren Inkongruenz mit dem Femur ausgleichen, als Stoßdämpfer bei Bewegungen. Hier gilt nach Platzer (2013, S. 252), genauso wie bei dem Hüftgelenk, dass nur wenige Muskeln ausschließlich auf das Kniegelenk wirken, sondern auch zusätzlich noch auf die Sprunggelenke und Hüftgelenke Auswirkungen haben.

Das Sprunggelenk teilt sich in ein oberes Sprunggelenk, zwischen der Malleolengabel, welche durch die distalen Enden des Wadenbeins und Scheinbeins gebildet wird, und der proximalen Gelenkfläche des Sprungbeins, sowie in ein unteres, welches sich durch die distale Gelenkfläche des Sprungbeins, das Fersenbein und dem Kahnbein bildet. Die Bewegungen Dorsalextension und Plantarflexion finden im oberen Sprunggelenk statt, Pronation und Supination im Unteren. Als wichtige Muskelgruppe für den Absprung ist die Wadenmuskulatur zu nennen, da diese durch eine Kontraktion die Ferse von der Unterlage abhebt und dies eine Voraussetzung für den Start eines Sprunges ist.

1.1.2 Biomechanik der Beinachse

Die Beinachse lässt sich in unterschiedlichen Varianten definieren. Nach Weber und Streich (2017, S. 63), sowie nach Burghardt (2007), definiert sich die mechanische Beinachse durch die Mikulicz- Linie, welche den Mittelpunkt des Hüftkopfes durch die Eminentia intercondylaris des Kniegelenkes zum Mittelpunkt der Talusrolle verbindet. Eine physiologische Beinachse liegt dann vor, wenn keine Abweichungen in den Valgus oder Varus vorliegen, das heißt, wenn man die Mikulicz- Linie gerade, durch die oben genannten Punkte, durchlegen kann. Bei einem Genu Valgum, umgangssprachlich als X- Bein bezeichnet, verläuft die Linie lateral, abhängig je nach Schweregrad der Deformität, an der Eminentia intercondylaris im Knie vorbei, da dieses nach medial abweicht. Dahingegen findet bei einem Genu Varum, als typisches O- Bein bekannt, eine Verschiebung des Kniegelenkes nach lateral statt, woraus sich ableiten lässt, dass die Mikulicz- Linie medial der Eminentia vorbeigeht. Dies lässt sich gut anhand der Abbildung 1 darstellen. An dem Röntgenbild auf der linken Seite geht die Mikulicz- Linie fast senkrecht durch alle drei Punkte durch, dies bedeutet, dass eine physiologische Beinachse vorliegt. In der Mitte zeigt sich eine Abweichung der Linie medial des Kniegelenkes, das heißt eine Varusdeformität liegt vor, wohingegen am rechten Röntgenbefund die Linie lateral vorbeigeht, das heißt, dass eine Abweichung in den Valgus vorliegt (Weber & Streich, 2017, S. 63).



Abb. 4: Mikulicz- Linie: (von links nach rechts) physiologische Beinsachse; Varus- Abweichung; Valgus- Abweichung (Weber & Streich, 2017, S.63)

Jedoch nennt Lahner u. a. (2014), in einer Studie über die Zusammenhänge der Beinachsenabweichungen, die Mikulicz- Linie „Weight- Bearing Line (WBL)“ und definiert zusätzlich dazu die „Mechanical Axis Deviation (MAD)“, welches die Distanz von dem Kniegelenkszentrum zur WBL festlegt. Damit lässt sich wiederum eine Abweichung der physiologischen Beinachse feststellen und messen.

Weiters definieren Weber und Streich (2017, S. 63) die anatomische Beinachse, welche sich aus dem Winkel der intramedullären Femur- und Tibiaachse ergibt und einen physiologischen femoralen Valguswinkel von zirka 5- 10° bildet. Das heißt, die zwei Linien, die die Achse bilden, werden in dem anatomischen Verlauf des Femurs und der Tibia gelegt. Im Gegensatz zur mechanischen oder auch funktionellen Beinachse, welche die Mikulicz-Linie durch die bereits beschriebenen Punkte bildet. Jedoch bildet nach Burghardt (2007) die anatomische Achse wiederum Winkel, welche in Zusammenhang mit der mechanischen Achse gelegt werden können. Abbildung 2 veranschaulicht den Unterschied der Linien, sowie aber auch den Zusammenhang der Gelenkwinkel dieser Beinachsen.

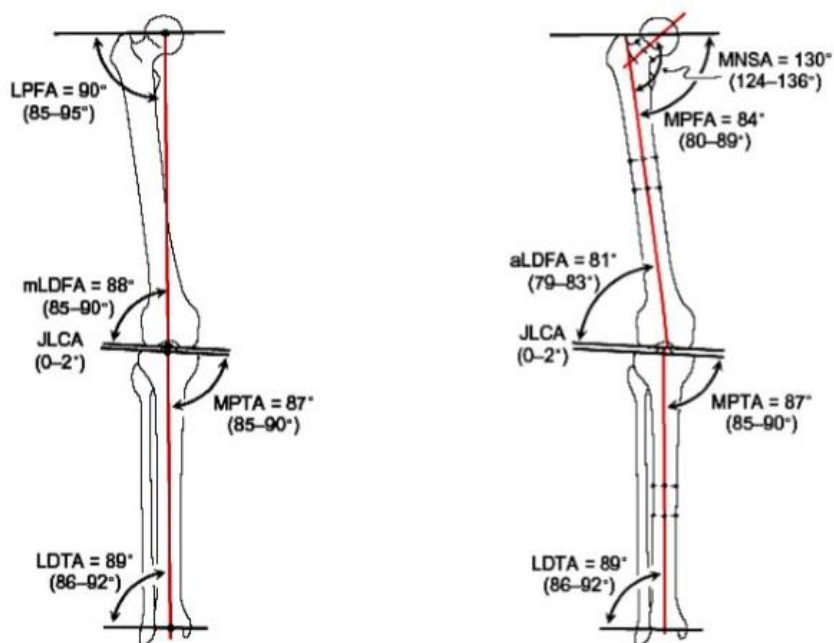


Abb. 5: mechanische Beinachse (links) und anatomische Beinachse (rechts) mit Gelenkwinkeln rot eingezeichnet im Vergleich (Burghardt, 2007, S. 12)

Die funktionelle Beinachse hängt außerdem direkt mit den verkehrten Drehrichtungen von Ober- und Unterschenkel zusammen, da der Oberschenkel einwärts statt auswärts dreht und der Unterschenkel auswärts statt einwärts (Larsen, van Lessen, & Hager- Forstenlechner, 2015, S. 55). Im Gegensatz zu pathologischen Beinachsendeformitäten sind funktionelle Beinachsenfehler haltungsbedingt und gebrauchsbbedingt (Larsen u. a., 2015, S. 55). Das heißt die funktionelle Beinachse äußert sich erst unter Belastung, wie zum Beispiel im Einbeinstand oder beim Sprung. Laut Bachl u. a. (2006, S. 156) sind Abweichungen der funktionellen Beinachse deswegen muskulär bedingt, bei einem Genu Valgum ist meistens der M. Vastus lateralis abgeschwächt, sowie bei einem Genu Varum der M. Vastus medialis zu schwach ist. Zusätzlich sind Beinachsenabweichungen mittels verschiedener Winkelmessungen feststellbar. Müller- Rath u. a. (2011) verwenden diese in deren Untersuchung einer valgusierenden Kniegelenksentlastungssorthese, wobei der „mediale mechanische femorotibiale Winkel“, der „mechanische laterale distale Femurwinkel (mLDFA)“, der „anatomische laterale distale Femurwinkel (aLDFA)“, der „mediale proximale Tibiawinkel (MPTA)“ und der „Gelenklinienwinkel (JLCA)“ verwendet wurden.

Folgende Aspekte der vorherig erläuterten Beinachsentypen und Feststellungen von Beinachsenabweichungen sind für diese Arbeit relevant: Dadurch, dass in der weiterführenden Bachelor- Studie keine Mittel für Röntgen- Aufnahmen vorhanden sind, ist es nicht möglich, die Beinachse anhand verschiedener Winkelmessungen mit Hilfe von Röntgenbildern festzustellen. Jedoch ist es im Rahmen der Möglichkeiten, durch Blickdiagnostik und Aufkleben farbiger Punkte, die mechanische Beinachse in der Statik und die Funktionelle während eines Sprunges, zu bestimmen und dadurch Abweichungen der Norm festzulegen. Dabei werden in Anlehnung an die Mikulicz- Linie folgende markante Punkte verwendet. Anstelle des Femurkopfzentrums wird der erste Punkt an der Spina Iliaca Anterior Superior (SIAS) angebracht, da bei der Anbringung an das Femurkopfzentrum leicht ein Bias auftreten kann, weil dieser ohne weitere Hilfsmittel schwer zum Feststellen ist. Dahingegen bildet die SIAS eine gut palpierbare und markante Stelle. Da die Kniescheibe über der Eminentia intercondylaris liegt und diese durch Abweichungen auf die Seite wiederum einen Bias hervorrufen kann, wird die Patella nicht direkt als zweiter Punkt verwendet, sondern die nahegelegene und auffällige Tuberositas tibiae. Dies wird in der Abbildung 3 veranschaulicht, wobei mehrere Mittelpunkte des Gelenkes beschrieben sind, wobei sich die Tuberositas tibiae dem Mittelpunkt des Tibiaplateaus anschließt. Aus diesem Grund heraus werden die anderen Mittelpunkte, also der obere Punkt der Fossa intercondylaris, der Mittelpunkt der Femurcondylen, das Zentrum der Tubercula intercondylaris, sowie der Mittelpunkt des Weichteilmantels außer Acht gelassen. Bei der Abbildung 3 werden diese nur veranschaulicht, um zu

zeigen, dass die das Kniegelenk mehrere Stellen als Mittelpunkte aufweisen kann. Jedoch davon aber für diese Studie nicht viele verwirklichtbar und anwendbar sind, da jene Punkte keine markanten palpablen Stellen darstellen. Der letzte Punkt ist die Mitte der Malleolen-gabel beziehungsweise der Mittelpunkt der Talusrolle. Diese zeigt die Abbildung 4 bildlich, wobei wiederum der Mittelpunkt des Weichteilmantels, sowie das knöcherne Zentrum eingezeichnet sind. Dabei kann man deutlich gut erkennen, wie nah beieinander diese Strukturen liegen, das heißt, dass es in der Praxis womöglich schwierig sein wird, diese genau zu unterscheiden.

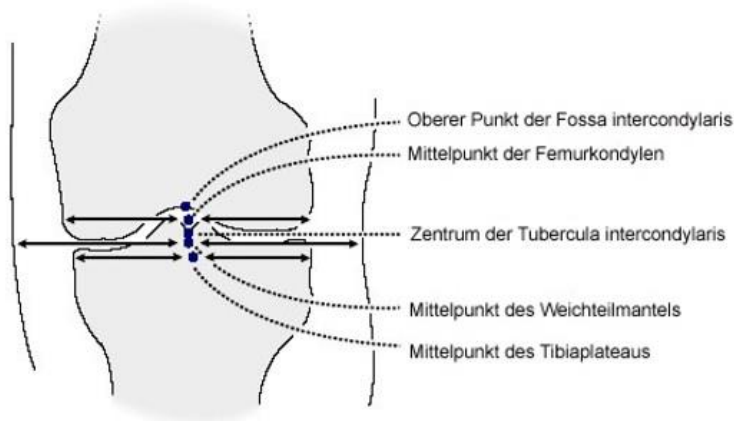


Abb. 6: Darstellung des Kniegelenkes mit Aufweisen verschiedener Mittelpunkte: (von oben nach unten) Oberer Punkt der Fossa intercondylaris; Mittelpunkt der Femurkondylen; Zentrum der Tubercula intercondylaris; Mittelpunkt des Weichteilmantels; Mittelpunkt des Tibiaplateaus (Burghardt, 2007, S. 10)

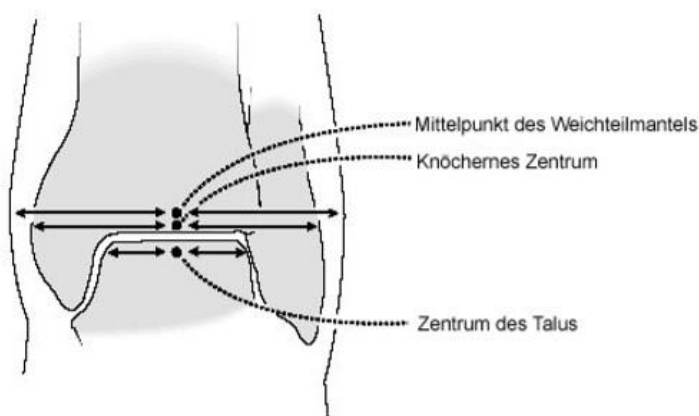


Abb. 7: Darstellung des Sprunggelenkes mit Aufweisen verschiedener Mittelpunkte: (von oben nach unten: Mittelpunkt des Weichteilmantels, Knöchernes Zentrum; Zentrum des Talus (Burghardt, 2007, S. 10)

1.2 Pathologien (KB)

Bei Beinachsenfehlstellungen ist zu unterscheiden, ob sie angeboren oder erworben, beziehungsweise physiologisch oder pathologisch sind. Dabei gibt es viele verschiedene Ursachen. Beginnend bei Problemen während der Schwangerschaft, hinüber zu Entwicklungsstörungen in der Kindheit, durch Infektionen hervorgerufene Deformitäten, bis hin zu posttraumatische Folgen und Belastungsungleichheiten. Während des kindlichen Wachstums kommen oft physiologische Beinachsenfehlstellungen vor, wobei ein Neugeborenes einen Varus von 15° aufweisen kann, der sich aber im Alter von zwei bis vier Jahren in einen ausgeprägten Valgus von 12° umstellt, jedoch letztendlich im Erwachsenenalter in einem leichten physiologischen Valgus vorhanden bleibt (Netter, 2001, S. 266). Nach Burghardt (2007) sind besonders Frakturen im Zusammenhang mit der Wachstumsfuge im Kindesalter zu beachten, da diese unter anderem ein massives Fehlwachstum im Heilungsprozess nach sich ziehen können.

Ein wichtiger Aspekt in Bezug auf Pathologien betreffend Beinachsenabweichungen sind Arthrosen. Diese sind laut Schünke u. a. (2014, S. 48) degenerative Gelenkserkrankungen, welche als wesentliche Ursache ein Missverhältnis zwischen Belastung und Belastbarkeit des Gelenkknorpels sehen und sich durch eine suboptimale Biomechanik entwickeln, welche aufgrund von posttraumatischen Deformitäten, Gelenkdysplasien, Achsabweichungen, sowie Instabilitäten hervorgerufen werden. Diese Fehlbelastungen betreffen hauptsächlich die Hüfte, in Form einer Coxarthrose und das Kniegelenk, bezeichnend als Gonarthrose. „Pathogenetisch steht die langsam und allmählich verlaufende Abnützung“ des hyalinen Gelenkknorpels im Vordergrund, da dieser sich durch die fehlende Durchblutung und der „Störung des Ein- und Ausstromes interstitieller Flüssigkeit“ kaum regenerieren kann und Schäden dadurch irreversibel werden (Schünke u. a., 2014, S. 48). Hierbei kann eine frühe Erkennung der Ursachen hilfreich sein und den Verlauf in seinem Schweregrad, durch individuell angepasste Strategien, wie zum Beispiel Verminderung der Fehl- bzw. Überbelastung durch Beinachsenkorrekturtraining, vermindern. Falls dies nicht mehr hilfreich ist, da die Arthrose schon sehr weit vorangeschritten ist, meint Schünke u. a. (2014, S. 48), dass dann die Möglichkeit einer Arthrodeese oder einer Endoprothese in Betracht gezogen werden sollte. Laut Müller- Rath u. a. (2011) stellt die isolierte Varusgonarthrose, wobei der mediale Anteil des Kniegelenkes, durch eine Beinachsenabweichung in den Varus, betroffen ist, eine Untergruppe der Arthrosen dar, welche bereits vermehrt bei jüngeren PatientInnen auftreten.

Besonders erwähnenswert ist hierbei auch das erhöhte Risiko einer vorderen Kreuzband (ACL)- Ruptur, wobei in der Studie von Chrisman u. a. (2012) herausgefunden wurde, dass vor Allem eine Valgus- Fehlstellung, während der Landung eines Sprunges, ein Risikofaktor für Knieverletzungen ist, da hier besonders viel Druck auf dem ACL liegt. Ähnliches haben auch Nguyen u. a. (2011) herausgefunden, wobei sie auf die abgeschwächte Hüftmuskulatur eingehen, welche die Stabilisationsfähigkeit des Gelenkes reduziert. Dies äußert sich wiederum in vermehrter Adduktion und Innenrotation des Hüftgelenkes, wobei ein vermehrter Knievalgus entsteht und dies zu einem erhöhten ACL- Ruptur- Risiko führt (Nguyen u. a., 2011). Bezeichnet wird dies als „functional valgus collapse“ (Nguyen u. a., 2011). Außerdem wurde zusätzlich ein interessanter Zusammenhang zwischen Meniskusverletzungen und Genu Varum in der Studie von Kim u. a. (2012) herausgefunden. Festgelegt wurde, dass die Ausrichtung der unteren Extremität die Art eines Meniskusrisses beeinflusst, das heißt eine Person mit Beinachsenfehlstellung in den Varus, kann eher einen Riss der Wurzel des Meniskus bekommen, anstelle eines horizontalen Risses (Kim u. a., 2012). Zusätzlich fand die Studie von Lahner u. a. (2014) heraus, dass ein erhöhter Alpha- Winkel des Hüftgelenks signifikant mit einer verstärkten Abweichung der Beinachse zusammenhängt, wobei darauf eingegangen wird, dass weitere Studien den Einfluss dessen auf das Risiko an einem Femoroacetabulären Impingements zu erleiden, untersuchen werden.

Abschließend ist wichtig zu erwähnen, dass ein hervorzuhebender Zusammenhang zwischen Fehlstellungen der Beinachse und einem unphysiologischem Gangbild besteht. Dies kann sich wiederum, nach Burghardt (2007), in schnellerer Ermüdung und progredientem Verschleiß der Gelenke, und somit auch durch verstärkte Schmerzen, äußern. Wenn sich der Radius der Antizipation, durch Schmerzen bei jedem Schritt, vermindert, ist der Aspekt der Lebensqualität dementsprechend beeinträchtigt. Häufig ist dies zusätzlich psychisch sehr belastend, wodurch sich viele PatientInnen verstärkt aus dem sozialen Umfeld zurückziehen (Burghardt, 2007). Deswegen ist es in der Physiotherapie wichtig, bei der Überprüfung der Statik, ein besonderes Augenmerk zusätzlich auf die Beinachse zu legen, auch wenn das Hauptproblem nicht direkt dort zu liegen scheint.

1.3 Methoden zur Sprunghöhenmessung (AL)

Die Prägnanz der Sprunghöhe hat als sportdiagnostischer Parameter im Zeitalter der computergestützten Optimierung von sportlichen Leistungen stark an Bedeutung gewonnen, auch außerhalb der offensichtlichen Aussagekraft in Sprung betonten Sportarten wie Leichtathletik, Volleyball oder Basketball. So ist die Höhe des vertikalen Sprungs ein Wert der direkt mit der Laufgeschwindigkeit, Agilität und Explosivkraft von SportlerInnen zusammenhängt (Ferreira, Schilling, Weiss, Fry, & Chiu, 2010). Folglich ist eine Maximierung der Sprunghöhe, durch eine Verbesserung der Sprungkraft, für SportlerInnen fast jeder Sportart ein Zugewinn ihrer Leistung.

Die akkurateste und konstanteste Methode, um Unterschiede in der vertikalen Verschiebung eines Körpers zu vergleichen, ist die Zeit zu messen, die der Körper sich ohne Bodenkontakt in der Luft befindet (Aragón-Vargas, 2000). Ähnlich genaue Ergebnisse erzielt man mithilfe einer Druckmessplatte mit der „impulse-momentum method“ (Ferreira u. a., 2010). Genauer wird die Bestimmung der Dauer des Sprungs, wenn sie durch eine Videoanalyse ermittelt wird. Des Weiteren ist der Jump and Reach Test eine vor Allem praktische und ortsungebundene Methode um die Sprunghöhe schnell und einfach zu ermitteln. Es gilt als unbedingt, die Sprungvarianten zu standardisieren, da verschiedenen Methoden des Absprungs (Ferreira u. a., 2010), sowie die kinetische Ausgangslage (Aragón-Vargas, 2000) die tatsächliche Sprunghöhe stark variieren lassen.

1.4 Beinachsenkorrekturtraining (AL)

1.4.1 Trainingsprinzipien

Auch wenn SportlerInnen, TrainerInnen und sportliche BetreuerInnen häufig auf individuelle Taktiken zur Verbesserung der sportlichen Leistung schwören, handeln sie meist jedoch nach allgemein gültigen Trainingsprinzipien. Als Trainingsprinzipien gelten übergeordnete Handlungsanweisungen für den Trainingsprozess mit einem hohen Grad an Allgemeingültigkeit, sie sind methodische Grundsätze des sportlichen Trainings welche erprobt, verbessert und fundiert werden durch trainingspraktische und wissenschaftliche Erfahrungswerte (Frey & Hildenbrandt, 2002, S.43). Aus diesem Konzept abgeleitete wichtige Prinzipien sind die des trainingswirksamen Reizes, der individualisierten Belastung, der ansteigenden Belastung, der richtigen Belastungsfolge, der optimalen Relation zwischen Belastung und Erholung und der kontinuierlichen Belastung (Frey & Hildenbrandt, 2002, S.43).

1.4.2 Muskuläres Krafttraining

Muskeln sind der Antrieb sozusagen der Motor unseres muskuloskelettalen Bewegungsapparates. Durch sie sind uns flüssige, gezielte und dosierte Bewegungen möglich, die unserem vorher entworfenen Bewegungsplan entsprechen oder sogar unseren Körper als blitzschnelle Reaktion auf veränderte, vielleicht sogar gefährliche Gegebenheiten in unserer Umwelt anpassen. Verschiedene Parameter wie der physiologische Querschnitt des Muskels, die intermuskuläre Ansteuerung, die intramuskuläre Ansteuerung sowie die Faserzusammensetzung beschreiben die potentielle Fähigkeit in der Funktion des Muskels. Daneben werden verschiedene Arten der Muskelkraft beschrieben, welche ebenfalls als gute Parameter für die Beschreibung der tatsächlichen Leistung eines Muskels herangezogen werden können. Kraft ist die Fähigkeit des Nerv-Muskel-Systems, durch Innervations und Stoffwechselprozesse Muskelkontraktionen mit mehr als 30 % des individuellen Kraftmaximums durchzuführen und dabei Widerstände zu überwinden, ihnen nachzugeben oder sie zu halten (Steinhöfer, 2003, S.4-11). Es wird unterteilt in Maximalkraft, Schnellkraft, Reaktivkraft und Kraftausdauer. Besonders wichtig für die vorliegende Arbeit und die Stabilisierung der Beinachse ist die Kraftausdauer. Die Kraftausdauer stellt die Ermüdungswiderstandsfähigkeit der Muskulatur bei lang andauernden oder sich wiederholenden Kraftleistungen dar. Sie kann mehr zur Ausdauer oder mehr zur Kraft hin tendieren (Steinhöfer, 2003, S.4-11).

1.4.3 Dynamische Stabilisierung

Von distal betrachtet, öffnet sich die anatomische Fußlängsachse um 11° , damit die funktionelle Fußlängsachse nach vorn ausgerichtet werden kann. Der Vorfuß verschraubt sich pronatorisch gegen das inversorisch arbeitende untere Sprunggelenk, damit sich das Fußlängsgewölbe aufrichten kann. Weiterlaufend werden Tibia und oberes Sprunggelenk nach außen gedreht, wodurch sich der Kalkaneus inversorisch bewegt und von proximal die Längswölbung des Fußes verstärkt, was außerdem eine Lateralisierung des Kniegelenks zur Folge hat. Das Hüftgelenk wird außenrotatorisch und abduktorisch stabilisiert, indem die Femurkondylen rotieren, bis sie frontotransversal stehen (Suppé, Bacha, & Bongartz, 2011, S.21-22). Um ihre Stützfunktion im Stand optimal gewährleisten zu können, müssen die Gelenke der unteren Extremität rotatorisch stabilisiert, übereinanderstehen. Nur auf diese Weise ist es den Beinen möglich, dem gesamten Körper ein dynamisch stabiles Fundament zu bieten. Die dynamische Stabilisation ist durch das kontrollierte Zulassen von bestimmten Bewegungen gekennzeichnet, während andere Komponenten verhindert werden sollen (Suppé u. a., 2011, S.21-22). Auf globaler Ebene bestehen die Auswirkungen aus einem mangelhaften Synergismus von Agonisten und Antagonisten. Muskuläre Dysbalancen sind das Ergebnis, womit die Fähigkeit, einzelne Körperabschnitte selektiv zu bewegen, zu stabilisieren sowie eine vorgegebene Haltung zu reproduzieren, gestört ist (Suppé u. a., 2011, S.52). Dies zeigt die Wichtigkeit eines multidimensionalen Ansatzes auf um die Beinachse effektiv zu verbessern. Es gilt Aspekte der Kraft, Sensorik, Koordination anzusprechen um die dynamische Stabilisation in der optimalen Beinachse zu erreichen. Somit ist die dynamische Stabilisierung vor Allem bei Sportarten wie Fußball mit schnellen Richtungswechseln, hohen Beschleunigungen und häufigen Sprüngen äußerst wichtig.

1.4.4 Motorisches Lernen

Motorisches Lernen ist ein Vorgang, welcher in jedem von uns stattfindet und von mehreren Faktoren positiv sowie auch negativ beeinflusst werden kann. Es wird beschrieben durch die Aneignung von motorischen Fähigkeiten, der Leistungssteigerung von erlernten oder höchst spezialisierten motorischen Fähigkeiten, die Wiedererlernung von schwer durchführbaren motorischen Fähigkeiten, welche durch Krankheit oder Verletzung nicht mehr durchgeführt werden konnten. (Magill, R.A. und Anderson, D. 2014). In einem engen Zusammenhang steht das motorische Lernen mit der Neuroplastizität des Gehirns (Hummel & Gerloff, 2012, S.733-740). Motorisches Lernen geschieht in drei Phasen, nämlich der kognitiven Phase, der assoziativen Phase und der autonomen Phase (Fitts & Posner, 1967). Die kognitive Phase ist vorrangig durch das Verstehen der geplanten korrekten Bewegung gekennzeichnet. In der Praxis ist das Training in dieser Phase durch analytisches und visuelles Feedback unter dauernder Selbstbeobachtung zum Vergleichen sowie dem Verbessern der zu erlernenden Bewegung geprägt. Regelmäßiges mentales Training, also dem Visualisieren der Bewegung vor dem inneren Auge, unterstützt das Erlernen der Bewegungsausführung sehr. In der assoziativen Phase liegt das Selbsterfahren der Bewegung im Vordergrund. Das Ziel in dieser Phase ist es den eigenen Körper bei der Ausführung der Bewegung zu fühlen und den Erfolg oder Misserfolg der Bewegungsausführung selbst zu erkennen, sprich intrinsisches Feedback. Visuelles und auch extrinsisches Feedback unterstützen die Entwicklung in dieser Phase ebenso. Das Vorankommen in dieser Phase wird, außer dem Verbessern der Technik der Bewegung, auch in messbaren Erfolgen, wie Schnelligkeit der Bewegung, höhere Präzision auch bei mehreren Wiederholungen und einer ökonomischeren und kraftvolleren Bewegung, wahrgenommen. Die autonome Phase, welche die letzte der drei Stadien ist, wird beschrieben als Phase in der die Bewegung präzise und automatisch sowie unabhängig von den meisten Außenfaktoren ausgeführt werden kann. Durch die Automatisierung der Bewegung hat man mehr mentale Ressourcen zur freien Verfügung. Diese werden dann von Nutzen sein, wenn zu der Bewegung Faktoren dazukommen wie zum Beispiel ein unbekanntes oder unvorhergesehenes Umfeld, gegnerische Spieler, Spielfluss und taktische Situationen. Diese drei Stadien werden unsere ProbandInnen bei dem von uns erdachten Training zur Verbesserung der Beinachse ebenfalls durchlaufen. Dadurch, dass die ProbandInnen professionelle FußballspielerInnen sind, besteht ein hohes Maß an sportlichem Vorwissen und ein breites Spektrum an Bewegungserfahrung. Folglich wird ein schneller Durchlauf dieses beschriebenen Prozesses des motorischen Lernens erwartet. Im Besonderen ist der Prozess des motorischen Lernens für den Erfolg des Trainings zur Verbesserung der Beinachse von Nöten und es wird später noch genauer auf die praktische Umsetzung eingegangen.

1.4.5 Koordinationstraining

Unter Koordination versteht man das Zusammenspiel des Zentralen Nervensystems mit dem Muskuloskelettalen Apparat um eine geplante Bewegung auszuführen. Durch Abstimmung der Muskelaktivitäten in Raum und Zeit wird eine harmonische, mühelos scheinende und zielgerichtete Bewegung ausgeführt (Neumaier, 2001, S.14-18). Je besser die Abstimmung desto besser das Ergebnis der Bewegung. Koordinationstraining für das Beinachsen-training wird in dem physiotherapeutischen Prozess sehr häufig eingesetzt um präventiv Verletzungen der unteren Extremitäten entgegenzuwirken oder nach einer Verletzung deren Funktion schnell wiederherzustellen. Koordinationstraining hat nicht nur als Werkzeug um die Beinachse zu verbessern, sondern auch in anderen Bereichen positive Effekte. So wird neben verbesserter Bewegungsökonomie auch der Wirkungsgrad der Bewegung optimiert (Neumaier, 2001, S.14-18). Hier besteht Potential zur Verbesserung der Sprunghöhe, weswegen das Koordinationstraining zum Erlernen einer optimierten Beinachse in der Methodik aufgegriffen wird. Verschiedene Faktoren zur Verbesserung des fähigkeitsorientierten Koordinationstrainings können die sportliche Leistung positiv beeinflussen (Frey & Hildenbrandt, 2002, S.43). Im Folgenden wird die Nutzung dieser Faktoren genauer beschrieben. Zum einen wird durch Variation der Bewegungsausführung, wie zum Beispiel die Veränderung des Tempos, der Ausgangsstellung und der Übungsausführung die koordinative Komponente des Trainings erhöht. Zum anderen können die äußeren Bedingungen wie eine andere Umwelt, ein anderer Trainingsuntergrund, Partnerwechsel oder verschiedene Variationen und Größen des Spielgerätes verändert werden. Des Weiteren können verschiedene Bewegungsfertigkeiten, deren Separation und Kombination genutzt werden, auch aus anderen Sportarten und Trainingskonzepten, sowie situationsstypische und -untypische Bewegungsfertigkeiten. Außerdem kann die Bewegung unter zeitlichem Druck sowie unter Vorbelastung, also nach einem für die AthletInnen angepassten anstrengenden Trainings geübt werden. Ebenso kann die Form des internen und externen Feedbacks, also der Informationsaufnahme über die Bewegung verändert werden. Zum Beispiel kann mit geschlossenen Augen, vor einem Spiegel oder Alignment Board, aber auch unter Zuhilfenahme von verbalen und visuellen Cues, der externe Fokus verändert werden. Natürlich müssen diese Faktoren zur Verbesserung des koordinativen Trainings individuell angepasst werden, damit sich ein positiver Zugewinn einstellt. Vor allem bei SportlerInnen mit einem hohen Maß an Bewegungserfahrung, was die ProbandInnen in dieser Bachelorstudie vorweisen, müsste man daher viele Varianten in das koordinative Training einbauen.

1.5 Zusammenfassung wissenschaftlicher Evidenzen (AL)

Der Einfluss von Beinachsenfehlstellungen auf die Sprunghöhe ist ein wenig erforschtes Themengebiet, jedoch gibt es Zusammenhänge zwischen Schwäche der Glutealmuskulatur und Abweichungen der Beinachse (Nguyen, Shultz, Schmitz, Luecht, & Perrin, 2011). Durch diese Muskelschwäche ist eine Sprungkraftminderung gegeben. Deshalb wäre es weiters interessant herauszufinden, ob es einen Zusammenhang zwischen der Beinachse und der Sprunghöhe gibt. Des Weiteren gilt Sprunghöhe in der Sportdiagnostik als aussagekräftiger Parameter für viele Aspekte der sportlichen Leistungsfähigkeit. Deswegen wird in mehreren Sportarten großer Wert auf Sprungkraft, in Bezug auf Leistungssteigerung und Verletzungsprävention, gelegt. Insbesondere im Fußballsport, weshalb die Verfasser der Studie in dieser Arbeit den Fokus auf professionelle FußballspielerInnen gesetzt haben. Es besteht keine ausreichende Studienlage zur Veränderung der Sprunghöhe, Sprungweite oder Sprungkraft bei Optimierung der Beinachse. Diesen möglichen Effekt zu untersuchen, stellt deswegen den Hauptaspekt unserer Arbeit dar.

1.6 Fragestellung und Ziel (KB)

Dadurch, dass wie bereits erwähnt die Beinachse hauptsächlich muskulär stabilisiert wird, könnte ein Zusammenhang zwischen einer Beinachsenabweichung und einer verminderten Sprunghöhe, durch eine möglicherweise vermindert optimierten Kraftansteuerung der dafür notwendigen Muskulatur, bestehen. Aus dem Grund heraus, dass in dem Fußballsport die Sprungkraft von essentieller Notwendigkeit besteht, um zum Beispiel Kopfballduelle für sich zu gewinnen, sowie dass generell FußballspielerInnen eine Tendenz für Beinachsenabweichungen in den Varus zeigen, galt es als naheliegend die Vermutung von einem Zusammenhang der Beinachsenkorrektur und einer verbesserten Sprunghöhe zu untersuchen. Durch diese Schlussfolgerung und um diese Vermutung zu untersuchen und zu bestätigen, ergibt sich folgende Fragestellung: „Inwieweit verändert sich die Sprunghöhe bei professionellen FußballspielerInnen, mithilfe eines Trainings zur Korrektur der Beinachse, im Vergleich zu professionellen FußballspielerInnen ohne Beinachsentraining?“. Diese hat das Ziel, herauszufinden, ob messbare Verbesserungen der Sprunghöhe bei professionellen FußballspielerInnen, durch eine Korrektur der Beinachse, gegeben sind.

2 Material und Methodik (AL, KB)

In folgendem Kapitel werden die methodischen Arbeitsschritte und das Material der vorliegenden Studie detailliert erläutert und dargestellt. Zuerst werden das Studiendesign, der generelle Ablauf und die ProbandInnen genauer beschrieben. Danach wird ein Einblick in die Messmethoden und das Beinachsenkorrekturtraining gegeben, sowie schließlich die Messinstrumente und die Auswertung der Daten ausführlich erklärt werden.

2.1 Studiendesign und Ablauf (KB)

Bei dieser Studie handelt es sich um eine randomisiert kontrollierte Studie („randomised controlled trial= RCT“). Dadurch, dass die ProbandInnen zu einer Interventionsgruppe und einer Kontrollgruppe per Zufallsprinzip zugeteilt werden, und an der Interventionsgruppe das Beinachsenkorrekturtraining durchgeführt wird, ist den ProbandInnen bewusst in welcher Gruppe sie sind. Aus diesem Grund handelt es sich um eine offene Studie. Das bedeutet, es liegt keine Verblindung der ProbandInnen oder der anleitenden und durchführenden Studenten vor. Weiterst handelt es sich um keine placebokontrollierte Studie, da an der Kontrollgruppe keine Scheinintervention durchgeführt wird, sondern diese normal wie bisher ihr Fußball- Training, ohne spezifisches Beinachsenkorrekturtraining, weiterführen wird.

Der Ablauf der Studie beginnt bei der Entwicklung der Intervention, also des Beinachsenkorrekturtrainings, der Planung der Messmethoden, sowie der Aneignung der geeigneten Instruktionsweisen nach den Prinzipien des motorischen Lernens, welche im Mai und Juni des Jahres 2018 durchgeführt wurde. Die Rekrutierung, Randomisierung und Zuteilung zu den Gruppen der ProbandInnen, die Durchführung der Messungen und des Beinachsentrainings, sowie die Auswertung und Diskussion der gemessenen und berechneten Daten, wird im Rahmen der zweiten Bachelorarbeit im Wintersemester 2018 durchgeführt. Generell erfolgt im Rahmen der Rekrutierung die Feststellung der Beinachse und nach der Gruppenaufteilung findet eine erste Messung der Sprunghöhe aller ProbandInnen in den Räumlichkeiten des Fußballvereines des SV Gersthofes in Wien statt. Das weitere Vorgehen ist abhängig davon, in welcher Gruppe sich die jeweiligen ProbandInnen befinden. Die Interventionsgruppe nimmt an einem gemeinsamen Beinachsenkorrekturtraining, welches vor Ort am Fußballplatz der ProbandInnen stattfinden wird, teil. Danach lautet der Auftrag an die ProbandInnen die, in diesem Rahmen erklärten und durchgeführten, Übungen während der weiteren Fußball-Trainings drei Mal pro Woche über einen Zeitrahmen von 8 Wochen, mit Hilfe eines Übungskataloges und Instruktionen der jeweiligen Fußballtrainer sowie ein-

mal pro Woche der Instruktionen der Studienleiter, zu absolvieren. Jene Fußballtrainer bekommen eine genaue Instruktion und Anleitung zur Durchführung des Trainings. Die Kontrollgruppe trainiert, ohne spezifische Änderung ihrer Trainingsinhalte, im Hinblick auf eine Korrektur der Beinachse, weiter wie bisher. Schließlich findet eine wiederholte Messung der Sprunghöhe und Feststellung der Beinachse aller ProbandInnen statt. Wichtig zu erwähnen ist, dass alle ProbandInnen am Ende der Studie, das Recht an den Übungen für das Beinachsentraining haben, das heißt es der Übungskatalog für alle Teilnehmer, bei Beendigung der Studie, ausgeteilt. Dieses Dokument kann im Anhang A nachgelesen werden.

2.2 Beschreibung ProbandInnencharakteristika (KB)

Die ProbandInnen werden durch den Fußballverein des SV Gersthofes aus Wien zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich um professionelle FußballspielerInnen im Alter von 18 bis 35 Jahren. Dies bedeutet, dass mindestens durchschnittlich drei Mal pro Woche ein Fußball- Training über einen Zeitraum von zumindest der letzten drei Jahre absolviert wurde. Außerdem ist eine deutliche, durch Blickdiagnostik erfasste, Beinachsenabweichung in das Genu varum oder valgum eine relevante Voraussetzung. Zusätzlich werden folgende Ausschlusskriterien dabei beachtet: Falls Operationen an der unteren Extremität in den letzten 12 Monaten durchgeführt wurden, sowie generelle Verletzungen, wie zum Beispiel Supinationstraumata oder Muskelfasereintrisse, an der unteren Extremität in den letzten 6 Monaten stattgefunden haben, ist es diesen Personen nicht ermöglicht an der Studie teilzunehmen. Außerdem gilt als obligates Ausschlusskriterium eine korrekte physiologische Beinachse.

Die ProbandInnen werden in zwei Gruppen, durch einen Online- Nummer- Generator (www.randomizer.org) randomisiert per Zufallsprinzip aufgeteilt. Die Randomisierung dient dazu, dass die Merkmale der ProbandInnen in den Gruppen möglichst gleich sind und dadurch mögliche Fehlerquellen ausgeschlossen werden. Einerseits wird, wie in dem vorigen Kapitel bereits erwähnt, in die Interventionsgruppe zugeteilt, an der das Beinachsenkorrekturtraining stattfinden wird, andererseits in die Kontrollgruppe, welche normal wie bisher, ohne spezielles Beinachsenkorrekturtraining, weitertrainieren wird. Dies hat den Grund, dass die Ergebnisse am Ende der Interventionen und Messungen vergleichbar und in einen möglichen Zusammenhang gesetzt, beziehungsweise diskutiert und verdeutlicht werden können.

2.3 Ablauf der Messung und Messinstrumente (AL)

Zuerst wird an allen ProbandInnen eine Messung der Beinachse ohne Intervention durchgeführt. Die vorher beschriebenen Kennpunkte der Beinachse werden optisch und mit visuell technischer Unterstützung analysiert. Dabei achten die Verfasser der Studie gezielt auf die qualitativen und weniger auf die quantitativen Abweichungen. Danach wird die maximale Sprunghöhe aller ProbandInnen ermittelt, dabei wird nur der Beste aus drei Versuchen vermerkt. Gemessen wird die Sprunghöhe mittels Jump and Reach Test, eine Methode welche die Differenz zwischen der Größe der ProbandInnen mit senkrecht ausgestrecktem Arm sowie dem höchsten Punkt der ProbandInnenhand während dem Sprung ermittelt. Die Varianten der Sprünge werden von uns auf folgende Weise eingeschränkt: die Sprunggelenke befinden sich bei dem Absprung in Plantarflexion außerdem wird mit einer Hand nach oben gegriffen. Aus diesen Werten lassen sich sehr gut die Unterschiede einzelner Sprünge des gleichen Sportlers herauslesen, sowie auch Vergleiche mit anderen SportlerInnen ziehen (Ferreira u. a., 2010). Zur Vorbereitung auf die Testung werden die ProbandInnen sich mittels submaximaler Sprünge und eigenen Dehnübungen optimal aufwärmen (Ferreira u. a., 2010). Auf den ersten Sprungtest sowie die erste Messung der Beinachse folgend, wird mit der ProbandInnengruppe, welche ein Training zur Verbesserung der Beinachse bekommt, dieses durchgeführt. Die Studienleiter leiten die professionellen FußballspielerInnen in diesem Training an. Das Training wird direkt nach dem allgemeinen Aufwärmprogramm der Interventionsgruppe stattfinden und sich zeitlich über den ganzen Monat November 2018 erstrecken. Die Beinachse wird nach Beendigung des achtwöchigen Trainingsprogramm zur Korrektur der Beinachse nochmals qualitativ nach dem selbigen Schema wie die erste Beurteilung analysiert, jedoch nur bei der Interventionsgruppe. Qualitative Veränderungen werden von den Studienleitern vermerkt. Die abschließende Messung der Sprunghöhe wird exakt wie die erste Bestimmung der Sprunghöhe durchgeführt. Im Anschluss der Studie wird das von uns entwickelte und durchgeführte Trainings zur Korrektur der Beinachse allen Teilnehmern der Studie zur Verfügung gestellt. Die Beurteilung der Beinachse, sowohl vor als auch nach der Intervention wird von den Studienleitern optisch durchgeführt. Zur Unterstützung der Analyse der Beinachse wird Foto und Videomaterial aller ProbandInnen aufgenommen und ausgewertet. Auf Grund der Ergebnisse einer Studie über die unterschiedlichen Methoden zur Messung der Sprunghöhe (Ferreira u. a., 2010) sind die folgenden Instrumente zur Bestimmung der Sprunghöhe vorzuziehen. Da es um signifikante Unterschiede in der Sprunghöhe, geht werden die professionellen FußballspielerInnen mit dem Jump and Reach Test vermessen.

2.4 Beinachsenkorrekturtraining (AL+KB)

Das Beinachsentraining wird von den Studienleitern bei der ersten Trainingseinheit angeleitet. Durchgeführt wird das Training im weiteren Verlauf, vier Wochen ab der ersten Messung bis zur finalen Messung, von den professionellen Fußballspieler sowohl in Eigenverantwortung, als auch mit der Unterstützung ihrer Trainer, welche unser Training zur Korrektur der Beinachse in ihr Trainingsangebot aufnehmen und einbauen. Um diesen Ablauf zu erleichtern, erstellten die Verfasser der Studie einen Übungskatalog. Zusätzlich werden die Trainer mindestens einmal pro Woche bei Durchführung der Trainingseinheiten zur Verbesserung der Beinachse von den Verfassern der Studie unterstützt. Bei der Anleitung und Durchführung der Übungen achten wir, neben dem globalen Eindruck der Übungsausführung, auch im Besonderen auf die Innen- und Außenrotation im Hüftgelenk, Rotation, Valgus- und Varusstellung im Kniegelenk sowie Pronations- und Supinationstellung, Dorsalexension und Plantarflexion im Sprunggelenk als auch Inversion und Eversion im Fußgewölbe. Verbal wird der besondere Fokus auf die Stabilisation der Beinachse bei allen Übungen wiederholt um ihn in den Vordergrund zu rücken.

Im Folgenden werden die Übungen aus unserem Trainingskatalog, die zu jeweils zwei Sätzen trainiert werden, beschrieben. Besonders wurde darauf geachtet neben allgemein gültigen Trainingsprinzipien, auch Erkenntnisse des muskulären Trainings und der dynamischen Stabilisierung einfließen zu lassen. Außerdem wurden einige Komponenten des koordinativen Trainings und des motorischen Lernens eingefügt. In diesem Übungskatalog sind bestimmte Übungen angebracht, um eine Abweichung der physiologischen Beinachse zu korrigieren. Empfohlen werden pro Übung zwei Sätze, zu den angegebenen Wiederholungszahlen, bei einer Pause von 30 Sekunden und zwischen den verschiedenen Übungen eine Pause von 45 Sekunden. In Anlehnung an die Prinzipien des motorischen Lernens, verbessert sich der Trainingserfolg, wenn mehrere Pausen zwischen den Übungen erfolgen, anstatt wenige und lange Pausen (Shea, Wright, Wulf, & Whitacre, 2000). Das Trainingsprogramm ist auf drei Einheiten pro Woche für vier Wochen ausgelegt. Durch diese Parameter erwarten die Verfasser der Studie trainingswirksame Reize, die zu messbaren Erfolgen in der Verbesserung der Beinachse und damit zu der Erhöhung der Sprunghöhe führen. (AL)

Im Folgenden sind die Übungen mit Fotos kurz mit Hintergrund und Ziel dessen beschrieben, im Anhang im Übungskatalog befinden sich ausführlichere Durchführungsbeschreibungen zum Nachlesen.

- ÜBUNG 1: Beidbeinige Kniebeuge

Das Ziel dieser Übung ist die vorbereitende Aktivierung der Beinmuskulatur, insbesondere des M. Quadrizeps für die Stabilisierung des Kniegelenkes für die folgenden Einbeinstandübungen. Zusätzlich soll sich dadurch eine generelle Kraftverbesserung des M. Quadrizeps ergeben.



Abb. 5: Ausgangsposition

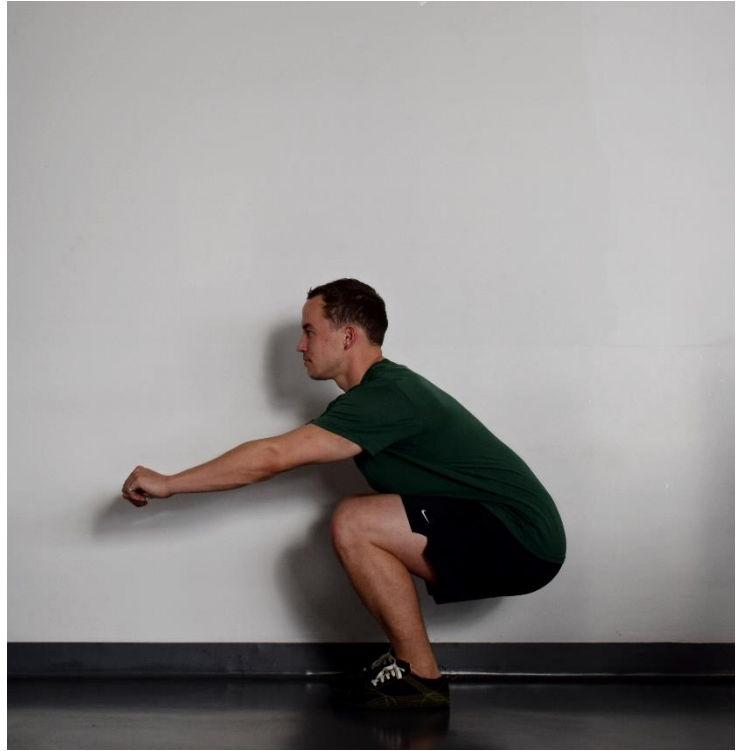


Abb. 6: Beidbeinige Kniebeuge

- **ÜBUNG 2: Einbeiniger Stand**

Das Ziel dieser Übung ist die Verbesserung der neuromuskulären Ansteuerung der Muskulatur der unteren Extremität, insbesondere des M. Gluteus Medius, M.

Quadrizeps, und der Fußmuskulatur. Dadurch steigert sich die Stabilisierungsfähigkeit einer geraden Beinachse im Einbeinstand.



Abb. 7: Einbeinstand

- ÜBUNG 3: Einbeiniger Stand mit Dualtask
Das Ziel dieser Übung ist dem der Übung 2 sehr ähnlich, nur mit dem Aspekt, dass die Stabilisierungsfähigkeit der Beinachse in dynamischeren Situationen durch den

zusätzlichen Faktor des Dualtasks trainiert wird. Das heißt, der Fokus legt sich noch mehr auf die Fähigkeit die Beinachse unter Ablenkung zu stabilisieren.



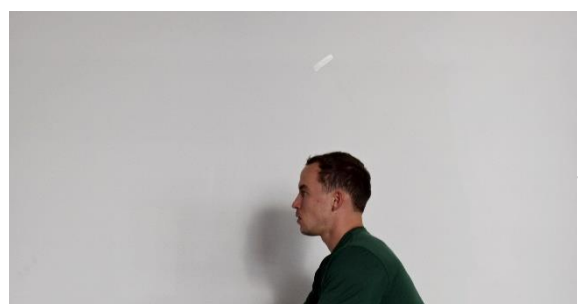
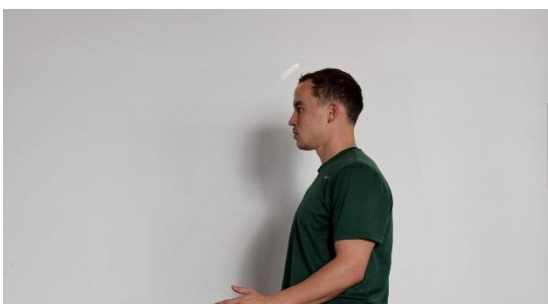
Abb. 8: Ausgangsposition



Abb. 9: Einbeinstand mit Dualtask

- **ÜBUNG 4: Einbeinige Kniebeugen**

Das Ziel dieser Übung ist die Kräftigung des M. Quadrizeps und die Verbesserung der neuromuskulären Ansteuerung unter erhöhtem bis maximalem Kraftaufwand



- ÜBUNG 5: Einbeinige Ausfallschritte nach hinten

Das Ziel dieser Übung ist die Stabilisierungsfähigkeit und die Verbesserung der neuromuskulären Ansteuerung der beinachsenstabilisierenden Muskulatur unter Dynamik zu verbessern.



Abb. 12: Ausgangsposition

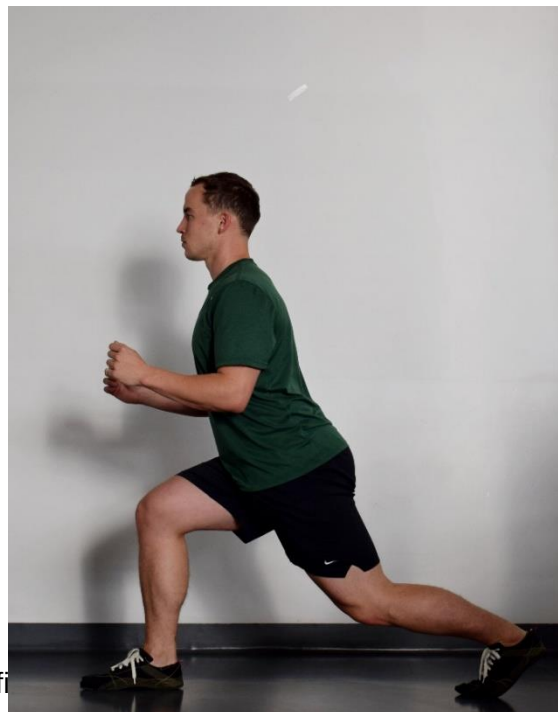


Abb. 13: Ausfallschritt nach hinten

Das Ziel dieser Übung ist dem gleich der Übung 5, jedoch mit dem Zusatz, dass durch die Fixierung der Hüfte und d... art werden soll.

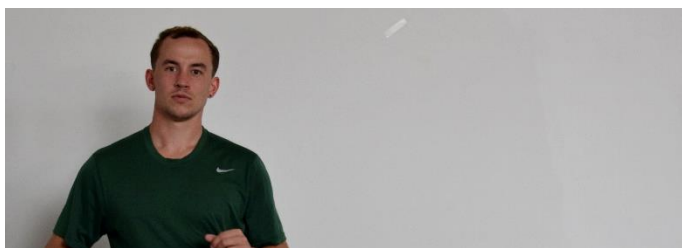
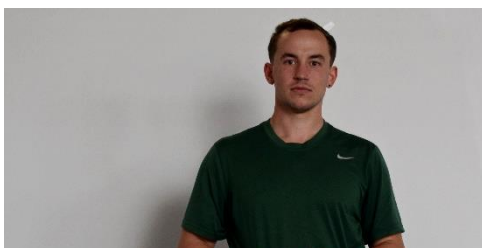
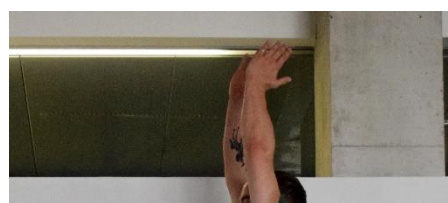


Abb. 15: Sprung auf die Seite mit fixierter Hüfte

- ÜBUNG 7: Kniebeuge- Strecksprünge

Das Ziel dieser Übung ist, einerseits die Verbesserung der Fähigkeit im Zeitpunkt der Landung die Beinachse stabilisieren zu können, andererseits die Kräftigung des



M. Gastrocnemius und M. Quadrizeps. Jedoch ist ersteres das Hauptziel und letzteres ergibt sich zusätzlich.

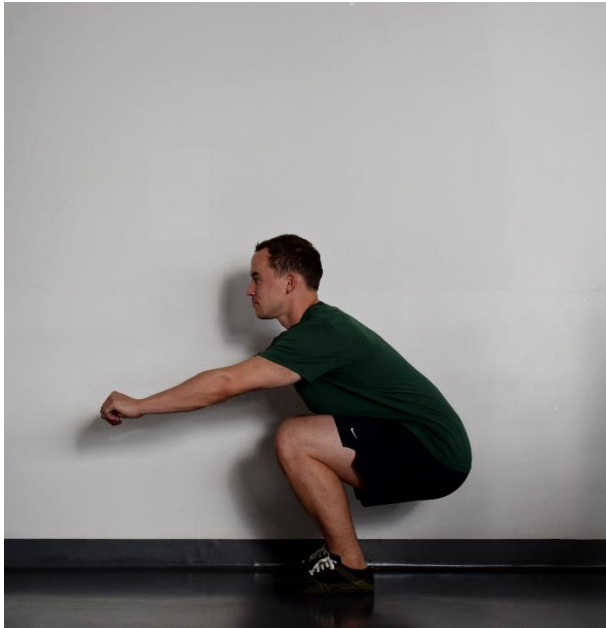


Abb. 16: Ausgangsposition

- ÜBUNG 8: Diagonales Springen

Das Ziel dieser Übung ist unter maximaler Dynamik die Fähigkeit zu erreichen, die Beinachse stabilisieren zu können. Das heißt es wird gleichzeitig eine Verbesserung

der neuromuskulären Ansteuerung besonders des M. Gluteus Medius, M. Quadrizeps und der Fußmuskulatur angebahnt.



Abb. 18: Einbeinstand im Reifen

(KB)

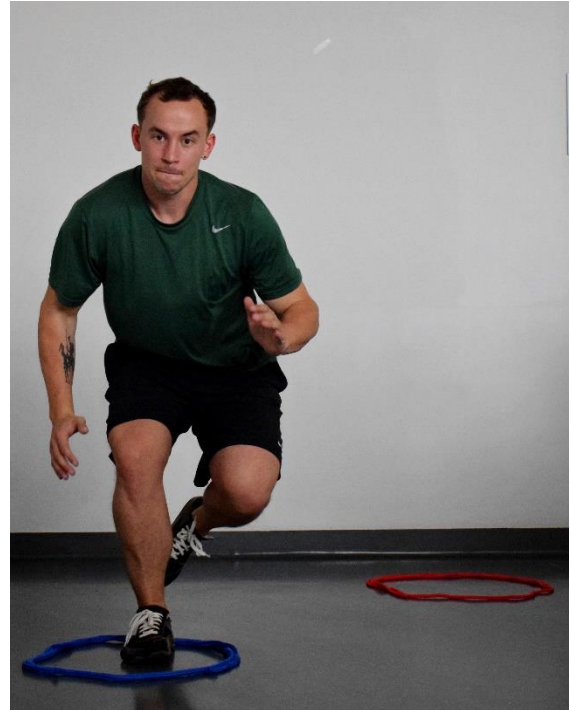


Abb. 19: Sprung in den nächsten Reifen

Zur didaktischen Verbesserung des Trainings zur Korrektur der Beinachse werden einige Hilfsmittel benutzt. Da eine Kombination aus extrinsischem und intrinsischem Feedback am besten für den Lerneffekt von Menschen in Bezug auf motorische Aufgaben ist (Magill,

2011) , wird neben der Selbsterfahrung auch die Aspekte der verbalen und taktilen Anleitung verwendet. Ergänzend werden Spiegel gebraucht, in denen die ProbandInnen direkt visuelles Feedback erhalten. Unterstützt wird das Feedback über die Spiegel durch die Anbringung von kleinen Markern an den Schlüsselpunkten Spina Iliaca Anterior Superior, Tuberositas Tibiae und Mitte der Malleolengabel. Um einen Bias zu vermeiden werden bei allen professionellen FußballspielerInnen alle Punkte angebracht, egal ob sie für die individuelle Korrektur der Beinachse der ProbandInnen wichtig ist oder nicht. Um auch die kleinsten Veränderungen in visuellem Feedback aufzuzeigen, wird ein so genanntes Alignment Board benutzt. Dieses ist eine karierte Wand, die durch eine feine Skalierung gekennzeichnet ist. Durch eine starke Lichtquelle wird der Schatten der ProbandInnen auf das Alignment Board geworfen. So haben die professionellen FußballspielerInnen, ebenso wie beim Spiegel, ein zeitgleiches Feedback, jedoch können feinere Unterschiede auf Grund der feinen Skalierung der Wand aufgezeigt werden. Dies verspricht vor Allem für die feinmechanische Einstellung der Beinachse ein potentiell besseres Feedback. (AL)

2.5 Datenanalyse (AL)

Die Auswertungsverfahren sind induktiv, um über Wahrscheinlichkeitsrechnung Rückschlüsse aus den Stichproben über die Grundgesamtheit zu treffen, sowie deskriptiv um

eine Aussage über die vorhandenen Daten zu treffen. Um herauszufinden ob es signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und der Interventionsgruppe gibt, wird die Statistik Software SPSS benutzt. Die erhobenen Daten werden im Folgenden dargestellt.

Tabelle 1: Variablenübersicht

Variable	Einheit / Kategorie	Variablentyp
Beinachsentraining	Ja/Nein	nominal
Sprunghöhe vor dem Training zur Verbesserung der Beinachse	Zentimeter	rational
Sprunghöhe nach dem Training zur Verbesserung der Beinachse	Zentimeter	rational

Die zu vergleichenden Stichproben, Sprunghöhe vor dem Training zur Verbesserung der Beinachse und Sprunghöhe nach dem Training zur Verbesserung der Beinachse, ergeben zwei metrische Stichproben. Die beiden Variablen sind abhängig und werden mit einem abhängigen T-Test verglichen.

3 Ergebnisse (KB)

In folgenden Unterkapiteln sind die Ergebnisse der Beinachsenbeurteilungen in der Statik und Dynamik, die tatsächlichen Messwerte der Sprunghöhe, sowie die Ergebnisse der statistischen Auswertungen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe differenziert tabellarisch dargestellt. Ebenfalls werden die einzelnen Überprüfungen der statistischen Voraussetzungen graphisch erläutert. Zusätzlich wird am Schluss ein Überblick in Form einer Zusammenfassung über die wichtigsten Auswertungen und Ergebnisse der Bachelorstudie gegeben.

3.1 Interventions- und Kontrollgruppe

Insgesamt nahmen bei der Interventionsgruppe 8 ProbandInnen teil, wobei ein Fußballspieler aus der Studie verletzungsbedingt kurz vor der zweiten Messung ausschied und einer krankheitsbedingt an der zweiten Messung nicht teilnehmen konnte. Dazu ist wichtig zu erwähnen, dass die Verletzung des Probanden in keinem Zusammenhang mit dem von uns erstellten Trainingsprogramm steht. Somit minimiert sich die Gruppe auf 6 Teilnehmer, welche 8 Wochen lang das Beinachsentraining durchführten. In diesem Zusammenhang wird hier noch ein kurzer demographischer Überblick über Geschlecht, Alter, Gewicht und Körpergröße der Teilnehmer der Interventions und Kontrollgruppe im Überblick gegeben. Die ProbandInnen sind alle männlich, weisen ein durchschnittliches Alter von $21 \pm 5,3$ Jahren, sowie eine Durchschnittsgröße von $1,78\text{m} \pm 0,19\text{m}$ und ein Durchschnittsgewicht von $79 \text{ kg} \pm 14 \text{ kg}$ auf. Diese Daten beziehen sich auf alle ProbandInnen, das heißt auf beide Gruppen zusammen.

Die Kontrollgruppe besteht aus 8 ProbandInnen, wobei 3 der ProbandInnen bei der zweiten Messung aus persönlichen Gründen nicht teilnehmen konnten. Diesbezüglich minimiert sich diese Gruppe ebenfalls. Insgesamt haben dann 5 ProbandInnen der Kontrollgruppe an der ersten, sowie an der zweiten Messung teilgenommen. In den 8 Wochen haben diese kein spezielles Beinachsen- Trainingsprogramm durchgeführt, sondern deren normalen Fußball- Trainingsplan verfolgt, wobei die Trainings nicht regelmäßig jede Woche stattfanden, da der Messzeitraum die Winterpause teilweise inkludierte.

Die ersten, sowie die zweiten Messungen wurden in den Räumlichkeiten des SV Gersthofes durchgeführt, wobei die Sprunghöhenmessung draußen an der Hausfassade stattfand, da die Wandhöhe innen nicht ausreichend genug war. Diese inkludieren die visuellen Beobachtungen der Beinachse in der Statik und der Dynamik der durchführenden Leiter der Bachelorstudie, sowie die Messung des Abstandes zwischen der Kniegelenke auf Höhe der Tuberositas tibiae. Wichtig hierbei zu erwähnen ist, dass diese durchgeführten Messungen

und die herauskommenden Werte ein wichtiger und unabdingbarer Teil für die Methodik und Durchführung der Bachelorstudie sind, jedoch für die spätere statistische Auswertung nicht geeignet sind, da die Reliabilität durch unzureichende Messverfahren nicht gegeben ist. Dies wird aber in den weiteren Kapiteln noch näher erläutert.

Die Statik wurde im engen Stand beurteilt und per Maßband gemessen, sowie die Position im Raum der ProbandInnen durch Markierungen am Boden standardisiert waren. Das heißt die ProbandInnen bekamen den Auftrag: „Stellen Sie die Füße hinter die Markierung am Boden, dass die Zehen nicht über die Linie ragen und ebenfalls so eng zusammen, dass kein Abstand zwischen den Knöcheln mehr ist“. Dies zeigt die Abbildung 19 bildlich, sowie die Werte in den Tabellen 2 und 3 in den zwei folgenden Unterkapiteln „Ergebnisse der Interventionsgruppe“ und „Ergebnisse der Kontrollgruppe“ unter der Spalte „Statik Beurteilung 1/2“ eingetragen sind. Die Abweichung der Beinachse der Dynamik wurde in der Kniebeuge durch Blickdiagnostik, sowie durch Videoanalysen erfasst. Den ProbandInnen wurde mitgeteilt: „Stellen Sie sich hüftbreit hin und machen Sie drei Mal hintereinander eine Kniebeuge auf zumindest 90 Grad“, sowie ihnen dieser Auftrag einmal von den Studienleitern vorgezeigt wurde. Dies wird in der Abbildung 20 verdeutlicht, sowie die Werte der ersten und zweiten Messung der Interventionsgruppe ebenfalls in den Tabellen 2 und 3 unter den Spalten „Dynamik Beurteilung 1/2“ eingetragen sind. Schließlich befinden sich in der letzten Spalte die Ergebnisse der Sprunghöhenwerte als Differenz von der maximalen Greifhöhe im Stand zum Höchsten der drei Messpunkte der Sprunghöhe. Jene Werte der ersten und zweiten Messung der Interventionsgruppe sind in der Tabelle 2 unter den Spalten „Differenz der Greifhöhe im Stand und der maximalen Sprunghöhe MESSUNG 1/2“ eingetragen sind. Jene Werte der Kontrollgruppe befinden sich in der Tabelle 3 in dem Kapitel „Ergebnisse der Kontrollgruppe“.

Nach 8 Wochen, in denen das Trainingsprogramm der Interventionsgruppe selbstständig, sowie unter Aufsicht des Trainerteams, durchgeführt worden ist, fand die zweite Messung ebenfalls in den Räumlichkeiten des SV Gersthofes am 10.01.2019 statt. Die Statikmessung, die Beurteilung in der dynamischen Kniebeuge, sowie die Sprunghöhe wurden erneut festgelegt und gemessen. Die Ergebnisse und Werte der Interventionsgruppe zeigen ebenfalls die Tabellen 2 und 3 in den auf dieses Kapitel folgenden Kapiteln „Ergebnisse der Interventionsgruppe“ und „Ergebnisse der Kontrollgruppe“.



Abb. 20: Subjektive Statikbeurteilung im schmalen Stand: rote Linie als Beinachse; blauer Pfeil als Abstandshinweis der Kniegelenke in den Varus

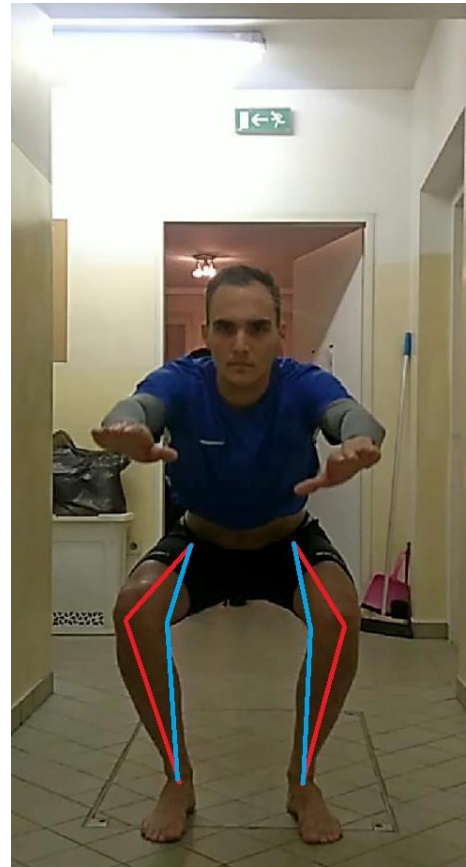


Abb. 21: Subjektive dynamische Beurteilung in der Kniebeuge: rote Linie als tatsächliche varische Beinachse; blaue Linie als optimale Beinachse

3.1.1 Ergebnisse der Interventionsgruppe

Besonderes Augenmerk bei der Interventionsgruppe fällt hierbei darauf, dass die Werte der Beurteilung der Beinachse in der Statik nach dem 8- wöchigen Trainingsprogramm bei der zweiten Messung generell geringer sind, als bei der Anfangsmessung. Dies stellt allerdings nur eine subjektive Beurteilung und Beobachtung dar, jedoch sind wie bereits erwähnt diese Werte eine wichtige Voraussetzung für die Methodik der Bachelorstudie, sowie es doch auch interessante Auffälligkeiten bei den ProbandInnen untereinander gibt. Dies zeigt sich vor Allem dadurch, dass Proband Nummer 5 keine Veränderung in den Werten der Statik- Beurteilung zeigt, wobei alle anderen zumindest um einen Zentimeter und maximal um zwei Zentimeter verringert sind. Auffällig ist zusätzlich, dass bei keinem/ keiner ProbandIn der Interventionsgruppe der Abstand sich vergrößert hat, sondern wie bereits erwähnt entweder gleich geblieben ist, oder wie bei der Mehrzahl der ProbandInnen sich doch verringert hat. Die Beurteilung in der Dynamik erzielte durchwegs bei allen ProbandInnen bei der Anfangsmessung, sowie bei der zweiten Messung, Auffälligkeiten der Varus- Abweichung der Beinachse. Dies stellt ebenfalls nur eine subjektive Beurteilung und Beobachtung für die Methodik der Arbeit dar.

In Bezug auf die Ergebnisse der zwei „Jump and Reach“- Sprunghöhenmessungen, zeigt sich eine generelle Steigerung der Sprunghöhe aller ProbandInnen der Interventionsgruppe, ausgenommen bei Proband Nummer Sechs, welcher sich um 0,5 cm verringerte und bei Proband Nummer Eins, welcher bei der ersten, sowie bei der zweiten Messung 51,5 cm erreichte. Proband Nummer Vier erreichte eine Verbesserung von 8,5 cm in der Sprunghöhe, mit welchen er die höchste Steigerung der Interventionsgruppe erzielte.

Tabelle 2: Werte der Interventionsgruppe

ProbandIn	Statik- Beurteilung 1 (Abstand Knie-Knie in cm)	Statik- Beurteilung 2 (Abstand Knie- Knie in cm)	Dynamik- Beurteilung 1	Dynamik- Beurteilung 2	Differenz der Greifhöhe im Stand und der maximalen Sprunghöhe MESSUNG 1	Differenz der Greifhöhe im Stand und der maximalen Sprunghöhe MESSUNG 2
1	5 cm	3 cm	Auffällig	auffällig	51,5 cm	51,5 cm
2	5 cm	4 cm	Auffällig	auffällig	50,5 cm	56 cm
3	9 cm	7 cm	Auffällig	auffällig	53,5 cm	61 cm
4	7 cm	6 cm	Auffällig	auffällig	52 cm	60,5 cm
5	5 cm	5 cm	Auffällig	auffällig	58 cm	59 cm
6	6 cm	5 cm	Auffällig	auffällig	55,5 cm	55 cm

3.1.2 Ergebnisse der Kontrollgruppe

In Bezug auf die Ergebnisse der Kontrollgruppe zeigt sich ebenfalls eine grundsätzliche Verringerung des Knie- Abstandes in der Statik bei der zweiten Messung, außer bei Proband Nummer 10, welcher keine Veränderung aufweist. Dies zeigt die Tabelle 3 in der zweiten und dritten Spalte auf. Die Nummerierung der ProbandInnen der Kontrollgruppe in der ersten Spalte beginnt nicht bei eins, sondern bei sieben, da dies übersichtlicher für den Vergleich in der Diskussion ist.

Die Dynamik zeigt keine Veränderung, jedoch sind bei den Differenzen der Greifhöhe im Stand zur maximalen Sprunghöhe Unterschiede zwischen der ersten und der zweiten Messung aufzuweisen. Die markantesten und auffälligsten Differenzen zeigt ProbandIn Nummer 7 mit der höchsten Steigerung von 10 cm, ProbandIn Nummer 11 zeigt keine Änderung auf, sowie ProbandIn Nummer 10 sogar 2 cm weniger hoch bei der zweiten Messung gesprungen ist.

Tabelle 3: Werte der Kontrollgruppe

ProbandIn	Statik- Beurteilung 1 (Abstand Knie-Knie in cm)	Statik- Beurteilung 2 (Abstand Knie- Knie in cm)	Dynamik- Beurteilung 1	Dynamik- Beurteilung 2	DIFFERENZ der Greifhöhe im Stand und der maximalen Sprunghöhe MESSUNG 1	DIFFERENZ der Greifhöhe im Stand und der maximalen Sprunghöhe MESSUNG 2
7	5 cm	3,5 cm	Auffällig	Auffällig	42 cm	52 cm
8	7 cm	5 cm	Auffällig	Auffällig	56,5 cm	61 cm
9	8 cm	6,5 cm	Auffällig	Auffällig	46,5 cm	55 cm
10	5 cm	5 cm	Auffällig	Auffällig	51 cm	49 cm
11	6 cm	5 cm	Auffällig	Auffällig	57 cm	57 cm

3.1.3 Statistik

In folgendem Unterkapitel wird die Auswahl des statistischen Testverfahrens kurz erläutert, sowie die Ergebnisse dessen dargestellt und die Markantesten hervorgehoben werden.

Die Werte der Differenz der Greifhöhe im Stand und der maximalen Sprunghöhe bilden die Basis für die statistischen Auswertungsverfahren. Da unter anderem eine Schließung vom Speziellen auf die Grundgesamtheit, sowie eine Normalverteilung der Daten gegeben ist, diese kardinal skaliert sind, werden die Differenz der Sprunghöhe von der ersten Messung und der zweiten Messung durch induktive Verfahren mittels dem parametrischen abhängigen T-Test mit Hilfe des Programmes SPSS ermittelt. Dadurch, dass insgesamt zwei gleiche Sprunghöhenmessungen vor und nach der Intervention stattfanden, liegen abhängige Stichproben vor, welche wie bereits erwähnt normalverteilt und kardinal skaliert sind. Aus diesen Gründen heraus, wurde der abhängige T-Test durchgeführt. Eine genauere Begründung der Auswahl des Testverfahrens wird in dem Unterkapitel „Interpretation der Ergebnisse“ des Diskussionsteiles gegeben.

Für die Beschreibung der Werte und den Vergleich zwischen den Gruppen wurde die deskriptive Statistik mit Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum beider Gruppen, sowie der ersten und der zweiten Messung, differenziert berechnet. Die Werte dessen befinden sich in der Tabelle 4. Die Bezeichnung „Sprunghöhe Messung 1 (cm)“ beziehungsweise „Sprunghöhe Messung 2 (cm)“ sind die Differenz der maximalen Greifhöhe im Stand zum höchsten Wert der Sprunghöhe. Auffällig hierbei ist, dass bei der Kontrollgruppe die Standardabweichung bei beiden Messungen höher ist als bei der Interventionsgruppe. Dies sieht man besonders deutlich anhand der Werte der ersten Messung. Der Mittelwert der Interventionsgruppe hat den Wert von 53,50 cm mit einer Standardabweichung von 2,81 cm. Dem entgegen liegt der Mittelwert bei der Kontrollgruppe bei der ersten Messung bei 50,60 cm mit einer auffällig höheren Abweichung von 6,46 cm. Dies zeigt, dass die Werte der Kontrollgruppe weit mehr verstreut und abgewichen vom Mittelwert sind, als die der Interventionsgruppe.

Des Weiteren zeigen sich Auffälligkeiten in den Ergebnissen der Minima und Maxima. Diese haben sich bei beiden Gruppen von der ersten zur zweiten Messung erhöht, wobei bei der Kontrollgruppe die Erhöhung von dem Minimum von 42 cm bei der ersten Messung zu 49 cm bei der zweiten Messung mit 7 cm Unterschied die höchste Steigerung erzielte.

Wichtig hierbei zu erwähnen ist, dass in diesem Teil nur die größten Auffälligkeiten sachlich dargelegt wurden. Eine genauere Untersuchung und Vergleiche der Ergebnisse der Gruppen ist in dem Kapitel „Interpretation der Ergebnisse“ der Diskussion dargelegt.

Tabelle 4: Deskriptive Statistik der Interventions- und Kontrollgruppe

		Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Interventionsgruppe	Sprunghöhe Messung 1 (cm)	53,50	2,81	50,50	58,00
	Sprunghöhe Messung 2 (cm)	57,17	3,67	51,50	61,00
Kontrollgruppe	Sprunghöhe Messung 1 (cm)	50,60	6,46	42,00	57,00
	Sprunghöhe Messung 2 (cm)	54,80	4,60	49,00	61,00

Für die Überprüfung der Normalverteilung wurde die Schiefeit und Kurtosis, sowie der Kolmogorov- Smirnov- Anpassungstest (KS– Test), mit Hilfe von dem Programm SPSS differenziert in die Anfangs- und Endmessung aller ProbandInnen berechnet. Die Ergebnisse dessen sind in der folgenden Tabelle 5 dargestellt.

Die vorliegenden Werte der Schiefeit von -0,91, sowie -0,32 und der Kurtosis von 0,71, sowie -0,98 liegen in dem Intervall von ± 2 und deuten somit auf eine Normalverteilung hin. Bei dem KS- Test wird die Asymptotische Signifikanz berechnet. Für dieses ist ein Alpha- Signifikanzniveau von fünf Prozent festgelegt, was in dem Unterkapitel der Diskussion „Interpretation, Diskussion und Vergleiche der Normalverteilungs-überprüfung und des abhängigen T- Tests“ erläutert und begründet wird. Anhand der Ergebnisse von 20 Prozent der Asymptotischen Signifikanz bei der ersten Messung, sowie von ebenfalls 20 Prozent bei der zweiten Messung liegt ein größerer Wert dar, als die 5 Prozent des Alpha- Signifikanzniveaus. Aus diesem Grund heraus, stellt sich ebenfalls durch den KS- Test eine Normalverteilung der Daten fest.

Tabelle 5: Überprüfung der Normalverteilung: KS- Test; Schiefeit; Kurtosis

	KS- Test: Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Schiefeit	Kurtosis
Sprunghöhe aller Probanden der Messung 1 (cm)	0,20	-0,91	0,71
Sprunghöhe aller Probanden der Messung 2 (cm)	0,20	-0,32	-0,98

Mit diesen normalverteilt geprüften Daten wurde mittels der Differenzen der Werte der Anfangs- und Endmessung der abhängige T- Test durchgeführt. Die Werte dessen lassen sich in der Tabelle 6 ablesen. Hierbei fällt auf, dass die Signifikanz beider Gruppen mit den

Werten von 0,07 (Interventionsgruppe) und 0,15 (Kontrollgruppe) größer als 0,05, dem Alpha- Signifikanzniveau, sind und dies darauf hindeutet, dass die Ergebnisse nicht signifikant sind. Jedoch zeigt sich ein unterschiedlicher Mittelwert und Standardabweichung mit den Werten von -3,67 +/- 3,98 (Interventionsgruppe) und -4,20 +/- 5,20 (Kontrollgruppe), sowie die Werte der Signifikanz nicht gleich sind. Dies deutet darauf hin, dass minimale Veränderungen stattfanden. Dies wird aber in dem Kapitel der Diskussion näher erörtert.

Tabelle 6: Abhängiger T- Test bei gepaarten Stichproben

	Mittelwert	Standardabweichung	Signifikanz
Interventionsgruppe	3,67	3,98	0,07
Kontrollgruppe	4,20	5,20	0,15

3.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die auffälligsten bereits erwähnten Ergebnisse als Überblick zusammengefasst. Zuerst werden die tatsächlichen Werte der Messungen behandelt, dann folgen die der statistischen Auswertung.

In Bezug auf die subjektive Beurteilung der Beinachse, fand bei beiden Gruppen eine größtenteils Verringerung von mindestens Einem bis maximal zwei Zentimeter des Knie- Abstandes in der Statik statt, mit den einzigen Ausnahmen des/der ProbandIn Nummer 5 der Interventionsgruppe und ProbandIn Nummer 10 der Kontrollgruppe, welche keine Veränderungen aufweisen. Bei den Sprunghöhenmessungen fand bei der Interventionsgruppe eine Steigerung von maximal 8,5 cm bei ProbandIn Nummer Vier statt. Dem entgegen verringerte sich ProbandIn Nummer Sechs um 0,5 cm, sowie ProbandIn Nummer Eins keine Veränderung der Sprunghöhe aufweist. ProbandIn Nummer Sieben der Kontrollgruppe erreichte eine maximale Steigerung von 10 cm, jedoch verringerte sich ProbandIn Nummer Zehn um 2 cm, sowie ProbandIn Nummer 11 keine Veränderung der Sprunghöhe aufwies.

Bei der deskriptiven Statistik ist die markanteste Auffälligkeit, dass die Standardabweichung bei beiden Messungen höher bei der Kontrollgruppe als bei der Interventionsgruppe bei einem niedrigeren Mittelwert ist. Dies zeigen die Werte von 53,50 +/- 2,81 cm (Interventionsgruppe, Messung 1) und 50,60 +/- 6,46 cm (Kontrollgruppe, Messung 1). Zusätzlich zeigt sich bei den Minima und Maxima der Sprunghöhenwerte, dass diese bei beiden Gruppen sich bei der zweiten Messung erhöht haben, sowie bei der Kontrollgruppe die höchste Steigerung des Minimums von 42 cm auf 49 cm mit 7 cm Differenz stattfand.

In Bezug auf die Überprüfung der Normalverteilung zeigt sich bei der Schiefeit und Kurtosis mit den Werten von -0,91/ -0,32 (Schiefeit) und 0,71/ -0,98 (Kurtosis) eine Normalverteilung, da diese in dem Intervall von +/- 2 liegen. Der KS- Test bestätigt dies, da beide Signifikanz-Werte mit 0,20 größer als das Alpha- Signifikanzniveau von 0,05 liegen.

Die Ergebnisse des abhängigen T-Tests ergeben mit den Signifikanz- Werten der Interventionsgruppe von 0,07 und der Kontrollgruppe von 0,15 ebenfalls größere Werte als 0,05. Zusätzlich zeigen sich unterschiedliche Mittelwerte und Standardabweichungen der Interventions- und Kontrollgruppe. Die Werte von -3,67 +/- 3,98 (Interventionsgruppe) und -4,20 +/- 5,20 (Kontrollgruppe) unterscheiden sich minimal, was darauf hindeutet, dass doch minimale Veränderungen stattfanden.

4 Diskussion (KB+AL)

In folgendem Kapitel der Diskussion wird die Zielsetzung und Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit kurz wiederholt. Ebenfalls werden in den folgenden Unterkapiteln die Ergebnisse interpretiert, die zwei Gruppen miteinander verglichen, die Forschungsfrage beantwortet, sowie die Limitationen und die möglichen Bias der Studie behandelt. Zusätzlich wird die Auswahl der statistischen Testverfahren begründet und diskutiert, sowie ein Überblick

über die klinische Relevanz der Ergebnisse gegeben wird. Dabei wird beschrieben, wie relevant die Ergebnisse und das Thema einer optimierten Beinachse für die Klinik und Physiotherapeuten allgemein sind.

In dem Kapitel der Einleitung wurde bereits erläutert, dass keine ausreichende Studienlage zur Veränderung der Sprunghöhe, Sprungweite oder Sprungkraft bei einer Optimierung der Beinachse durch ein angepasstes Training vorhanden ist. Diesen möglichen Effekt zu untersuchen, stellte deswegen den Hauptaspekt unserer Arbeit dar. Mit der Begründung, dass die Beinachse hauptsächlich muskulär stabilisiert wird und bei einer Muskelschwäche dieser stabilisierenden Muskulatur die Sprunghöhe ebenfalls vermindert wird, ergab sich folgende Fragestellung: „Inwieweit verändert sich die Sprunghöhe bei professionellen FußballspielerInnen, mithilfe eines Trainings zur Korrektur der Beinachse, im Vergleich zu professionellen FußballspielerInnen ohne Beinachsentraining?“. Diese hatte das Ziel, herauszufinden, ob messbare Verbesserungen der Sprunghöhe, durch eine Korrektur der Beinachse, gegeben sind. Durch die Aufteilung der ProbandInnen in die Interventions- und Kontrollgruppe, wobei bei Ersterer das Beinachsentraining stattfand, ist dies nun möglich. Zusätzlich werden eine Null- und eine Alternativhypothese aufgestellt, wobei die Nullhypothese annimmt, dass es keinen Unterschied zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe gibt. Im Gegensatz dazu nimmt die Alternativhypothese an, dass es einen messbaren Unterschied zwischen den zwei Gruppen gibt. Welche Hypothese aus welchen Gründen angenommen wird, wird zusätzlich in den folgenden Kapiteln erläutert, sowie die Ergebnisse der Testungen untereinander verglichen werden und die Auswertung der statistischen Testverfahren interpretiert wird. (KB)

4.1 Interpretation der Ergebnisse (KB)

In diesem Kapitel werden zuerst die tatsächlichen Differenzen der Greifhöhe im Stand zu der maximalen Sprunghöhe im Vergleich der Gruppen interpretiert. Darauf folgend eine Gegenüberstellung der deskriptiven Statistik, sowie der Induktiven inkludierend den Werten des abhängigen T- Tests. Abschließend werden die Hauptaspekte zusammengefasst, eine

Conclusio erstellt, sowie dadurch die Beantwortung der Forschungsfrage erfolgt. Um allerdings ein geeignetes Verständnis zur Auswahl der statistischen Testverfahren zu geben, wird zu Beginn jenes begründet und diskutiert.

4.1.1 Begründung und Diskussion der statistischen Auswahl

Die Auswahl des geeignetsten statistischen Verfahrens für die vorliegende Bachelorstudie wurde wie folgt begründet. Zuerst stellte sich die Frage zwischen Induktion und Deduktion. Deduktives Verfahren stellt den Schluss vom Allgemeinen auf das Spezielle dar, im Gegensatz dazu stellt induktives Verfahren den Schluss vom Speziellen auf die Allgemeinheit dar (Töpfer, 2008, S. 56). Dadurch dass bei dieser Studie, Probandengruppen mit relativ kleinen Gruppengrößen, also mit einer Größe von 6 in der Kontrollgruppe und 5 in der Interventionsgruppe, untersucht werden, ist der Schluss von dem Speziellen auf die Allgemeinheit gegeben. Außerdem stellt induktives Verfahren laut Kersten (2007, S. 3) dar, dass aus einer gewissen Anzahl konkreter Fälle zukünftige Entwicklungen vorausgesagt werden können und wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden, sowie von dem bekannten auf das unbekannte geschlossen wird. Diesbezüglich wird in dieser Studie das induktive Verfahren dem Deduktiven vorgezogen und mit diesem gearbeitet. Zusätzlich wurde die induktive Statistik der alleinigen deskriptiven Statistik vorgezogen, da bei Letzterer keine Aussage über die Grundgesamtheit möglich ist, sondern nur die Eigenschaften einer Stichprobe beschrieben werden können. In der induktiven Statistik wird sowohl mit deskriptiven Verfahren, als auch mit Wahrscheinlichkeitsrechnungen gearbeitet. Dies macht es für die Auswertung der Ergebnisse möglich, auf die Grundgesamtheit zu schließen.

Nun stellte sich die Frage, welches induktive Testverfahren bei der Gesamtpersonenanzahl von 11 ProbandInnen als sinnvoll zu betrachten ist, und welche Auswirkungen die minimierte Personenanzahl im Zeitintervall der zwei Messungen auf die Auswahl hat. Dadurch, dass überprüft werden musste, ob die Unterschiede zwischen den zwei Gruppen nur wahllos auf Grund von zum Beispiel zufälligen schlechten Tagesverfassungen der ProbandInnen, oder wirklich statistisch signifikant sind, war ein parametrisches Testverfahren als sinnvoll zu erachten. Denn parametrische Tests überprüfen die Signifikanz von einzelnen Parametern und können durch die vermehrte Verwendung der Daten damit tatsächliche gegebene Unterschiede eher nachweisen. Laut Billeter jedoch (2013, S. 32) empfiehlt sich bei kleineren Stichproben, das heißt wenn die Anzahl unter oder gleich 10 ist, eher ein nicht parametrisches Testverfahren anzuwenden, da sich Abweichungen bei parametrischen Tests stärker auswirken können. Dies wird durch die Behauptung unterstützt, dass

die Robustheit bei größeren Stichproben steigt (Billeter, 2013, S. 32). Das heißt, dass Veränderungen bestimmter Annahmen keine Änderung der Fehler- Wahrscheinlichkeit bewirken (Billeter, 2013, S. 32). Allerdings wird diese Aussage wieder gleichzeitig geschwächt und widerlegt, dadurch dass die Robustheit eines Tests indirekt durch die Art des Tests, das heißt dass es zum Beispiel links/ rechts/ zweiseitig ist, beeinflusst werden kann (Billeter, 2013, S. 33). Außerdem hat die Bedeutung der Gruppengröße laut Helten (1974, S. 106) keinen Einfluss auf die Auswahl von parametrischen oder nicht- parametrischen Testungen. Wichtig ist allerdings, ob eine Normalverteilung der Daten vorliegt oder nicht (Helten, 1974, S. 106). Und dies ist in dieser Studie gegeben, was in dem Kapitel der Ergebnisse, mit Hilfe der Überprüfung der Schiefeit und Kurtosis und des KS- Tests, gezeigt wurde. Zusätzlich war bei der Entscheidung wichtig, die Skalenniveaus der Daten mit in Betracht zu ziehen. Dies ist so wichtig, da das Skalenniveau die Art und das Vorgehen der statistischen Testverfahren bestimmt, das heißt in Fakt, dass bei einer kardinalen Skalierung ein parametrisches Testverfahren gegeben ist, sowie bei ordinal oder nominal skalierten Daten dies eher nicht anwendbar ist (du Prel, Röhrig, Hommel, & Blettner, 2010). Aus dem Grunde heraus, dass die Aussagen über die Stichprobengrößen sich in unterschiedlichen Quellen widersprechen, dass die Teststärke und damit die Nachweisbarkeit von Unterschieden größer bei parametrischen Tests ist, dass eine Normalverteilung der Daten vorliegt und mit dem Aspekt, dass es sich um kardinal skalierte Daten bei dieser Studie handelt, wurden parametrische Tests den nicht- Parametrischen vorgezogen. Der abhängige T- Test bei gepaarten Stichproben wurde mit der Begründung des Vorliegens von 2 abhängigen Stichproben, kardinal skalierten Daten, sowie einer Normalverteilung durchgeführt. Gepaarte Stichproben deshalb, weil an denselben ProbandInnen vor und nach der Intervention die Messungen durchgeführt wurden.

4.1.2 Interpretation, Diskussion und Vergleiche der tatsächlichen Werte und der deskriptiven Statistik

Im Folgenden wird nun auf die Interpretation und den Vergleich zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe in Bezug auf die tatsächlichen Werte der subjektiven Beinachsenbeurteilung, sowie der Sprunghöhenmessung, eingegangen. Die durchwegs gleich große Ver-

ringerung von mindestens einem Zentimeter bis maximal zwei Zentimeter des subjektiv gemessenen Knieabstandes in der Statik, mit zwei Ausnahmen beider Gruppen, zeigt, dass möglicherweise keine Beeinflussung der Beinachse durch das Beinachsentraining der Interventionsgruppe, stattfand. Jedoch kann dies nicht statistisch verwertet und verwendet werden, da keine ausreichenden reliablen Messungen dazu durchgeführt wurden. Dies begründet sich dadurch, dass eine reine subjektive Beurteilung der Beinachse in der Statik und der Dynamik für die Methodik, das heißt für die Durchführung der Hauptmessung notwendig und ausreichend für diese Studie genug war, sowie keine Möglichkeiten zur reliablen und validen Messung der Beinachse vorhanden waren. Dies wäre ein Fakt, welcher in einer erneuten zukünftigen Studie mit dieser Thematik inkludiert und verbessert werden könnte. Dieser Punkt wird aber in dem Kapitel „Ausblick“ näher erläutert. In Bezug auf die tatsächlichen Werte der Differenz der Greifhöhe im Stand und der maximalen Sprunghöhe des „Jump and Reach“- Tests, zeigte sich im Vergleich der Gruppen, dass bei beiden Gruppen ein/e ProbandIn sich jeweils in der Sprunghöhe bei der zweiten Messung verringerte. Jedoch wies der/ die ProbandIn Nummer Sechs der Interventionsgruppe einen geringeren Verlust von 0,5 cm als bei der Kontrollgruppe der / die ProbandIn Nummer Zehn von 2 cm auf. Dies könnte darauf hindeuten, dass eine leichte Tendenz in Richtung der Alternativhypothese ging. Dem entgegen sprach aber, dass der Wert der maximalen Verbesserung der Höhe der/ die ProbandIn Nummer Sieben der Kontrollgruppe mit 10 cm größer als der Wert des/ der ProbandIn Nummer Vier mit 8,5 cm ist. Der Fakt, dass bei beiden Gruppen ein/e ProbandIn keine Veränderung aufwies, konnte ebenfalls bedeuten, dass doch die Tendenz eher in Richtung Annahme der Null- Hypothese ging. Doch die genaue Bestätigung, welche Hypothese schlussendlich angenommen wurde, erfolgte erst bei der Betrachtung und dem Vergleich der Ergebnisse des abhängigen T-Tests, da diese Werte die statistische Signifikanz angeben. Auf die Hypothesenauswahl wird später bei der Beantwortung der Forschungsfrage noch genauer eingegangen, hier folgt nun die Interpretation und Diskussion der Ergebnisse der deskriptiven Statistik.

In der deskriptiven Statistik wurde mit den Parametern Mittelwert mit der Standardabweichung gearbeitet. Dies begründet sich dadurch, dass anhand dieser ausgerechneten Parameter eine Verteilung und die genaue Streuung der Daten zu beurteilen möglich ist. Denn wie man anhand der unterschiedlich großen Standardabweichungen der zwei Gruppen sehen kann, ist die Streuung der Daten der Kontrollgruppe mit einem Mittelwert von 50,60 cm und einer Standardabweichung von $\pm 6,46$ cm deutlich größer als bei der Interventionsgruppe mit einem Mittelwert von 53,50 cm und einer Standardabweichung von $\pm 2,81$ cm

bei der ersten. Diese Auffälligkeit zeigt sich ebenfalls mit den Werten bei der zweiten Messung. Dies deutet darauf hin, dass möglicherweise die Kontrollgruppe weit mehr ProbandInnen beinhaltet, die unterschiedlich hoch gesprungen sind, als die der Interventionsgruppe. Bei Letzterer zeigt sich durch die weit weniger gestreuten Daten, dass die meisten ProbandInnen eher gleich hoch gesprungen sind und es wenige Ausreißer gibt. Der Fakt, dass die Standardabweichung der zweiten Messung der Kontrollgruppe mit dem Wert von $\pm 4,60$ cm sich eigentlich sogar von dem Wert der ersten Messung um 1,86 cm minimierte, steht im direkten Zusammenhang mit den tatsächlichen Sprunghöhenwerten. Denn dadurch dass ein/e ProbandIn keine Veränderung der Sprunghöhe zeigte, der Wert jedoch schon recht hoch im Intervall lag, und ein/e ProbandIn, welche recht niedrig im Intervall lag, sich um 10 cm steigerte, verkleinerte sich das Gesamtintervall der Daten und ergab somit eine verringerte Streuung. Bezüglich der Entscheidung mit den Mittelwerten, der Standardabweichung und der Minima/ Maxima und nicht mit Perzentilen und dem Median zu arbeiten, war einerseits der bereits erwähnte Grund der besseren Beurteilung der Streuung und Verteilung der Daten. Andererseits ist es bei dieser kleinen Stichprobengröße mit dem Median, der den häufigsten Wert angibt, nicht sinnvoll zu arbeiten, da die hier enthaltenen Werte sich selten häufen, sondern sehr unterschiedlich sind. Mit dem Median und den Perzentilen zu arbeiten, macht nur bei einer geeigneten großen Stichprobenanzahl Sinn, da die Wahrscheinlichkeit größer ist, dass sich Werte wiederholen und sich damit Aussagen über die Grundgesamtheit machen lassen. Diesbezüglich zeigt das Minimum der Messungen im Vergleich der Gruppen, dass die Interventionsgruppe mit dem Wert von 50,50 cm weitaus höher beginnt als die Kontrollgruppe mit dem Wert von 42,00 cm. Dies gibt aber keine Aussage bezüglich der Verbesserung der Sprunghöhe durch Beinachsentraining, da zu diesem Zeitpunkt dies noch nicht stattfand. Es bedeutet ausschließlich, dass die Interventionsgruppe von Anfang an, ProbandInnen beinhaltete, die höher als die ProbandInnen der Kontrollgruppe sprangen. Erst bei dem Minimum der zweiten Messung lässt sich ein Einfluss dessen beurteilen. Im Vergleich zum zweiten Minimumwert von 49 cm der Kontrollgruppe, zeigt die Interventionsgruppe mit dem Minimumwert von 51,50 cm eine relativ geringe Steigerung von einem Zentimeter. Die Steigerung der Kontrollgruppe von sieben Zentimetern dementsgegen ist deutlich größer, was verschiedene Hintergründe haben kann. Einerseits kann es bedeuten, dass sich die Kontrollgruppe generell in der Sprunghöhe gesteigert hat, andererseits kann es aber auch bedeuten, dass sich nur diese/r eine/r ProbandIn des ersten Minimumwertes so stark gesteigert hat und der Rest der Gruppe nicht so extrem. Denn wie bereits erwähnt liegt eine größere Streuung der Daten der Kontrollgruppe da, wodurch es möglich sein kann, dass der/ die ProbandIn mit dem niedrigsten Wert recht

weit entfernt von dem nächsten Wert sein kann und damit diese große Minimumsteigerung erwirken kann. Dieser Gedanke zeigt sich ebenfalls bei Betrachtung der Werte der Maxima. Denn hier zeigt die Kontrollgruppe ähnlich hohe Werte, wie die der Interventionsgruppe. Dies weist ebenfalls darauf hin, dass sich hauptsächlich der/ die ProbandIn des Minimumwertes der Kontrollgruppe so stark auffällig verändert hat.

4.1.3 Interpretation, Diskussion und Vergleiche der Normalverteilungsüberprüfung und des abhängigen T- Tests

In diesem Unterkapitel werden die Überprüfung der Normalverteilung, sowie die Ergebnisse des abhängigen T- Tests genau analysiert, interpretiert, diskutiert und miteinander verglichen.

Die Schiefeit und Kurtosis wurde mit dem Grund berechnet, dass man anhand der Werte, welche innerhalb des Intervalls von $[-2; +2]$ liegen, eine Tendenz in Richtung normalverteilter Daten ablesen kann. Dies allein genügt aber nicht, um dies tatsächlich behaupten zu

können. Dementsprechend wurde der KS- Test zusätzlich angewandt. Mit diesem Test war es möglich die Signifikanzwerte abzulesen und durch die Festlegung des Signifikanzniveaus auf 0,05 eine Normalverteilung der Daten zu bestätigen. Die Entscheidung das Signifikanzniveau auf 5 % zu legen und nicht höher oder niedriger, begründet sich dadurch, dass damit ein ausgeglichenes Risiko von 5 % eingegangen wird bestimmte statistische Fehler zu begehen, mit dem Hintergedanken, dass bei einem höheren Wert zu viele Fehler eingegangen werden könnten, ebenso wie bei einem niedrigerem Wert.

Die Begründung warum der abhängige T- Test bei gepaarten Stichproben durchgeführt worden ist, wurde bereits im Unterkapitel „Begründung und Diskussion der statistischen Auswahl“ gegeben. Hier erfolgt nun die Interpretation der Ergebnisse dessen. Dadurch dass die p- Werte der Signifikanz von 0,07 (Interventionsgruppe) und 0,15 (Kontrollgruppe) beide größer als das Signifikanzniveau von 0,05 sind, ergab sich die Schlussfolgerung, dass die Ergebnisse nicht signifikant sind und aus dem Grund die Null- Hypothese angenommen wurde. Das bedeutet, dass es sehr wahrscheinlich ist, dass keine signifikanten Unterschiede der Sprunghöhe zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe vorhanden sind. Hierbei ist jedoch wichtig zu erwähnen, dass der T- Test nicht angibt, ob Unterschiede tatsächlich vorhanden sind oder nicht, sondern nur die Wahrscheinlichkeit dessen. Aus diesem Grund lassen sich auch die Ergebnisse der einzelnen p- Werte näher interpretieren. Denn der p- Wert der Interventionsgruppe mit 0,07 ist um geringe 2% an dem Signifikanzniveau und einem dementsprechendem möglichem signifikanten Unterschied vorbei. Wohingegen der p- Wert der Kontrollgruppe mit 0,15, also einer Differenz zum Signifikanzniveau von 10 %, eine erheblich deutlichere Tendenz in Richtung der Null- Hypothese angibt. Dementsprechend wäre es möglich, dass bei einer größeren Stichprobenanzahl die Ergebnisse einen signifikanten Unterschied aufweisen könnten. Dies wäre ein weiterer Punkt, welcher in einer zukünftigen Studie mit dieser Thematik berücksichtigt werden könnte. Ebenfalls deuten diese unterschiedlichen p- Werte und die unterschiedlich große Differenz zum Signifikanzniveau darauf hin, dass womöglich doch geringe Unterschiede zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe stattfanden. Außerdem zeigt sich bei den Mittelwerten und Standardabweichungen, welche inkludiert bei dem abhängigen T- Test ausgerechnet wurden, ebenfalls Unterschiede in den Werten. Dies stützt die Theorie, dass womöglich doch geringe Unterschiede bei der Sprunghöhe der ProbandInnen vorhanden sind, welche aber eventuell durch eine größere Stichprobengröße deutlicher hervorkommen würden und zu einem signifikanten Ergebnis beitragen könnten.

4.1.4 Zusammenfassung, Conclusio und Beantwortung der Forschungsfrage

In folgendem Unterkapitel der Diskussion werden die wichtigsten Fakten der Interpretationen zusammengefasst, daraus eine Conclusio erstellt und somit auch folgende Forschungsfrage beantwortet: „Inwieweit verändert sich die Sprunghöhe bei professionellen FußballspielerInnen, mithilfe eines Trainings zur Korrektur der Beinachse, im Vergleich zu professionellen FußballspielerInnen ohne Beinachsentraining?“.

Bei der vorliegenden Studie wurde die induktive Statistik der alleinigen deskriptiven Statistik vorgezogen, da diese es ermöglicht nicht nur die Werte zu beschreiben, sondern es auch

ermöglicht die Wahrscheinlichkeiten zu berechnen, inwiefern die Ergebnisse einen signifikanten Unterschied aufzeigen oder nicht. Dementsprechend gibt dies auch die Möglichkeit dazu, von dem Einzelnen auf die Grundgesamtheit zu schließen. Und aus dem Grunde heraus, dass zufällig auftretende Einflüsse, wie individuell schlechte Tagesverfassungen, ausgeschlossen werden können und die Ergebnisse auf die Signifikanz überprüft werden können, sowie dass eine Normalverteilung und kardinal skalierte Daten vorlagen, wurde beschlossen ein parametrisches Verfahren, und zwar den abhängigen T- Test bei gepaarten Stichproben, durchzuführen.

Es zeigte sich im Vergleich der Interventions- und Kontrollgruppe bei den „Jump and Reach“- Tests, dass leichte Tendenzen in Richtung Annahme der Null- Hypothese vorlagen. Diese konnten aber erst bei der Interpretation der Ergebnisse des abhängigen T-Tests bestätigt werden. In dem Teil der deskriptiven Statistik deuteten die Ergebnisse darauf hin, dass die ProbandInnen der Kontrollgruppe tendenziell unterschiedlich hoch gesprungen sind, da die Streuung größer war als bei der Interventionsgruppe. Bei Letzterer zeigte sich ein kleinerer Wert der Standardabweichung, was dementsprechend interpretiert wurde, dass die ProbandInnen hier eher gleiche Sprunghöhenwerte erzielten. Ebenso zeigten sich bei der Auswertung der Minima- Werte, dass die ProbandInnen der Interventionsgruppe von Anfang an bei der ersten Messung generell höher sprangen, als die der Kontrollgruppe. Diese zeigte auch, bei der zweiten Messung eine leichte Steigerung von einem Zentimeter auf, wobei hingegen die Kontrollgruppe sich tendenziell stärker mit sieben Zentimetern steigerte. Dies gab zwei Richtungen zur Interpretation hin, einerseits eine tatsächliche Steigerung der Kontrollgruppe, oder im Zusammenhang mit den Werten der Streuung und der Maxima interpretiert, dass sich nur der/die unterste ProbandIn tendenziell stärker verbesserte als der Rest der Gruppe.

Die Auswertungen der Normalverteilungsüberprüfung zeigten, dass laut der Berechnungen der Schiefeit und Kurtosis eine Tendenz in Richtung Normalverteilung gegeben war. Diese wurde durch die Signifikanz-Werte des KS- Tests bestätigt. Bei der Interpretation der Ergebnisse des anhängigen T- Tests ergab sich die Schlussfolgerung, dass die Ergebnisse keinen signifikanten Unterschied der Interventions- und Kontrollgruppe aufzeigten und dass dadurch die Null- Hypothese angenommen wurde. Jedoch zeigte sich bei der genaueren Interpretation der einzelnen p- Werte, dass bei einer größeren Stichprobenanzahl ein signifikantes Ergebnis möglich wäre, was in einer eventuellen darauffolgenden Studie berücksichtigt werden könnte. Gestützt wurde diese Theorie ebenfalls mit den unterschiedlich großen Werten der Mittelwerten und der Standardabweichungen.

Schließend daraus, ergibt sich folgende Conclusio: Die Ergebnisse des abhängigen T-Tests weisen keinen signifikanten Unterschied der Sprunghöhe zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe auf. Dies bedeutet, dass das Beinachsentraining, welches die Interventionsgruppe 8 Wochen lang durchführte, keinen signifikanten Einfluss auf die Sprunghöhe dieser ProbandInnen hatte. Jedoch wiesen die p- Werte Tendenzen auf, dass möglicherweise bei einer größeren Stichprobenanzahl signifikante Unterschiede darstellbar sind. Ebenfalls lässt sich das Ergebnis auf Grund der sich minimierten Stichprobenanzahl nicht auf die Grundgesamtheit schließen, da diese somit keine repräsentative Stichprobe darstellt.

Mit dieser Schlussfolgerung und mit Annahme der Null- Hypothese lässt sich die Forschungsfrage wie folgt beantworten: Die Sprunghöhe bei professionellen FußballspielerInnen lässt sich mit Hilfe eines Trainings zur Korrektur der Beinachse, im Vergleich zu professionellen FußballspielerInnen ohne Beinachsentraining, nicht signifikant verändern, sowie sich kein signifikanter Unterschied aufwies.

4.2 Klinische Relevanz (AL)

Die Beurteilung der klinischen Relevanz ist auf Grund einiger Einschränkungen, welche im Kapitel Limitationen genauer erläutert werden, schwer einzuschätzen. Die klinische Relevanz, also der Nutzen für die ProbandInnen bezüglich ihrer Sprunghöhe ist nicht gegeben, da laut der Ergebnisse der Studie die Interventionsgruppe nach dem Abschluss der Intervention keine besseren Ergebnisse im Vergleich zu der Kontrollgruppe in Bezug auf den Unterschied der Sprunghöhen bei der ersten und bei der zweiten Messung erzielen konnten. Auf Grund dieser Studie kann also nicht darauf geschlossen werden, dass ein Training zur Korrektur der Beinachse einen positiven Einfluss auf die Sprunghöhe von SportlerInnen hat. Deswegen kann auch aus physiotherapeutischer Sicht keine Empfehlung gegeben

werden, das Trainingsprogramm zur Verbesserung der Beinachse, welches sich im Anhang befindet, für die Verbesserung der Sprunghöhe von PatientInnen zu benutzen. Jedoch ist es, wie im Folgenden in den Limitationen erläutert, ebenso fraglich, welche Aussagekraft diese Studie bezüglich der Sprunghöhe und des durchgeführten Trainingsprogrammes hat.

4.3 Limitationen (AL)

Im Folgenden werden mögliche Fehlerquellen und Einschränkungen der durchgeführten Messungen aufgezeigt und erläutert.

4.3.1 Stichprobengröße

Eine große Limitation ergibt sich durch die kleine Menge der ProbandInnen, sowohl in der Interventions- als auch der Kontrollgruppe. Durch eine größere Anzahl an ProbandInnen hätten Extremwerte weniger Gewicht und die tatsächliche Auswirkung eines Beinachsen-

training auf die ProbandInnen könnte expliziter erörtert werden. Schon bei der ersten Erhebung der Grundgesamtheit der ProbandInnen ist die erwartete, beziehungsweise von dem Trainerstab des Sv Gersthof versprochene Anzahl an ProbandInnen um einen großen Teil unterschritten worden. Durch zeitliche, personelle und logistische Gründe ist die Schrumpfung der erwarteten Grundpopulation vor der ersten Messung zu erklären. Zwischen der ersten Messung und der zweiten Messung fielen allerdings wieder einige ProbandInnen aus. Von acht ProbandInnen der Kontrollgruppe fielen drei aus, in der Interventionsgruppe fiel von acht ProbandInnen einer aus. Diese weiteren Abgänge der ProbandInnen waren in einem Fall durch familiäre, in den drei anderen Fällen durch verletzungsbedingte Ausfälle begründet. Es wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass keiner der vier Ausfälle in einem Zusammenhang mit dem zusätzlichen Training zur Verbesserung der Beinachse gebracht wurde. Die zusätzlichen Ausfälle einiger ProbandInnen in beiden Gruppen schwächen ebenso die Aussagekraft der Studie und stellen somit eine Limitation dar.

4.3.2 Messungenauigkeiten und Gegebenheiten der Messwand

Eine weitere Limitation stellen verschiedene Faktoren dar, welche zu Messungenauigkeiten geführt haben könnten. Diese könnten durch mangelhafte Gegebenheiten am Ort der Messung oder durch nicht beachtete Faktoren in der Planung der Durchführung der Messung entstanden sein.



Abb. 22: Aufbau der Messwand und Darstellung der Messsituation des Jump and Reach Tests mit ProbandIn

Wie bereits erwähnt wurde die Messung der Sprunghöhe im Freien durchgeführt. Die für die Durchführung der Messung benutzte Stelle auf dem Gelände des SV Gersthof war dabei, trotz all ihrer Einschränkungen, die beste zur Verfügung stehende Möglichkeit. Für eine weiterführende Messung würden die Autoren der Studie jedoch stark davon abraten, Sprunghöhenmessungen mittels Jump and Reach an diesem Ort, mit diesem Versuchsaufbau zu wiederholen. Vielmehr wäre eine Messmethode vorzuziehen, die von einer Messwand unabhängig ist, wie zum Beispiel die Methode nach VERTEC oder aber eine Messung in einer Trainingshalle, beziehungsweise einem Raum mit entsprechend hoher Deckenhöhe. Aus finanziellen und logistischen Gründen war den Verfassern der Studie diese Möglichkeiten jedoch nicht gegeben. Der auf dem Bild zu sehende und in der Studie verwendete Aufbau der Sprunghöhenmessungen ist allerdings in einigen Punkten verbesserungswürdig. Die Steinplatten als Untergrund sind nicht optimal in ihren Eigenschaften für das Abspringen und das Landen der ProbandInnen. Um die Sprünge zu standardisieren, mussten alle ProbandInnen die Sprünge ohne ihre Schuhe durchführen. Obwohl dieses Vorgehen

für die Standardisierung unumgänglich war, führte es in Kombination mit den Steinplatten als Absprungunterlage zu ungünstigen Verhältnissen um einen idealen Sprung durchzuführen. Außerdem besteht eine leichte Neigung des Untergrundes in Richtung dorsal aus Sicht der ProbandInnen. Dies kann zu einer verfälschten Absprungachse und damit zu einer ineffizienteren Flugbahn der ProbandInnen führen und dadurch die Messergebnisse beeinflussen. Die Hauswand ist durch eine sehr raue Oberfläche gekennzeichnet. Dies könnte aus psychischer Sicht zu einer Hemmung für die ProbandInnen geführt haben, ihr maximale Sprungkraft zu entfalten und dabei eventuell im Verlauf des Springens oder Landens Kontakt mit der Außenwand zu haben. Wie in der Methodik beschrieben und auf dem Bild zu sehen, wurde die maximale Greifhöhe und die maximale Sprunghöhe über die farbliche Markierung an den Fingerspitzen der ProbandInnen mit Hilfe von Kohlestiften ermittelt. Während der Abdruck der Finger bei der Messung der maximalen Greifhöhe kontrolliert passierte, wurden die Markierungen der Sprunghöhe in der Flugphase des Sprunges der ProbandInnen getätigt. Dies führte dazu, dass teilweise die Markierungen der maximalen Sprunghöhe nur sehr leicht auf der Messwand zu sehen waren und damit schwer abzulesen waren. Zusätzlich erschwerten die Dunkelheit und nicht optimale Beleuchtung die Messung und Verwertung der Markierungen der maximalen Sprunghöhen. Natürlich sind die Limitationen, welche in diesem Kapitel genannt werden, sowohl für die Intervention- als auch die Kontrollgruppe dieselben, jedoch wird vermutet, dass die unterschiedlichen beschriebenen Limitationen, vor Allem die der Messwand, verschiedenen individuelle Faktoren bei den einzelnen ProbandInnen darstellen. Somit könnten die Ergebnisse also im Einzelnen verfälscht werden.

4.3.3 Kontrollierbarkeit der Durchführung der Trainings

Nach der Durchführung der ersten Messung Mitte November wurde der Interventionsgruppe das Training zur Verbesserung der Beinachse angeleitet. Es wurde ebenfalls besprochen und notiert wie die genaue Anzahl der Wiederholungen der einzelnen Übungen, die Anzahl der Sätze, die Anzahl und Länge der Pausen und die Häufigkeit der Trainings angedacht und auszuführen ist. Um die Umsetzung der vorgegeben Übungen zu verbessern, wurde zusätzlich allen ProbandInnen der Interventionsgruppe der Übungskatalog, der

sich auch im Anhang befindet, in gedruckter Version mitgeben. Außerdem herrschte häufiger Kontakt zwischen den Studienleitern und dem Trainerstab des SV Gersthof bezüglich des Interventionstrainings. Obwohl alle ProbandInnen eingewilligt haben, dass sie das Training genau nach unseren Vorgaben ausführen werden und auch der Trainerstab des SV Gersthof zugestimmt hat das Training der Interventionsgruppe zu überprüfen, gibt es keine vollständigen und objektiven Werte über die qualitative und quantitative Durchführung des Trainings zur Verbesserung der Beinachse. Aus zeitlichen und finanziellen Gründen waren die ProbandInnen für die Ausführung des Interventionstrainings für den Großteil der Zeit auf ihre eigene Verantwortung angewiesen. Dies stellt für die Autoren der Studie eine Einschränkung dar, da es schwer zu bewerten ist, ob die Übungen der Interventionsgruppe einen Einfluss auf die zweite Messung der Sprunghöhe hatten, weil die Durchführung der Intervention nur subjektiv beurteilt werden kann. Für die zukünftige Durchführung wäre ein handschriftliches Tagebuch über die Durchführung des Trainings zur Verbesserung der Beinachse mit verschiedenen Werten für den Aspekt der Verlässlichkeit sicherlich hilfreich. Die Motivation für die verlässliche Durchführung der Übungen zur Verbesserung der Beinachse wäre eventuell erhöht, aber auch durch ein Tagebuch wäre die Ausführung der zusätzlichen Übungen immer noch wenig kontrollierbar. Um tatsächlich objektive Werte zu der Durchführung der Übungen zu bekommen, müsste bei jedem Training aller Teilnehmer der Interventionsgruppe mindestens ein Mitglied des Forschungsteams anwesend sein. Dies ist durchaus im Bereich des Möglichen. Allerdings sind die beschriebenen Verbesserungen bei der Dauer der Studie und der Häufigkeit der Intervalle der Trainingseinheiten mit einem hohen zeitlichen, finanziellen und logistischen Aufwand verbunden. Dies war für diese Studie eine weitere markante Einschränkung, derer die Verfasser der Studie bewusst waren, jedoch aus den genannten Gründen nicht erfüllen konnten. Die Verfasser der Studie sehen zwei Vorschläge als sinnvolle Lösung für die erläuterten Limitationen dieses Kapitels an. Einerseits wäre es eine praktikable Verbesserung, die Kontrolle der Durchführung der Trainingseinheiten zur Verbesserung der Beinachse mit dem leitenden Trainerteam zu teilen, um so die limitierenden zeitlichen, finanziellen und logistischen Faktoren zu verringern. Andererseits wäre es eine sinnbringende Verbesserung, wenn die ProbandInnen der Interventionsgruppe digital mit den Leitern der Studie in Verbindung stehen. Über eine digitale Applikation könnten die ProbandInnen auf der einen Seite die absolvierten Abschnitte der Intervention abhaken und damit den Leitern der Studie Einsicht über die erledigten Übungen gewähren. Auf der anderen Seite könnten etwaige Fragen der ProbandInnen direkt an die Leiter der Studie gestellt werden und durch diese beantwortet werden. Des Weiteren

könnten auch, entweder bei Unsicherheiten bezüglich der qualitativen Durchführung bestimmter Übungen oder Abschnitte der Übungen seitens der Probandinnen, digitales Bild- oder Videomaterial direkt an die Leiter der Studie geschickt werden, welche die Ausführung der Übungen korrigieren, verbessern oder auch bestätigen könnten. Ebenso könnten aber auch die Leiter der Studie zufällig oder zu festgelegten Zeitpunkten während dem Zeitraum der Studie Videomaterial und der ProbandInnen einsehen, um die qualitative Durchführung der Übungen zur Verbesserung der Beinachse zu überprüfen. Die Verfasser der Studie sehen ebenfalls durch einen engeren Kontakt mit den SpielerInnen, zusätzlich zu dem engen Kontakt zu dem Trainerstab, weiteres Potential die Motivation für die Durchführung der Intervention, welche ja einen Mehraufwand für die SpielerInnen bedeutet, zu erhöhen. Diese Faktoren könnten die Ergebnisse beeinflussen oder die Aussagekraft der Studie erhöhen.

4.3.4 Professionalität der FußballspielerInnen

Bei der Planung der Studie und bei der Rekrutierung der ProbandInnen war eines der Einschlusskriterien, ob die ProbandInnen ihre Sportart Fußball professionell oder amateurhaft betreiben. Durch den Kontakt der therapeutischen Praxis „Top Physio“ wurde der Kontakt zu den Spielern des SV Gersthof in Wien geschlossen. Alle ProbandInnen der Interventionsgruppe sowie der Kontrollgruppe spielen Fußball in der 2. Landesliga in Wien, also in

der fünften Klasse des österreichischen Fußballligasystems. Laut einer Umfrage der Vereinigung der Fußballer Österreich verdienen 67 Prozent aller Spieler der männlichen 2. Fußballbundesliga inklusiver aller Bonuszuschläge unter 30.000 Euro pro Jahr und zählen somit aus finanzieller Sicht nicht mehr als Vollprofis (APA. Gewerkschaft Vereinigung der Fußballer, 2014). Es ist davon auszugehen, dass die SpielerInnen unserer Studie, welche in der Fünften Liga spielen ebenfalls nicht als Profis einzuschätzen sind. Der Grad an Professionalität, bezogen auf ihre Sportart konnte bei den ProbandInnen erst im Verlauf der Studie festgestellt werden. Unter dem professionellen Betreiben einer Sportart hatten sich die Autoren einige Faktoren vorgestellt, ohne diese jedoch als Einschluss- oder Ausschlusskriterium zu definieren. Diese Faktoren sind im Folgenden genauer erläutert. Professionelle SpielerInnen setzten den Hauptfokus ihrer Tageszeit darauf, in ihrer Sportart bessere Leistungen zu bringen. Dies ist möglich, wenn die SpielerInnen finanziell durch die Ausübung ihrer Sportart abgesichert sind und ihre beruflichen Prioritäten auf der Ausübung ihrer Sportart liegt, sowohl von der Motivation der SpielerInnen als auch der zeitlichen Komponente. In der Studie befinden sich keine ProbandInnen, welche diese Aspekte der finanziellen Professionalität im Sportbereich erfüllen. Viel mehr ist es so, dass der Großteil der ProbandInnen in ihren Berufen zeitlich sehr gefordert sind und eben nicht den Hauptanteil ihrer Zeit mit dem Training und Spielbetrieb um die Sportart Fußball herum verbringen. Die Motivation, beziehungsweise die professionelle mentale Einstellung der SpielerInnen zu ihrer Sportart und ihren Zielen im Sport konnte nicht objektiv gemessen werden. Jedoch wurde sie von dem Trainerstab des SV Gersthof als sehr individuell unter den verschiedenen SpielerInnen beschrieben. Diese subjektive Einschätzung würden die Autoren der Studie bestätigen. Einige SpielerInnen haben sich hohe und ehrgeizige sportliche Ziele gesetzt, andere SpielerInnen wirken mit dem Status quo ihrer sportlichen Karriere durchaus zufrieden. Des Weiteren berichtete der Trainerstab des SV Gersthof, dass die Beteiligung der SpielerInnen am teaminternen Training in der Zeit der Studie sowohl in der Anzahl der TeilnehmerInnen, als auch der Qualität der Einsatzbereitschaft der SpielerInnen stark variiert hat. Ob diese subjektive Einschätzung des Trainerstabes irgendeine Art von tatsächlicher Auswirkung auf die Intervention beziehungsweise die Studie hatte, ist jedoch nicht möglich geprüft zu werden. Außerdem wurden einige SpielerInnen, sowie ProbandInnen dabei beobachtet, wie sie vor und auch nach dem Training Tabak in Form von Zigaretten konsumierten. Es ist fraglich ob diese Beobachtungen eine Auswirkung auf die Ergebnisse der Studie hatten. Außerdem kann jede Person für sich selbst entscheiden, welche Substanzen sie zu sich nimmt und ihrem Körper zufügt. Jedoch wirkt es doch für eine Sportart, die voraussetzt, dass die Spieler eine gute Grundlagenausdauer, ein gut funktionierendes Herz-Kreislauf-

System und gute respiratorische Fähigkeiten besitzen, als eher kontraproduktiv Zigaretten zu rauchen. Die genannten Aussagen über die Limitationen in der Professionalität der SpielerInnen sind subjektiv über Gesamtheit der ProbandInnen bezogen. In beide Richtungen gibt es positive und negative Ausprägungen in der Professionalität der SpielerInnen. Zusammenfassend ist im Nachhinein zu sagen, dass die Verfasser der Studie die ProbandInnen der Studie nicht als professionelle FußballspielerInnen einstufen würden. Sicherlich ist für die SpielerInnen die Sportart Fußball weit mehr als ein Hobby, aber um zu sagen, dass die ProbandInnen die Sportart professionell betreiben, fehlen noch ein paar Eigenschaften im Bezug auf die Ausübung der Trainingseinheiten und der mentalen Haltung zu ihrer Sportart. Die ProbandInnen werden in der Gesamtheit von den Autoren der Studie höchstens als semi-professionell eingeschätzt. Für etwaige folgende Studien, wäre zu empfehlen, die Ein- und Ausschlusskriterien bezüglich der Professionalität der SpielerInnen enger zu fassen und eventuell einen Verein oder Spieler aus einer höheren Klasse für eine Studie zu rekrutieren.

4.3.5 Planung des Übungsprogrammes

Eine weitere Einschränkung für die durchgeführte Studie stellt der von den Autoren der Studie zusammengestellte Katalog der Übungen zur Verbesserung der Beinachse dar. Obwohl das Wort Beinachsentraining einen fester Begriff in der Physiotherapie darstellt und für sehr viele Patienten als Behandlung verschiedener Krankheitsbilder, aber auch im Bereich der Prävention verschiedener Krankheitsbilder von Bedeutung ist, hat sich zum Stand

der Studie noch kein konkretes System oder Konzept zur Verbesserung der Beinachse durchgesetzt. Im Allgemeinen wird empfohlen, dass die Beinachse sowohl in der Dynamik als auch in der Statik trainiert werden sollte, die Stabilisierung des Hüftgelenks, des Kniegelenks und des Sprunggelenks im Vordergrund steht und die Progression der Übungen fast ausschließlich über die Erschwerung der Übungen durch Verkleinerung der Unterstützungsfläche oder durch das einbringen von instabilen Unterlagen passiert (Suppé, B. et Bongartz, M., 2013). Das Übungsprogramm zur Verbesserung der Beinachse enthält Übungen, welche den Fokus auf die Stabilisierung der Beinachse in der Statik legen. Dies ist der Fall bei den Übungen Nummer zwei und Nummer drei. Für das Stabilisieren der Beinachse in der Statik ist vorrangig Kraftausdauer von Nöten. Des Weiteren enthält der Übungskatalog Übungen, welche die Beinachse in der Dynamik verbessern sollen. Dafür sind Übung Nummer eins und die Übungen Nummer vier bis acht vorgesehen. Für die Stabilisierung der Beinachse in der Dynamik ist vor Allem die Schnellkraft gefragt. Außerdem enthält der Übungskatalog Übungen, welche eine Art von Sprung beinhaltet. Dies ist der Fall bei den Übungen Nummer sechs, Nummer sieben und Nummer acht. Um einen Sprung zu absolvieren ist eine Kombination aus Schnellkraft und Maximalkraft nötig. Einige Übungen des Übungskataloges enthalten außerdem Aspekte der Plyometrie, also einen Faktor, der auf die blitzschnelle Umstellungsfähigkeit der Muskulatur zwischen exzentrischer und konzentrischer Aktivität abzielt. Also fördert die Plyometrie zusätzlich die Entwicklung der Schnellkraft. Dies ist der Fall bei den Übungen Nummer sechs und Nummer acht. Für ein Training zur Verbesserung der Kraftausdauer und der Adaption der Muskelfasern wird eine Wiederholungszahl von fünfzehn bis zwanzig Wiederholungen oder ein Übungsdauer von zwanzig bis neunzig Sekunden, bei einem mittleren Widerstand empfohlen. Für ein Training zur Verbesserung der Schnellkraft und der Adaption der Muskelfasern wird eine Wiederholungszahl von ein bis fünf Wiederholungen bei maximaler Geschwindigkeit und maximalem Bewegungseinsatz empfohlen. Für ein Training zur Verbesserung der Maximalkraft und Adaption der Muskelfasern wird eine Wiederholungszahl von ein bis fünf Wiederholungen bei maximalem Widerstand empfohlen. Die Autoren der Studie versuchten einen Übungskatalog zusammenzustellen, der all die genannten Aspekte vereint. Damit dies geschehen konnte, musste aber auch einige Kompromisse geschlossen werden. Einer der Kompromisse ist Wiederholungszahl, welche für die Übungen ein und vier bis acht bei acht Wiederholungen pro Satz liegen. Der eigentliche Grund für die Auswahl der Anzahl der Wiederholung war, ein Übungsprogramm nahe der Praxis zu erstellen. Die beschriebene Wiederholungszahl von acht Wiederholungen befindet sich allerdings weder im Bereich der

muskulären Schnellkraft noch der muskulären Maximalkraft. Für die weiteren Anforderungen an ein Training der Schnellkraft, die maximale Geschwindigkeit und der maximale Bewegungseinsatz, sind bei den Übungen nur bedingt gegeben. In der Anleitung durch die Leiter der Studie, als auch in der Beschreibung der Übungen im Übungskatalog wurde dieser Fokus auf die Schnellkraft leider auch nicht erwähnt. Ebenso wurde die empfohlene Wiederholungszahl für ein Training zur Verbesserung der Maximalkraft nicht erfüllt. Es ist bei keiner der Übungen, welche einen Sprung implizieren ein zusätzlicher Widerstand gegeben, der die maximale Kraftentwicklung der ProbandInnen fordern würde, jedoch sehen es die Verfasser der Studie auch nicht praktikabel mit zusätzlichen Widerständen im Sprung zu arbeiten. Dies hat einerseits den Grund, dass die Technik des Sprunges und damit auch die Sicherheit der ProbandInnen beträchtlich gefährdet wäre, andererseits ist der maximale Widerstand der ProbandInnen von den Verfassern der Studie als so divers einzuschätzen, dass es in der Praxis fast unmöglich wäre einen adäquaten Widerstand für das Training aller ProbandInnen. Vielmehr sehen die Verfasser der Studie es als sinnvoll an die Übungen Nummer sechs, Nummer sieben und Nummer acht mit dem Fokus auf die maximale Kraftentwicklung anzuleiten und dies auch in den Übungskatalog schriftlich zu übernehmen. Durch diese Verbesserung in der Anlegung des Übungsplans sehen die Verfasser eine bessere Chance, dass sich die Körper der ProbandInnen der Interventionsgruppe in acht Wochen in ihrer Beinachse verbessern und ihre Fähigkeiten adaptieren, diese in der Dynamik und auch in der Statik zu nutzen, um eine höhere Sprunghöhe zu erzielen. „Da Anpassungsvorgänge offenbar vor allem in den bzw. durch die während des Trainings überwiegend rekrutierten Muskelfasern ausgelöst werden, sollten Trainingsprogramme zur Verbesserung der Maximal- und Schnellkraft auf eine Rekrutierung der schnellen Typ II-Fasern (mit hoher Reizschwelle) abzielen“ (Friedman, B. 2007). Die Übungen zwei und drei, also die, die wie oben beschreiben für die Verbesserung der Beinachse in der Statik gedacht sind, befinden sich von dem Ausmaß ihrer Dauer und des Widerstandes im Trainingsbereich der Muskelausdauer. Jedoch könnte die Übungsdauer durchaus verlängert werden, um eventuell einen besseren Effekt auf die muskuläre Ausdauer zu erzielen. Zusammenfassen könnte die Auswahl der Parameter der Wiederholungsanzahl, der Übungsintensität und dem Fokus der Bewegungsgeschwindigkeit eine Limitation ergeben haben.

4.3.6 Jahreszeit

Die Studie wurde zwischen Mitte November und Mitte Januar durchgeführt. Dies hat zu verschiedenen Einschränkungen geführt, welche für diesen Zeitraum im Speziellen zu erwähnen sind. Die ProbandInnen befanden sich zu dem Zeitpunkt des Beginns der Studie in einer Saisonpause. Dadurch waren die Spieler bezüglich ihres vorhandenen Leistungsniveaus und ihrer subjektiven Leistungsbereitschaft auf stark abweichenden Stufen. Einige haben die Saisonpause genutzt, um körperlich noch fitter zu werden, andere haben in ihrer Pause bewusst ihrer Körper geschont oder mit unterschwelligen Reizen trainiert, beziehungsweise sportlich komplett pausiert. Des Weiteren hatte das gesamte Fußballteam und somit alle unsere ProbandInnen vom 22. Dezember 2018 bis zum 07. Januar 2019 keinen Trainingsbetrieb im Team. Dieser unregelmäßige Trainingsplan verfälscht die körperliche Leistungsfähigkeit der ProbandInnen im Allgemeinen. Außerdem wurde das Trainingsprogramm zur Verbesserung der Beinachse von den ProbandInnen der Interventionsgruppe üblicher Weise im Zuge des Teamtrainings durchgeführt. Es ist zu vermuten, dass die Motivation für das zusätzliche Beinachsentraining und damit auch die verlässliche Durchführung höher ist, wenn es nicht auf eigene Verantwortung zu Hause durchgeführt werden muss. Niedrigen Außentemperaturen und der übermäßige Schneefall in diesem Winter machte es dem Trainerstab und den Spielern des SV Gersthof zusätzlich schwerer die Trainingseinheiten zu organisieren. Mehr als die Hälfte der angesetzten regulären Trainingseinheiten in dem Interventionszeitraum war auf dem Außengelände unter freiem Himmel geplant. Die widrigen Wetterbedingungen könnten zu einer Einschränkung in Quantität und Qualität der regulären Trainingseinheiten geführt haben. Die Intervention, das Training zur Verbesserung der Beinachse, sollte davon aber nicht betroffen sein. Durch die beschriebene geringe Deckenhöhe in allen Räumen des Trainingsgelände des SV Gersthof, mussten die Messungen des Jump and Reach Tests ausnahmslos draußen durchgeführt werden. Eine weitere Einschränkung ergibt sich dadurch in der Durchführung des Jump and Reach Tests, da die beschriebene Witterung mit einer niedrigen Außentemperatur einhergeht. Bei der ersten Messung im November herrschte eine Außentemperatur von elf Grad Celsius, wobei bei der zweiten Messung nur mehr -2 Grad Celsius Außentemperatur zu messen war. Die geringere Außentemperatur wirkt sich auf die Leistungsfähigkeit der ProbandInnen negativ aus (Baumberger, M. et al. (2010) und es ist eine geringere Sprunghöhe bei kälteren Temperaturen zu erwarten. Diese Limitation war jedoch sowohl für die Kontroll- als auch die Interventionsgruppe dieselbe. Ebenfalls fällt in den Zeitraum der Winterpause die Feiertage um Weihnachten. Häufig bedeutet dies in unseren Breitengraden, dass geruhige Zeit im engeren Familien- und Bekanntenkreis verbracht wird. Es wird vermutet,

dass in dieser Zeit der Feiertag und Familienfeiern die Intensität und Intervalle der Trainingseinheiten eventuell verändern und sowohl das reguläre Training als auch das Training zur Verbesserung der Beinachse nicht so engmaschig durchgeführt wird, wie zu Zeiträumen, in denen nicht Weihnachten gefeiert wird. Ebenso wirkt sich der weniger auf Leistungsfähigkeit, sondern mehr auf Genuss ausgelegte Speiseplan um die Feiertage eher negativ auf den Erfolg des Trainings aus.

5 Schlussfolgerungen, Ausblick und Zusammenfassung (AL)

Die folgenden Unterkapitel befassen sich mit den Schlussfolgerungen, dem Ausblick in die Forschung, bzw. in die Physiotherapie, sowie abschließend eine allgemeine Zusammenfassung der Bachelorstudie gegeben wird.

5.1 Schlussfolgerungen

In dem folgenden Abschnitt werden die durch die Verfasser der Studie gezogenen Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen erläutert. Diese Hypothesen versuchen zu erklären, warum der Unterschied in der Verbesserung der Sprunghöhe zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe nicht signifikant ist, beziehungsweise warum die Kontrollgruppe sogar Tendenzen zeigt, eine höhere Verbesserung der Sprunghöhe erreicht zu haben. Es kann auf Grund der nicht signifikanten Ergebnisse keine Empfehlung gegeben werden, ein Beinachsentraining mit dem alleinigen Ziel Verbesserung der Sprunghöhe als Physiotherapeut an PatientInnen durchzuführen. Allerdings könnten sich Vorteile in anderen Parametern durch ein Beinachsentraining bei Patienten ergeben, die bisher noch nicht untersucht wurden.

- Hypothese 1: Beeinflussung durch die Anzahl der ProbandInnen

Die erste Schlussfolgerung aus den Ergebnisse ist, dass die nicht signifikant höhere Verbesserung der Sprunghöhe der Kontrollgruppe im Vergleich zu der Interventionsgruppe durch die kleine Anzahl von ProbandInnen zu erklären ist. Durch die geringe Anzahl an ProbandInnen haben Ausreiser und Tagesform der ProbandInnen ein weit größeres Gewicht im Vergleich zu einer Studie mit einer größeren Anzahl an ProbandInnen. Es wirkt naheliegend, dass ein zusätzliches Trainingsprogramm für die untere Extremität, welches viele Elemente eines Sprungtrainings enthält auch die Sprunghöhe erhöht. Obwohl ursprünglich zu erwarten war, dass die Übungen des Trainingskataloges, welche einen Sprung erhalten, zu der Schlussfolgerung eines Bias führen, war dies nicht der Fall. In der Hypothese Nummer eins wird also davon ausgegangen, dass die Limitationen zu gewichtig waren, um eine Aussage über die Verbesserung der Sprunghöhe zu treffen.

- Hypothese 2: Inadäquate Durchführung durch die ProbandInnen

Eine weitere Hypothese geht davon aus, dass das Trainingsprogramm zur Verbesserung der Beinachse von den ProbandInnen nicht wie angewiesen durchgeführt wurde und dadurch die Effektivität der zusätzlichen Übungen in den Ergebnissen nicht beurteilbar war. Wie schon in den Limitationen abgegeben, war eine Überprüfung der ProbandInnen bezüglich der qualitativen und quantitativen Ausführung des Trainingsprogrammes nicht geben. Ebenfalls kann die durch die Verfasser der Studie teilweise mangelnde Professionalität der ProbandInnen einen Einfluss auf die Durchführung des Trainingsprogrammes durch die ProbandInnen geführt haben. Zusammenfassend wäre nahezulegen, die Effektivität des Trainings zur Verbesserung der Beinachse bezüglich der Verbesserung der Sprunghöhe, durch eine erneute Durchführung der Studie mit konsequenteren Ein- und Ausschlusskriterien bei der Auswahl der ProbandInnen zu überprüfen.

- Hypothese 3: Mangelnde Effektivität des Übungskataloges

Die Ergebnisse der Studie könnten damit erklärt werden, dass das Trainingsprogramm zur Verbesserung der Beinachse in einem oder mehreren Parametern nicht adäquat ausgewählt wurde um die Beinachse oder die Sprunghöhe der Interventionsgruppe im Vergleich zu der Kontrollgruppe signifikant zu verbessern. Wie in den Limitationen schon erläutert, würde sich durchaus Potential zur Verbesserung des Trainingsprogrammes in der Auswahl und Spezifizierung des Fokus auf die verschiedenen Kraftarten ergeben. Des Weiteren könnte auch die Auswahl der Übungen an sich eventuell abgeändert werden, um eine signifikante Erhöhung der Sprunghöhe durch ein Beinachsentraining zu erzielen. Beinachsentraining ist in der Rehabilitation und Prävention schon sehr präsent, aber eben in der Leistungssteigerung bei SportlerInnen noch nicht sehr gut erforscht. Deswegen ist die Auswahl der Übungen für den Übungskatalog nicht als optimal anzusehen und könnte ein Grund sein, warum die Kontrollgruppe im Vergleich zu der Interventionsgruppe tendenziell eine größere Verbesserung der Sprunghöhe erreichen konnte.

- Hypothese 4: Fußballtraining ist von höherem Effekt für die Sprunghöhe

Diese Hypothese geht davon aus, dass ein Trainingsprogramm zur Verbesserung der Beinachse bezüglich der Sprunghöhe bei professionellen Fußballern keinen Vorteil bietet. Fußball ist weltweit betrachtet eine der populärsten und am häufigsten betriebenen Sportarten. Durch dieses große Interesse in der Breite der Weltbevölkerung, sind die finanziellen Ressourcen im Fußballsport sehr hoch. Da viel Geld im Fußballsport involviert ist, besteht auch ein großes Interesse daran die, Möglichkeiten der Maximalisierung der Leistungen der SpielerInnen zu erforschen. Die Verfasser der Studie gehen davon aus, dass das Wissen zur optimalen Durchführung eines Trainingsplans um die maximale Leistungsfähigkeit der

SpielerInnen zu erreichen, im Fußball schon so gut erforscht und verbreitet ist, dass die Verbesserung der Beinachse durch das von den Verfassern der Studie bereitgestellte Trainingsprogramm keinen signifikanten Vorteil gegenüber des ohnehin schon sehr gut ausgereiften Trainingsplans der ProbandInnen bietet. Somit konnten die ProbandInnen der Kontrollgruppe auch ohne das Trainingsprogramm zu Verbesserung der Beinachse ähnliche, tendenziell sogar bessere Ergebnisse bei der Sprunghöhenmessung erzielen.

- Hypothese 5: Faszientraining und Sprungkraft

Eine andere Schlussfolgerung der Verfasser der Studie bezieht sich darauf, dass der Fokus der zu beeinflussenden und beobachteten Strukturen des Körpers zu sehr auf den Muskeln lag. Neuere Erkenntnisse über die das System der Faszien (Schliep, S u. Bayer J., 2016) beschreiben das Faszientraining. Dabei wird eine Verbesserung der Muskeleffizienz, Reduktion der Regenerationszeit, erhöhte Leistung, gesteigerte Koordination und eine bessere Körperhaltung als Ergebnis dieses Trainings angegeben. Vor Allem die Punkte eins, vier und fünf scheinen für die Verbesserung der Beinachse, aber auch die Verbesserung der Sprunghöhe adäquat erscheinen. „Das Faszien-system ist das Übertragungssystem für die Kräfte, welche die Bewegungen des Körpers einleiten und koordinieren (Paoletti, S., 2011). Van der Wal (2010) bestätigt die Annahme, dass die Ausrichtung des Binde- und Muskelgewebes für das Verständnis der Kraftübertragung wichtiger ist als die klassische anatomische Sichtweise der Muskeln und Ligamente als Einzelstrukturen. Hilfreich für die Beinachse und unabdingbar für das Ausführen eines Sprunges ist die Gesäßmuskulatur. Eine weitere Studie beschreibt, dass über die fasziale Verbindung rund ein Drittel der Kraft des M. gluteus maximus bis ins Kniegelenk gelangt. (Igel, R. 2014). Das Übungsprogramm der Interventionsgruppe zur Verbesserung der Beinachse setzt sicherlich nicht nur adäquate Trainingsreize für die Muskeln, sondern auch Trainingsreize für die Faszien. Jedoch werden die effektivsten Trainingsreize für Faszien gesetzt durch rotatorisch verschraubende, federnde Bewegungen (Schliep, S. u. Bayer, J., 2011). Diese genannten Reize sind in einem regulären sportspezifischen Fußballtraining, also ein Training, welches der Wettkampfsituation im Fußball nahe liegt, durch viele Situationen gegeben, die den Charakter einer Stop and Go Bewegungen, maximal schnellen Sprinteinheiten oder aber auf den Körper rotatorisch wirkender Richtungswechsel. Das sportartenspezifische Training der ProbandInnen könnte durch die stärkere Beeinflussung des Faszien-systems einen weitaus größeren Effekt auf die Sprunghöhe haben als ein Training zur Verbesserung der Beinachse.

5.2 Ausblick

Im Folgenden sind Überlegungen der Autoren dieser Bachelor Studie aufgeführt, welche sich auf zukünftige Studien zu dem Thema Beinachse im Sprung beziehen, was dabei sinnvoll erscheinen würde und was zu beachten wäre.

Der Fokus einer Studie könnte darin liegen, ob der von uns gemessene, nicht signifikante Unterschied zwischen der Sprunghöhe der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe sich zu einem signifikanten Unterschied ändern kann oder ob unsere Messungen bestätigt werden können. Etwaige Abänderungen von unserer Studie wären zum Beispiel in den Limitationen erläutert. Vor Allem wäre eine größere Anzahl an ProbandInnen stark zu empfehlen. Ob Veränderungen in der Studie das Ergebnis ändern würden bleibt offen. Sicherlich aber würden diese und eventuell auch andere Veränderungen die Aussagekraft der zukünftigen Studie durchaus verbessern.

Eine andere Studie könnte ermitteln, ob und in welchem Ausmaß sich die Veränderung der Beinachse durch ein Beinachsentraining auf die Körpergröße von FußballspielerInnen auswirkt. Denkbar wäre es, durch eine optimalere Ausrichtung der einzelnen Körperabschnitte und Gelenke, welche die Beinachse einschließen, eine bessere Achse zu kreieren und die tatsächliche Länge der Körperabschnitte in eine höhere Körpergröße umzumünzen. Speziell bei Kopfbalversuchen ist der Erfolg dieser unter anderem davon abhängig, wie weit der Kopf von FußballspielerInnen von dem Spielfelduntergrund entfernt ist. Dies kann natürlich durch die Sprunghöhe, aber auch durch eine bessere Ausgangslage, sprich einer größeren Körpergröße erreicht werden.

Des Weiteren erachten die Autoren der Studie es als eine sinnvolle weiterführende Forschung, herauszufinden, ab welcher Differenz der Sprunghöhe zwischen zwei gegnerischen SpielerInnen der Unterschied relevant für den Gewinn des Kopfbalduells ist. Für den Gewinn eines Kopfbalduells gehören natürlich noch weitere Faktoren dazu, wie zum Beispiel die Körpergröße der SpielerInnen, die Positionierung der SpielerInnen auf dem Spielfeld, die Flugbahn des Fußballs im Verhältnis zu den SpielerInnen und dem zeitlichen Abschätzen des Sprunges. Die Ergebnisse der Studie Beinachsentraining bei FußballspielerInnen widerlegen die Annahme, dass ein Beinachsentraining die Sprunghöhe bei professionellen FußballspielerInnen signifikant im Vergleich zu der Kontrollgruppe erhöht. Ob eine andere Studie herausfinden könnte, ab welchem Unterschied in der Sprunghöhe sich ein in der Praxis relevanter Vorteil ergibt, wäre für die Autoren der Studie eine wichtige weiterführende Forschung.

Wie schon in vorigen Kapiteln erwähnt, wäre eine Studie über die Veränderung der Beinachse durch ein korrigierendes Training mit explizitem Fokus auf die Veränderung des Kniegelenkes als sinnvoll zu erachten. Das Kniegelenk ist als zentrales Gelenk in der Kette der Beinachse biomechanisch von großer Bedeutung, außerdem ist eine optimale Stellung des Kniegelenks von Nöten, um eine gute Funktion der unteren Extremität zu gewährleisten.

Die von den Verfassern der Studie subjektiv beobachteten und gemessenen, nicht reliablen Ergebnisse bezüglich des Abstands der Kniegelenke der ProbandInnen vor und nach der Intervention, könnten in einer anderen Studie den Hauptteil der Messungen bilden. Neben dem Abstand der Kniegelenke könnte auch Werte zu der Stellung von Oberschenkel zu Unterschenkel in allen drei Ebenen erhoben werden. Diese Werte könnten zusätzlich zu den erhobenen Unterschieden der Sprunghöhen der ProbandInnen vor und nach der Intervention weitere Schlüsse über die Wirksamkeit eines Beinachsentrainings bezüglich der Sprunghöhe der ProbandInnen schließen.

5.3 Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es herauszufinden, inwieweit sich die Sprunghöhe bei professionellen FußballspielerInnen, mithilfe eines Trainings zur Korrektur der Beinachse, im Vergleich zu professionellen FußballspielerInnen ohne Beinachsentraining verändert. Auf Grund der

Ergebnislage kann die Forschungsfrage nicht eindeutig beantwortet werden, da der Unterschied in der Sprunghöhe zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe nicht signifikant ist. Es zeigt sich eine geringe Tendenz, dass die ProbandInnen ohne Training zur Korrektur der Beinachse ihre Sprunghöhe leicht im Vergleich zu den ProbandInnen mit Training zur Verbesserung der Beinachse steigern konnten. Die Aussagekraft der Ergebnisse wird auf Grund einiger Limitationen, als gering eingeschätzt. Durch diese Studie ergeben sich weitere Optionen für aufbauende Forschungen und adaptierte Studien, um eine Korrelation zwischen der Beinachse und der Sprunghöhe besser zu ergründen.

6 Literaturverzeichnis

Bachl, N., Schwarz, W., & Zeibig, J. (2006). *Fit ins Alter: Mit richtiger Bewegung jung bleiben*. Springer-Verlag/Wien.

Baumberger, M. et al. (2010). *Basics for success RATGEBER ZUR OPTIMALEN VORBEREITUNG AUF DIE OLYMPISCHEN SPIELE IN VANCOUVER 2010*. pp108. Swiss Olympics, Haus des Sports.

Billeter, E. P. (2013). *Grundlagen der erforschenden Statistik: Statistische Testtheorie*. Springer-Verlag.

Burghardt, R. D. (2007). Die Beingeometrie in der Frontalebene: Analyse von Standbeinaufnahmen und CT-Topogrammen. Eine experimentelle Studie. 2007, 108.

Chrisman, S. P., O’Kane, J. W., Polissar, N. L., Tencer, A. F., Mack, C. D., Levy, M. R., & Schiff, M. A. (2012). Strength and Jump Biomechanics of Elite and Recreational Female Youth Soccer Players. *Journal of Athletic Training*, 47(6), 609–615.

du Prel, J.-B., Röhrig, B., Hommel, G., & Blettner, M. (2010). Choosing Statistical Tests. *Deutsches Aerzteblatt Online*. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2010.0343>

Faller, A., & Schünke, M. (2016). *Der Körper des Menschen* (17. Aufl.). Georg Thieme Verlag KG.

Ferreira, L. C., Schilling, B. K., Weiss, L. W., Fry, A. C., & Chiu, L. Z. F. (2010). Reach height and jump displacement: implications for standardization of reach determination. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(6), 1596–1601. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d54a25>

Friedman, B. (2007). Neuere Entwicklungen im Krafttraining. Muskuläre Anpassungsreaktionen bei verschiedenen Krafttrainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 58(1), pp. 12-18.

Gewerkschaft Vereinigung der Fußballer. (2014). *Was Österreichs Fußballer verdienen*.

Helten, E. (1974). *Statistische Forschungsstrategien*. Oldenbourg Verlag.

Igel, R. (2014). Die Bedeutung der Faszie im Hochleistungssport. *Deutsche Zeitschrift für Osteopathie*. 12(4), pp. 12-14, doi: 10.1055/s-0034-1383004.

Kersten, E.-C. (2007). *Worin besteht die Methode der Induktion?: Welche Probleme ergeben sich aus ihrer Anwendung? Ist sie noch zeitgemäß?* GRIN Verlag.

Kim, Y.-M., Joo, Y.-B., Cha, S.-M., & Hwang, J.-M. (2012). Role of the mechanical axis of lower limb and body weight in the horizontal tear and root ligament tear of the posterior horn of the medial meniscus. *International Orthopaedics*, 36(9), 1849–1855. <https://doi.org/10.1007/s00264-012-1596-4>

Lahner, M., Jahnke, N.-L., Zirke, S., Teske, W., Vetter, G., von Schulze Pel-lengahr, C., ... von Engelhardt, L. V. (2014). The deviation of the mechanical leg axis correlates with an increased hip alpha angle and could be a predictor of femoroacetabular impingement. *International Orthopaedics*, 38(1), 19–25. <https://doi.org/10.1007/s00264-013-2085-0>

- Larsen, C., van Lessen, T., & Hager- Forstenlechner, E. (2015). *Medical Yoga professional*. Georg Thieme Verlag.
- Magill, R. A. & Anderson, D. (2014). *Motor Learning and Control*. New York: McGraw-Hill
- Müller-Rath, R., Cho, H. Y., Siebert, C. H., & Miltner, O. (2011). Klinische und ganganalytische Untersuchung einer valgisierenden Kniegelenkentlastungs-orthese in der Therapie der medialen Gonarthrose. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 149(02), 160–165. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1249794>
- Netter, F. H. (2001). *Netters Orthopädie*. Georg Thieme Verlag.
- Nguyen, A.-D., Shultz, S. J., Schmitz, R. J., Luecht, R. M., & Perrin, D. H. (2011). A Preliminary Multifactorial Approach Describing the Relationships Among Lower Extremity Alignment, Hip Muscle Activation, and Lower Extremity Joint Excursion. *Journal of Athletic Training*, 46(3), 246–256. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-46.3.246>
- Paoletti, S. (2011). *Faszien: Anatomie, Strukturen, Techniken, Spezielle Osteopathie* (2. Aufl.). Elsevier GmbH, Urban & Fischer.
- Platzer, W. (2013). *Taschenatlas Anatomie Band 1 Bewegungsapparat* (11. Aufl.). Georg Thieme Verlag KG.
- Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M., & Wesker, K. (2014). *Prometheus- LernAtlas der Anatomie- Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem* (4.). Georg Thieme Verlag.
- Schleip, R. et Bayer, J. (2016). *Faszien Krafttraining* (1.Aufl.). Riva Verlag, Münchner Verlags GmbH.
- Shea, C., Wright, D., Wulf, G., & Whitacre, C. (2000). *Physical and Observational Practice Afford Unique Learning Opportunities* (Bd. 32). <https://doi.org/10.1080/00222890009601357>
- Suppé, B., Bacha, S., Bongartz, M. (2013). *FBL Klein-Vogelbach Functional Kinetics praktisch angewandt*. (1.Aufl.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Töpfer, A. (2008). *Erfolgreich Forschen: Ein Leitfaden für Bachelor-, Master-Studierende und Doktoranden*. Springer-Verlag.
- Weber, M.-A., & Streich, N. (2017). *Kompodium Orthopädische Bildgebung: Das Wesentliche aus orthopädischer und radiologischer Sicht*. Springer-Verlag.
- Van der Wal, J. (2010). Faszien: Anatomie, Propriozeption, Mediation. *Deutsche Zeitschrift für Osteopathie*. 8(1), pp. 24-27, doi: 10.1055/s-0029-1202913.

A Anhang (KB)

ÜBUNGSKATALOG

In diesem Übungskatalog sind bestimmte Übungen angebracht, um eine Abweichung der physiologischen Beinachse zu korrigieren. Empfohlen werden pro Übung zwei Sätze, bei

einer Pause von 30 Sekunden und zwischen den verschiedenen Übungen eine Pause von 45 Sekunden.

ÜBUNG 1 Beidbeinige Kniebeuge:

Stellen sie sich hüftbreit hin, die Füße zeigen gerade nach vorne und strecken Sie Ihre Arme nach vorne gerade aus. Beugen Sie nun Ihre Knie und setzen Sie sich langsam nach hinten, sodass die Beine nahezu einen rechten Winkel bilden. Achten Sie darauf, dass der Rücken gerade bleibt, die Füße sich nicht abheben und die Knie stabilisiert in der Mitte bleiben und nicht auf die Seiten abweichen. Halten Sie diese Position einige Sekunden und kommen Sie dann wieder langsam in die Ausgangsposition. Wiederholungszahl: 8



ÜBUNG 2 Einbeiniger Stand:

Stellen Sie sich aufrecht hin, heben ein Bein von dem Boden ab und stabilisieren Sie das Standbein in einer Geraden (D.h. das Knie darf nicht von einer gedachten Linie durch das Bein (von der Hüfte durch die Knie zu den Füßen) nach links oder rechts abweichen).

Halten Sie diese Position 20 Sekunden lang. 30 Sekunden Pause, dann wechseln Sie das Bein.



ÜBUNG 3: Einbeiniger Stand mit Dualtask:

Übungsabfolge wie „Übung 2“, jedoch wird von einer Zusatzperson eine zusätzliche Aufgabe gestellt, wie Fangen eines Balles mit der Hand und zurückschießen, Stoppen eines Passes mit dem freien Fuß, oder Zurückschießen von einem auf den Fuß geworfenen Ball. Dauer: 20 Sekunden, dann 30 Sekunden Pause und Beinwechsel.

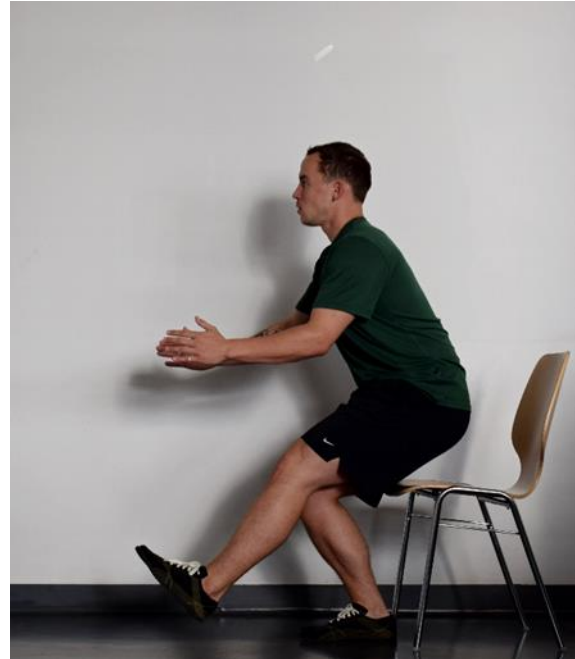


ÜBUNG 4: Einbeinige Kniebeugen:

Stellen Sie sich mit dem Rücken vor eine zirka 30- 40 cm hohe Bank, heben Sie ein Bein ab, stabilisieren Sie kurz den Einbeinstand und setzen sich dann langsam auf die Bank nach hinten um gleich danach wieder langsam aufzustehen. Alles im Einbeinstand ausführen! Dabei ist zu beachten, dass die Beinachse des Standbeines gerade gehalten wird, das

heißt es dürfen wie vorher keine Abweichungen der gedachten Linie stattfinden. Wiederholungszahl: 8

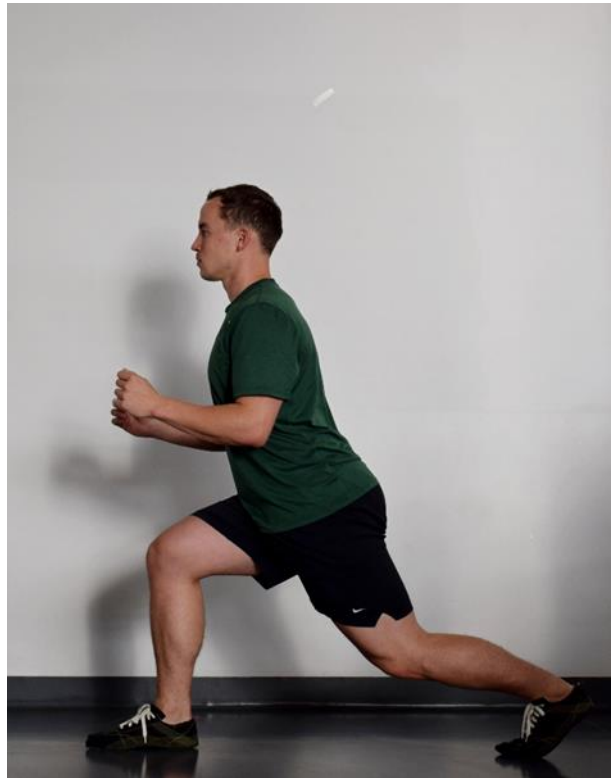
Steigerungsmöglichkeit: verwenden Sie eine niedrigere Bank oder einen Fußball, berühren Sie diese nur kurz oder gar nicht mehr.



ÜBUNG 5: Einbeinige Ausfallschritte nach hinten:

Stellen Sie sich im Einbeinstand hin, ziehen Sie mit ihrem freien Bein soweit es geht nach hinten, tippen den Boden kurz an und gehen Sie dann wieder in die Ausgangsposition (Einbeinstand!) zurück. Das Standbein dabei leicht beugen und wieder auf die korrekte Beinachse achten.

Wiederholungszahl: 8 + Beinwechsel!

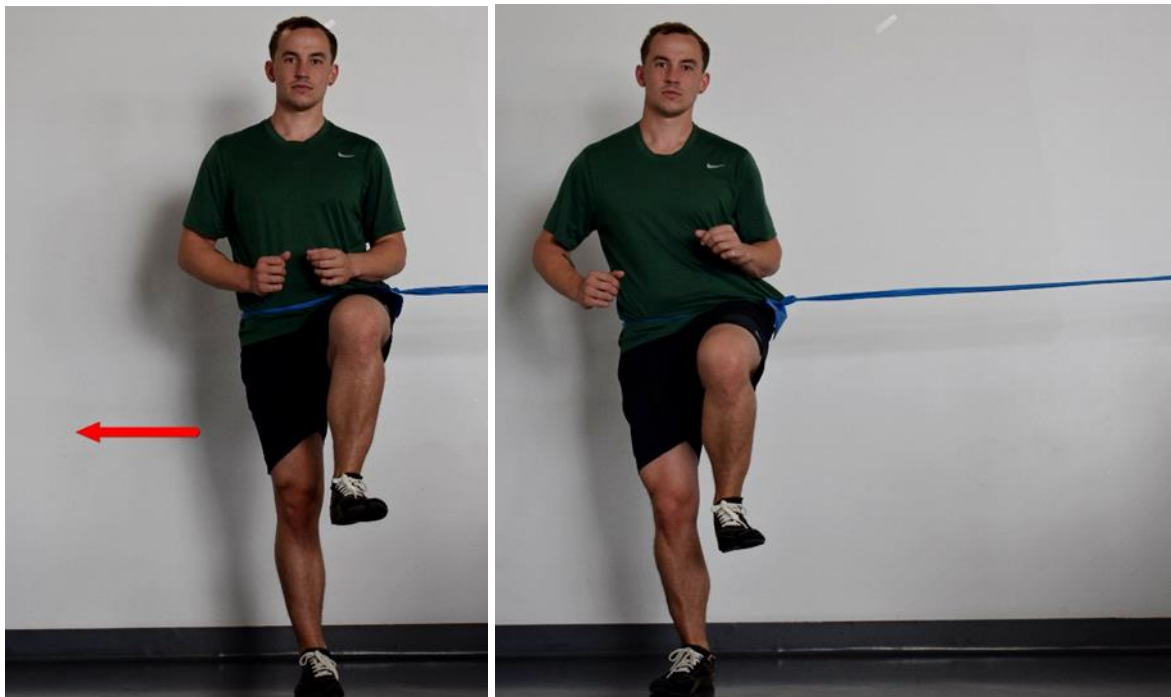


ÜBUNG 6: Einbeinige Sprünge mit fixierter Hüfte:

Ausgangsposition ist der einbeinige Stand, legen Sie ein Widerstandsband um Ihre Hüfte, die Enden nimmt eine Zusatzperson in die Hand, welche sich seitlich von Ihnen positioniert. Das Standbein ist das von dem Widerstandsband abgewandte Bein. Springen Sie nun in

fünf kleinen Sätzen seitlich von dem Widerstandsband weg, sodass sich der Zug nach jedem Sprung erhöht. Zu beachten ist die unbedingte Stabilisation der Beinachse und des Gleichgewichts sobald Sie landen. Nach dem fünften Sprung wird in gleicher Weise wieder seitlich zurück gesprungen.

Wiederholungszahl: 8 + Beinwechsel



ÜBUNG 7: Kniebeuge- Strecksprünge:

Ausgangsposition ist die Kniebeuge. Es wird beidbeinig, unter Mitnahme beider Arme, vertikal abgesprungen und ein Strecksprung durchgeführt. Landen Sie in derselben Kniebeugeposition und federn Sie somit Ihren Sprung ab.

Wiederholungszahl: 8



ÜBUNG 8: Diagonales Springen:

Als Hilfsmittel zur Orientierung werden acht Gymnastikreifen diagonal im Zick-Zack Muster mit jeweils einem Meter Abstand auf den Boden aufgelegt. Ausgangsposition ist eine leichte einbeinige Kniebeuge. Springen Sie seitlich diagonal in den ersten Ring und federn Sie den Sprung sanft ab, indem Sie leicht mit Ihrem Standbein in die Knie gehen. Das Stabilisieren der Beinachse und des Gleichgewichts ist bei der Landung von immenser Wichtigkeit. Danach springen Sie in den nächsten Ring und wechseln dabei das Sprung- und Standbein.

Anzahl der Sprünge pro Bein: 8

