



**Deutsche
Sporthochschule Köln**
German Sport University Cologne

Wissenschaftliche
Untersuchungen zur
sportlichen
Leistungssteigerung
mit der DIR[®]-
Schiene

Boris Feodoroff,
Ingo Froböse
2012-2013

Inhalt

I. Einleitung	2
II. Methodik	3
III.2 Studiendesign.....	3
III.4 Probandengut.....	4
III.5 Erhebungsinstrumente	4
III.5.1 Sprungkraftmessung mit der Kraftmessplatte	4
III.5.2 Isokinetik	6
III.5.3 Fragebogen zur subjektiven Leistungsfähigkeit	6
III.5.4 Physiotherapeutische Untersuchung nach der Neutral-Null Methode.....	7
III.5.5 Wöchentlicher Fragebogen	7
III.5.6 Zahnärztliche Untersuchung	7
IV. Statistik.....	7
V. Ergebnisse	8
V.1. Drop Out.....	8
V.2.1 Probandin 1.....	8
V.2.2 Probandin 2.....	13
V.2.3 Probandin 5.....	17
V.2.4 Proband 7.....	21
VI. Diskussion.....	25
V.2.2 Ergebnisse des WKV	33
V.2.3 Ergebnisse der Online-Befragung	34
V.2.4 Physiotherapeutische Untersuchung.....	35
V.2.5 Zahnärztliche Untersuchung	36
V.2.4 Zusammenfassende Beurteilung der Ergebnisse.....	36
VI. Zusammenfassung	39
Abbildungsverzeichnis:.....	40
Tabellenverzeichnis:.....	41
Literaturverzeichnis:	42
Internetquellen:.....	46

I. Einleitung

Der Bewegungsapparat des Menschen wird als funktionelle Einheit verstanden, in der alle Strukturen – sowohl passive (zum Beispiel Knochen) als auch aktive (zum Beispiel Muskeln und Sehnen) – in einem Kontext zueinander stehen (Weineck, 2008). Ähnlich dem Prinzip eines Uhrwerkes muss ein Zahnrad in das andere greifen, um Störungen vorzubeugen und einen reibungslosen Ablauf zu garantieren. Doch dieser Prozess ist nicht immer störungsfrei. Beispielsweise können ein falscher Biss und eine damit einhergehende verspannte Kiefermuskulatur eine Beeinträchtigung der allgemeinen Leistungsfähigkeit nach sich ziehen (Ohlendorf, Riegel und Kopp, 2011).

Berücksichtigt werden müssen in diesem Kontext das Zusammenwirken des Kiefergelenks, dessen Okklusion und die Muskulatur. Keine der drei Komponenten ist unabhängig voneinander oder isoliert zu betrachten, da die Muskulatur, Okklusion und das Kiefergelenk das Grundgerüst des neuromuskulären Systems bilden. Dabei findet eine Wechselwirkung zwischen Okklusion und Muskulatur statt. Der menschliche Körper versucht stets, physiologische Fehlstellungen zu adaptieren oder zu kompensieren. Diese Anpassungen und Veränderungen geschehen meist unbemerkt und können willentlich vom Menschen weder erkannt noch verhindert werden. Die Muskulatur nimmt konsequent Gegenregulationen vor, um augenscheinlich eine funktionelle und störungsfreie Stellung einzunehmen (Blattner und Arnold, 2010). Die Folgen der so genannten Craniomandibulären Dysfunktion (CMD) sind vielfältig und treten in unterschiedlichen Bereichen des Körpers auf.

Zur Therapie der oben erwähnten Störung werden in der Zahnmedizin Biss-Schienen verwendet (Kopp, Friedrichs, Pfaff und Langbein, 2003; Hülse und Losert-Brüggner, 2002). Neben der Verbesserung der primären Krankheitssymptomaten konnte durch das Tragen einer Biss – Schiene auch ein positiver Einfluss auf die Haltung, den Gang und das Gleichgewicht nachgewiesen werden (Fujimoto, Hayakawa, Hirano und Watanabe, 2001; Tardieu, Dumitrescu, Giraudeau, Blanc, Cheynet und Borel, 2009). Zudem scheint der Zusammenhang zwischen einer Kiefergelenksproblematik und der sportlichen Leistungsfähigkeit durch mehrere Studien gesichert zu sein

(Ohlendorf, Riegel und Kopp, 2011; Cetin, Kececi, Erdogan und Baydar, 2009; Arent, McKenna und Golem 2010).

Eine solche Biss – Schiene ist auch nach dem DIR[®]-System entwickelt worden. Diese soll das Zusammenspiel zwischen Muskulatur, Okklusion und Kiefergelenk verbessern. Die DIR[®]-Schiene verfolgt hierbei den Ansatz einer neurologischen Neuprogrammierung (Blattner und Arnold, 2010).

Zielsetzung dieser Einzelfallstudien ist es zu ermitteln, ob ein positiver Effekt in Bezug auf die sportliche Leistungsfähigkeit bei körperlich aktiven Personen durch das Tragen der DIR[®]-Schiene erreicht werden kann.

II. Methodik

Aus der Zielsetzung leiten sich folgende Fragestellungen ab, denen im Rahmen dieser Untersuchung nachgegangen werden soll.

- Hat das Tragen der DIR[®]-Schiene einen Einfluss auf die funktionelle Leistungsfähigkeit (Sprungkraft, Maximalkraft der Beine)?
- Nimmt das Tragen der DIR[®]-Schiene Einfluss auf die subjektiv wahrgenommene Leistungsfähigkeit?
- Führt das Tragen der DIR-Schiene zu einer Verminderung von Leitsymptomen (z.B. Kieferknacken) und
- hat das Tragen eine Verbesserung der Beweglichkeit zur Folge?

III.2 Studiendesign

Die Studie wird im Prä-/ Post Design mit zwölfwöchiger Intervention (Tragen der DIR[®]-Schiene) durchgeführt. Die Messungen der Eingangsdiagnostik werden ohne Tragen der Schiene durchgeführt. Während der 12-wöchigen Intervention gehen die Studienteilnehmer weiterhin ihren sportlichen Aktivitäten nach, wobei sie auf ein systematisches Kraftaufbautraining in jeglicher Weise verzichten sollen, um die Effektstärke der DIR[®]-Schiene nicht abzuschwächen. Bei der Eingangs- und der Abschlussuntersuchung werden jeweils eine Maximalkraftmessung, eine Sprungkraftmessung und eine Fragebogenerhebung zur subjektiven Leistungsfähigkeit durchgeführt. Außerdem werden die Probanden zu beiden Zeitpunkten von einem

Physiotherapeuten nach der Neutral-Null-Methode untersucht, um die körperliche Konstitution zu erörtern. Zur Dokumentation der Tragedauer und der sportlichen Aktivität während der 12-wöchigen Intervention werden die Teilnehmer gebeten einen wöchentlichen Online-Fragebogen auszufüllen.

III.4 Probandengut

Als Probanden werden aktive Sportler ausgewählt, die die Leitsymptome der Craniomandibulären Dysfunktion, wie z.B. Kieferknacken oder Mundöffnungsschwierigkeiten, zeigen. Nach einer Behandlung beim Zahnarzt wird für jeden Probanden individuell eine DIR[®]-Schiene angefertigt. Diese Neuprogrammierungsschiene wird dann über einen Zeitraum von zwölf Wochen für 24 Stunden getragen. Lediglich zum Essen wird die Schiene herausgenommen. Alle weiteren Aktivitäten – eingeschlossen sportlicher Betätigung – werden mit der DIR[®]-Schiene durchgeführt. Die Probanden sind abgesehen von der Craniomandibulären Dysfunktion gesund und sportlich aktiv. Die Probanden 6, 7 (Regionalliga Fußball) und 8 (2. Bundesliga Basketball) sind aktive Leistungssportler, während die Probandinnen 1 – 5 Breitensportlich aktiv sind. Die anthropometrischen Daten der ausgewählten Probanden (n=8) sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Anthropometrische Daten der ausgewählten Probanden

	Alter	Geschlecht	Größe [cm]	Gewicht [kg]
Proband 1	24	weiblich	166	63
Proband 2	37	weiblich	176	71,3
Proband 3	35	weiblich	177	66,8
Proband 4	27	weiblich	194	65
Proband 5	32	weiblich	163	53,9
Proband 6	26	männlich	180	76
Proband 7	25	männlich	196	96
Proband 8	24	männlich	198	98

III.5 Erhebungsinstrumente

III.5.1 Sprungkraftmessung mit der Kraftmessplatte

Die Sprungkraft wird mit Hilfe einer Kraftmessplatte der Firma Kistler[®] getestet. Um sie zu ermitteln, werden Squat-Jumps durchgeführt. Der Squat-Jump unterscheidet sich von anderen Sprungkraftmessungen – wie z.B. dem

Counter-Movement-Jump – darin, dass es keine Ausholbewegung gibt. Der Sprung wird aus einer vorher festgelegten Position durchgeführt. Bei dieser Testung wird der Squat-Jump aus der Position mit einem Kniewinkel von 90° ausgeführt. Dieser Winkel wird über das Anlegen eines Goniometers für jeden Probanden individuell bestimmt. Aus dieser Position heraus sollen die Teilnehmer maximal abspringen, ohne zuvor eine Ausholbewegung durchzuführen. Die Qualität der Bewegung wird durch den Testleiter überprüft, um die korrekte Ausführung des Sprungs zu gewährleisten. Zur Feststellung der korrekten Durchführung dient hierbei auch die Kraftmessplatte, die als direktes Feedback zu jedem Sprung eine Verlaufskurve zur Kraftentwicklung anzeigt (Abbildung 3 zeigt den idealen Verlauf eines korrekt durchgeführten Squat-Jumps). Als Messgröße wird die Sprunghöhe der Teilnehmer berechnet. Die Teilnehmer haben fünf Versuche, um die größtmögliche Höhe zu erreichen, wobei in die Auswertung nur die Sprünge aufgenommen werden, die den Qualitätskriterien des Squat-Jumps entsprechen. Um die Bewegung weiter zu standardisieren und eine Ausholbewegung mit den Armen zu vermeiden, werden die Probanden angewiesen, die Hände während der gesamten Bewegungsausführung in die Hüfte zu stützen.

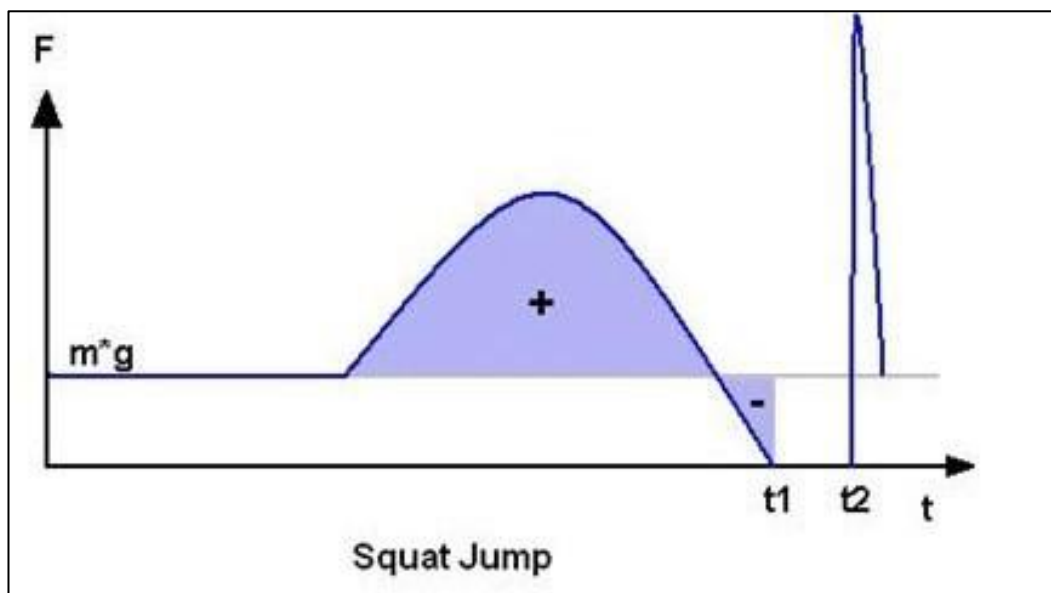


Abbildung 1: Idealer Verlauf eines Squat-Jumps (übernommen von: http://www.spoteo.de/wissen/artikel/artikel_11_0_Sprungkraftdiagnostik-mit-Kraftmessplatten_Sensoren-machen-Kraftmessung-erst-moeglich.html)

III.5.2 Isokinetik

Zur Messung der Maximalkraft der Beinmuskulatur wird eine isokinetische Krafttestung (Firma Con-Trex[®]) durchgeführt. Die Isokinetik eignet sich zur Durchführung einer Maximalkrafttestung, da sie eine „objektivierte Erfassung muskulärer Kraftqualitäten und der Gelenkmechanik“ (Felder, 1999, S. 44) erlaubt. Vor der Messung an der Isokinetik wärmen sich die Probandinnen zehn Minuten auf einem Fahrradergometer moderat auf. Bei allen Probanden wird die Testung jeweils mit dem linken Bein begonnen. Die Range of motion (ROM), die die Bewegungsamplitude beschreibt, wird bei allen Teilnehmern individuell festgelegt. Die Übungen werden bei einer Gelenkwinkelgeschwindigkeit von 60°/s durchgeführt. Die Probanden führen vor der maximalen Ausbelastung zwei Probewegungen (Extension/Flexion) durch. Im direkten Anschluss daran wird die Maximalkrafttestung durchgeführt. Hierzu führen die Teilnehmer drei Durhgänge durch, mit dem Ziel, den jeweils höchsten Wert ihrer willkürlichen Muskelspannung zu erreichen. Im Anschluss an die Testung des linken Beins erfolgt diese auch für das rechte Bein. Während der Messungen werden die Probanden vom Testleiter motiviert, ihre maximale Leistung abzurufen.

III.5.3 Fragebogen zur subjektiven Leistungsfähigkeit

Um die subjektive Leistungsfähigkeit der Teilnehmer beurteilen zu können, erhalten diese den Fragebogen zur wahrgenommenen körperlichen Verfassung (WKV) (Kleinert, 2006). Der Fragebogen besteht aus insgesamt 20 Items, die den vier Skalen Aktiviertheit, Gesundheit, Trainiertheit und Beweglichkeit zuzuordnen sind. Zusätzlich enthält er zwei Kontrollitems (körperliche Beschwerden, bzw. körperliche Schmerzen), die aufgrund ihrer großen Korrelation zur Dimension Gesundheit erhoben werden. Die Antwortmöglichkeiten sind in einer sechs-stufigen Ratingskala von null (= gar nicht) bis fünf (= völlig) gegeben. Zur Auswertung werden Gesamtwerte für die vier Skalen errechnet. Hierzu werden die negativen Items umgepolt. Die negativen Items sind: *energielos*, *unbeweglich*, *platt*, *lädiert*, *ausgelaugt*, *krank*, *abgeschlafft*, *steif*, *schlapp*, *angeschlagen* und *verletzt*. Umpolung bedeutet, dass die Werte der sechs-stufigen Ratingskala bei den zuvor

genannten Werten umgedreht werden müssen, um einen Gesamtscore für die Werte errechnen zu können. Je höher die Gesamtwerte für die einzelnen Skalen sind, desto besser bewerten die Probanden ihre wahrgenommene körperliche Verfassung.

III.5.4 Physiotherapeutische Untersuchung nach der Neutral-Null Methode

Die Probanden werden zu Beginn und am Ende der Studie physiotherapeutisch nach der Neutrall-Null Methode untersucht und vermessen. Die Methode dient dazu, den Bewegungsumfang eines Gelenks in seinen physiologischen Bewegungsmöglichkeiten zu messen. Mit Hilfe dieser Untersuchung können also Funktionsdefizite einzelner Gelenke festgestellt werden. Weiterhin wird das gesamte Bewegungsausmaß dokumentiert und mögliche Veränderungen an diesem festgehalten (Ficklscherer, 2012).

III.5.5 Wöchentlicher Fragebogen

Die wöchentliche Befragung wird mittels eines Online-Fragebogens durchgeführt. Hierbei werden die Tragedauer der DIR[®]-Schiene und die sportliche Aktivität abgefragt, um mögliche Verzerrungen der Ergebnisse aufgrund des Nichttragens der Schiene bzw. der Erhöhung der Sporeinheiten dokumentieren zu können.

III.5.6 Zahnärztliche Untersuchung

Die zahnärztliche Untersuchung wird von Dr. Farina Blattner durchgeführt und ausgewertet.

IV. Statistik

Zur Auswertung der Ergebnisse werden sowohl Verfahren der deskriptiven als auch analytischen Statistik verwendet. Aufgrund der geringen Zahl an Probanden (n=8) und der erheblichen Zahl an Drop Outs (siehe

nachfolgendes Kapitel) werden die Probanden jeweils als Einzelfallanalysen ausgewertet.

V. Ergebnisse

V.1. Drop Out

In den Ergebnissen werden die Probanden dargestellt, die im Rahmen der Studie die Eingangs- und Abschlussuntersuchungen absolvieren konnten. Aus diesem Grund müssen die Probanden drei, vier, sechs und acht als Drop Outs gewertet werden, da die Probanden nicht an der Abschlussuntersuchung teilnehmen konnten. Bei Proband 7 fehlt die physiotherapeutische Untersuchung, so dass bei diesem dieser Parameter nicht dargestellt werden kann. Zum Abbruch der Studie führten unterschiedliche Gründe, auf die zu einem späteren Zeitpunkt eingegangen wird.

V.2.1 Probandin 1

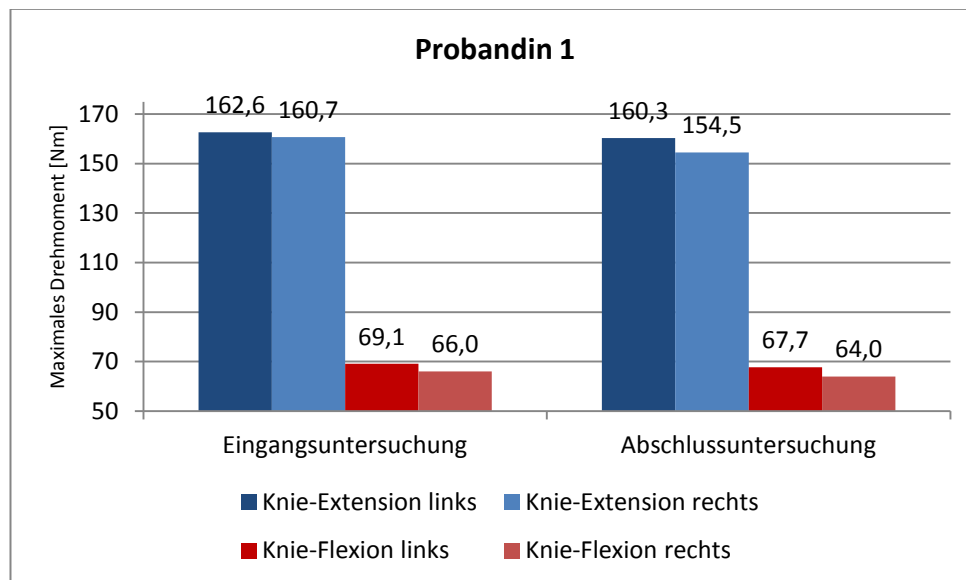


Abbildung 2: Maximales Drehmoment für Knie-Extension und Knie-Flexion.

Bei Probandin 1 ist sowohl für das linke als auch für das rechte Bein eine leichte Abnahme des Wertes bei der Posttestung zu erkennen. Bei beiden Messungen wurde im linken Bein jeweils ein höherer Wert als im rechten Bein erzielt (s. Abb. 2). Insgesamt sind die Unterschiede sowohl im Seitenvergleich als auch im Vergleich der beiden Messzeitpunkte sehr

gering. Die größte Abweichung ist beim Vergleich der Knie-Extension rechts zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung zu erkennen. Diese beläuft sich auf 5,2 Nm.

Die Abbildung 3 zeigt die durchschnittliche Tragedauer der DIR[®]-Schiene der Probandin 1 im Rahmen der zwölfwöchigen Intervention. Zur Darstellung der Werte sind jeweils die Mittelwerte der einzelnen Wochen errechnet worden und als Verlauf in den Grafiken dargestellt. Zur Errechnung des Mittelwertes für die Woche gaben die Probanden am Ende einer jeden Woche ihre durchschnittliche Tragedauer für jeden Tag der Woche an. In der darauffolgenden Grafik (Abb. 4) ist die durchschnittliche sportliche Aktivität in einer Woche für die Probandin dargestellt, um einen möglichen Wechsel in der sportlichen Aktivität festhalten zu können.

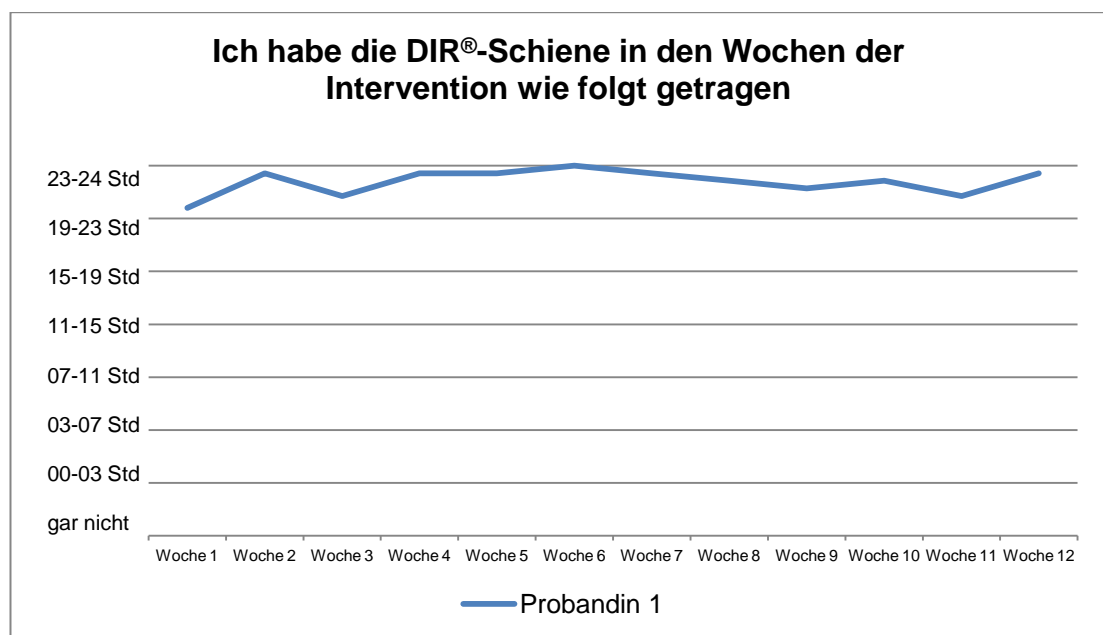


Abbildung 3: Durchschnittliche Tragedauer der Schiene

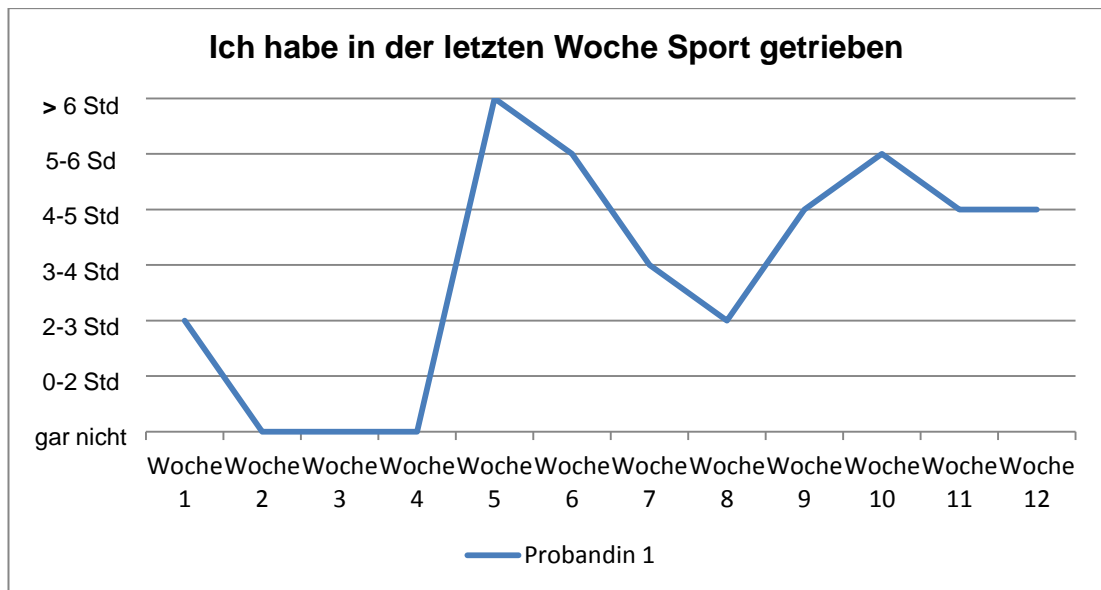


Abbildung 4: Durchschnittliche sportliche Aktivität

Die Abbildung 3 zeigt, dass der Wert für Probandin 1 konstant zwischen einer durchschnittlichen Tragedauer von 19-24 Stunden pendelt.

Die nachfolgende Abbildung zeigt größere Schwankungen in der sportlichen Aktivität bei Probandin 1. Vor allem die zweite, dritte und vierte Woche sind auffällig; in diesen Wochen hat die Probandin keinen Sport getrieben. In den letzten Wochen der Studie zeigt der Durchschnittswert keine großen Abweichungen mehr; in den Wochen neun, zehn, elf und zwölf hat die Probandin ungefähr gleich viele Stunden Sport in der Woche getrieben

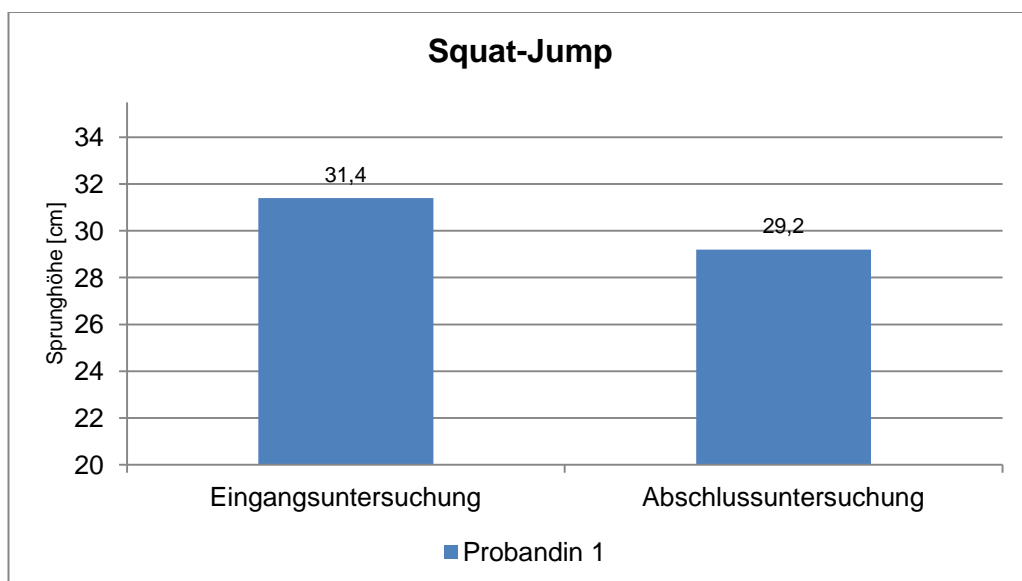


Abbildung 5: Ergebnisse des Squat-Jump Tests

Probandin 1 verringert ihr Ergebnis für die Höhe des Squat-Jumps beim Ausgangstest um 2,2 cm (Abb. 5).

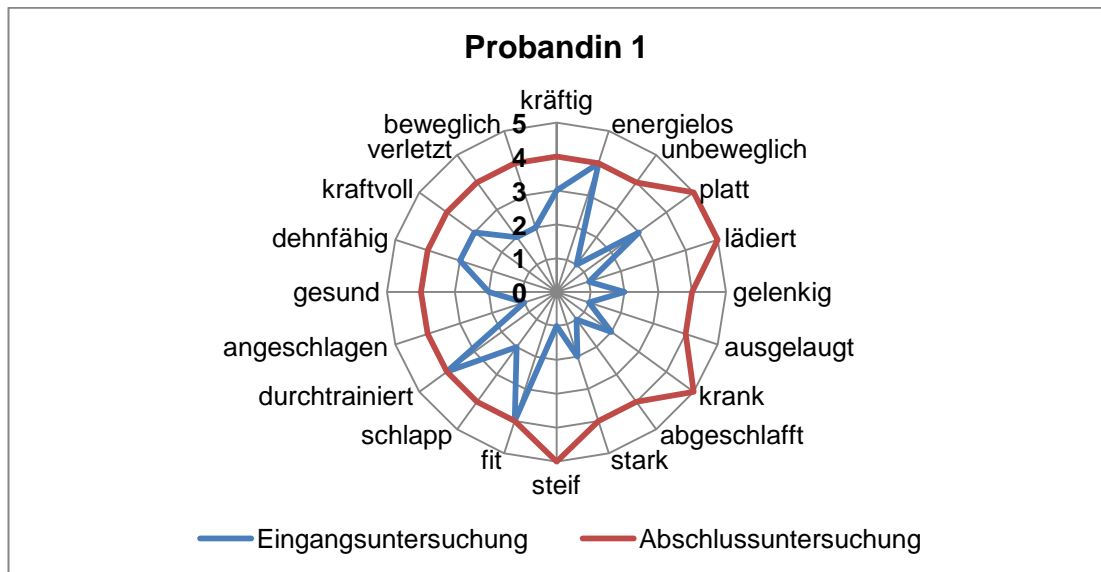


Abbildung 6: Itemwerte des Fragebogens WKV

Die Abbildung 6 zeigt die einzelnen Itemwerte bei der Eingangs- und Abschlussuntersuchung für Probandin 1. Die Grafik zeigt, dass Probandin 1 bei der Abschlussuntersuchung kein einziges Mal einen schlechteren Wert als bei der Eingangsuntersuchung angegeben hat. Die Items energielos, durchtrainiert und fit werden von ihr mit demselben Wert wie bei der Erstbefragung angegeben, alle anderen Werte haben sich verbessert.

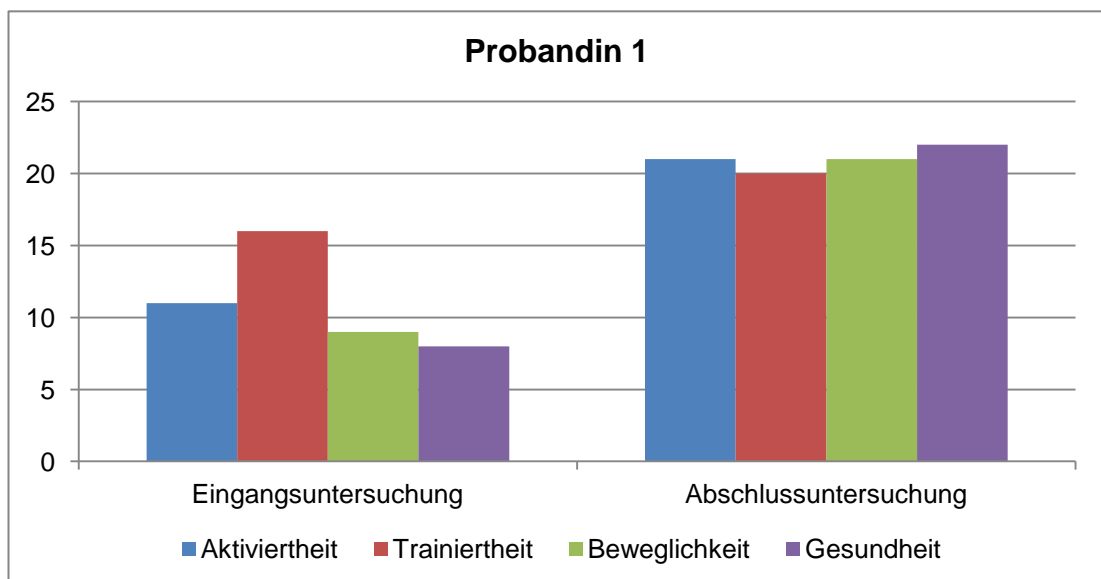


Abbildung 7: Dimensionswerte des Fragebogens WKV

Die Abbildung 7 zeigt den Vergleich der einzelnen Dimensionen des WKV zu den beiden Messzeitpunkten. Hierbei ist zu erkennen, dass Probandin 1 bei

der Abschlussuntersuchung ihre wahrgenommene körperliche Verfassung in allen Bereichen deutlich besser bewertet. Am größten ist hierbei der Anstieg der Dimension Gesundheit.

Bei der physiotherapeutischen Untersuchung gibt es geringe Veränderungen bei Probandin 1, die in der unten stehenden Tabelle dargestellt werden. In allen anderen Bereichen gab es keine Veränderungen.

Tabelle 2: Veränderungen bei der physiotherapeutischen Untersuchung zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung

	Probandin 1					
	Eingangsuntersuchung			Abschlussuntersuchung		
Halswirbelsäule Rotation (in °)	75	0	80	80	0	80
Brustwirbelsäule Lateralflexion (in cm)	Rechts	Links		Rechts	Links	
	26	30		26	31	
Brustwirbelsäule (Jugulum-Abstand in cm)	41			33		
Finger-Boden Abstand (in cm)	+18			+20		
Wirbelsäulenlängenänderung im Stand und Gebeugt (gemessen zwischen C7 und S1 in cm)	Stand	Gebeugt		Stand	Gebeugt	
	44	55,5		44	56	
Rechtes Schultergelenk Arm auswärts und einwärts drehen (in °)	80	0	95	85	0	95
Linkes Hüftgelenk (Abspreizung in °)	45	0	30	45	0	40

Die Tabelle 2 zeigt, dass sich Probandin 1 bei der Abschlussuntersuchung in den aufgeführten Bereichen verbessert hat. Eine Verschlechterung im Vergleich zur Eingangsuntersuchung gab es bei keinem Item.

V.2.2 Probandin 2

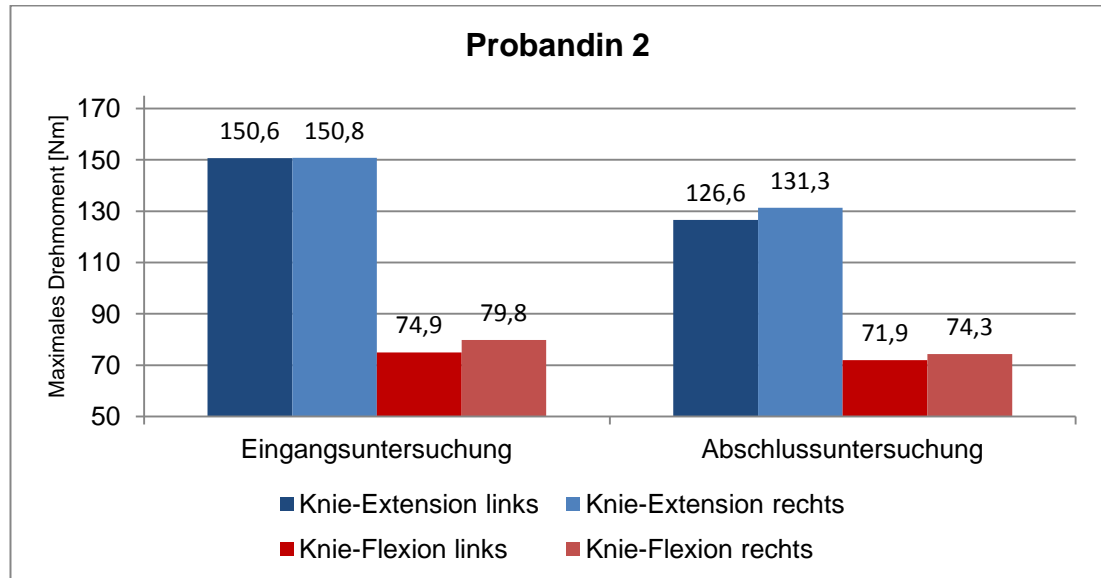


Abbildung 8: Maximales Drehmoment für Knie-Extension und Knie-Flexion.

Die Abbildung 8 zeigt, dass bei Probandin 2 ein leichter Krafterückgang zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung zu erkennen ist. So sind vor allem bei der Knie-Extension Unterschiede zwischen den einzelnen Messungen zu erkennen. Für das linke Knie beläuft sich der Rückgang der Maximalkraft auf 24 Nm., während dieser für das rechte Knie bei 19,5 Nm. liegt. Für die Knie-Flexion sind die Werte mit Abnahmen von 3,0 Nm. bzw. 5,5 Nm. geringer.

Die beiden nachfolgenden Abbildungen zeigen die Tragedauer der DIR[®]-Schiene von Probandin 2 über die Dauer der Intervention und die sportliche Aktivität im Schnitt während dieser. Die Werte sind wie zuvor bei Probandin 1 ermittelt worden.

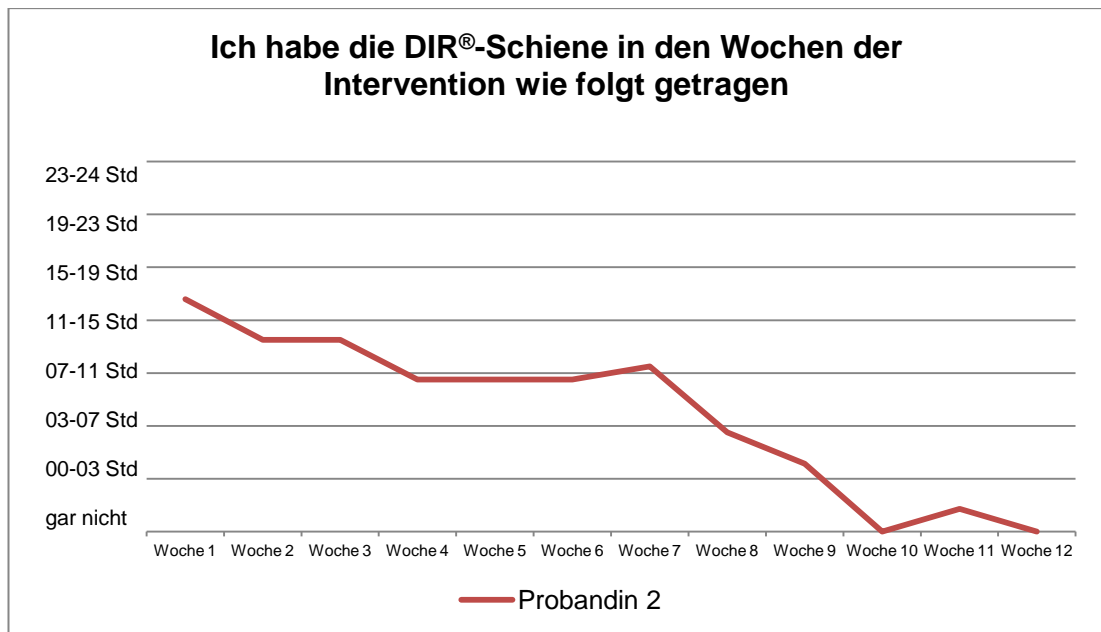


Abbildung 9: Durchschnittliche Tragedauer der Schiene

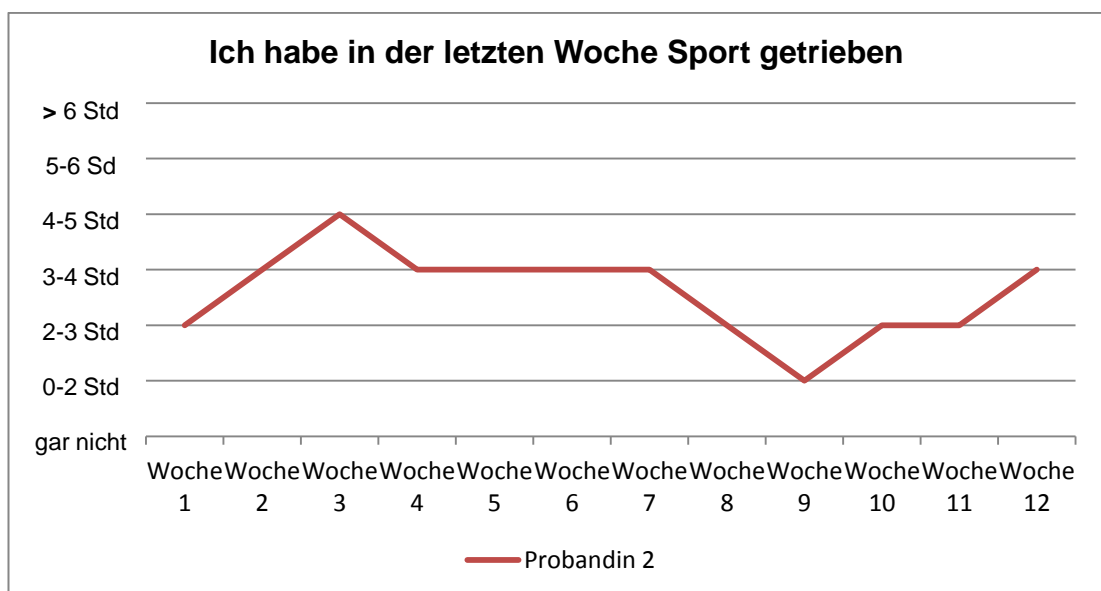


Abbildung 10: Durchschnittliche sportliche Aktivität

In der Grafik 9 sieht man, dass die Probandin 2 die DIR®-Schiene während der 12 wöchigen Intervention unregelmäßig getragen hat. Ab Woche neun hat sie auf das Tragen der Schiene fast komplett verzichtet. Die sportliche Aktivität hingegen zeigt sich bei ihr immer in einem Maß zwischen ungefähr zwei bis vier Stunden pro Woche.

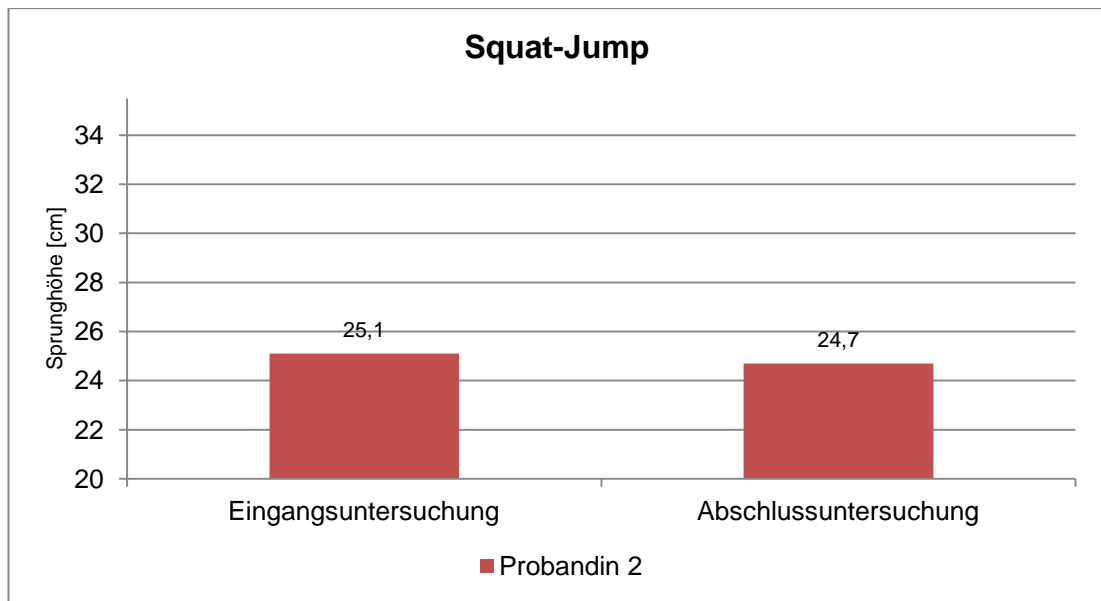


Abbildung 11: Ergebnisse des Squat-Jump Tests

Der Squat-Jump von Probandin 2 zeigt keine großen Veränderungen zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung. Der Wert verändert sich hierbei um 0,4 cm weniger bei der zweiten Testung (Abb. 11).

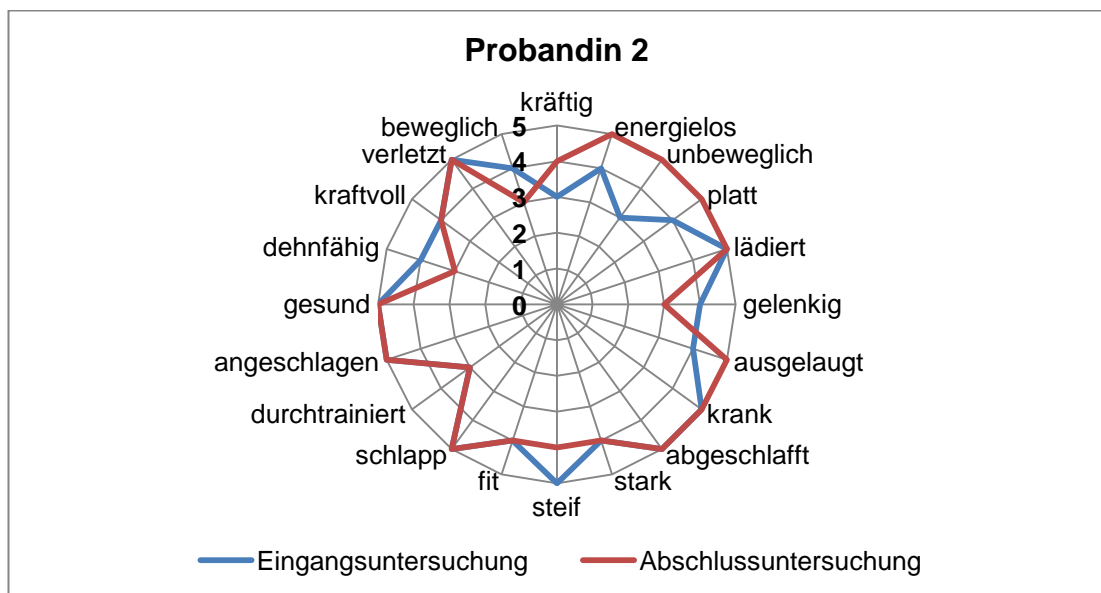


Abbildung 12: Itemwerte des Fragebogens WKV

Die Ergebnisse der Probandin 2 weisen keine einheitliche Tendenz auf. Einige der Werte unterscheiden sich zwischen Eingangs- und Ausgangsuntersuchung gar nicht (z.B. gesund, angeschlagen, durchtrainiert und schlapp). Bei den anderen Werten gibt es zwar Unterschiede, allerdings sind hierbei sowohl Verbesserungen (z.B. energielos, unbeweglich und platt)

als auch Verschlechterungen (z.B. dehnfähig, gelenkig und steif) zu erkennen (Abb. 12).

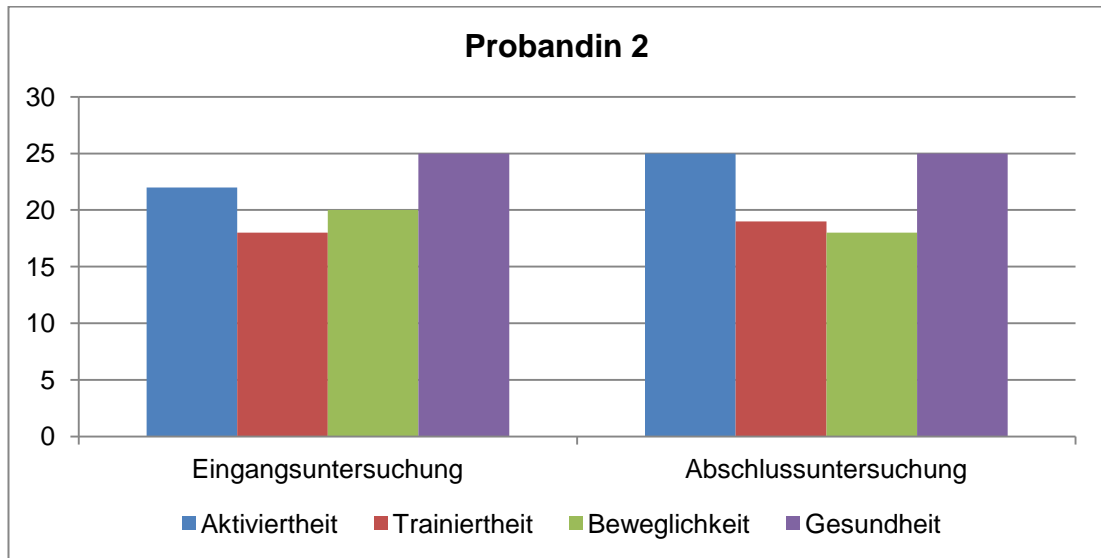


Abbildung 13: Dimensionswerte des Fragebogens WKV

Die Probandin 2 verbessert sich bei der Ausgangstestung für die Skalen Aktiviertheit und Trainiertheit. Allerdings ist der Ausgangswert für die Skala Trainiertheit nur wenig höher als der Eingangswert. Die Skala Beweglichkeit verschlechtert sich im Vergleich zur Eingangsuntersuchung etwas. Die Dimension Gesundheit bleibt unverändert.

In Tabelle 3 werden die Ergebnisse der physiotherapeutischen Untersuchung dargestellt. Hierfür werden die Veränderungen zwischen den beiden Messzeitpunkten dokumentiert. Die Parameter, in denen es keine Veränderungen gab, werden nicht aufgeführt.

Tabelle 3:Veränderungen bei der physiotherapeutischen Untersuchung zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung

	Probandin 2					
	Eingangsuntersuchung			Abschlussuntersuchung		
Halswirbelsäule Lateralflexion (in °)	40	0	45	45	0	45
Halswirbelsäule Rotation (in °)	80	0	70	80	0	75
Brustwirbelsäule Lateralflexion (in °)	Rechts	Links		Rechts	Links	
	23	21,5		26	25	
Brustwirbelsäule Rotation (in °)	40	0	30	40	0	35
Finger-Boden-Abstand (in cm)	15			20		
Wirbelsäulenlänge im Stand und Gebeugt (gemessen zwischen C7 und S1 in cm)	Stand	Gebeugt		Stand	Gebeugt	
	48	60,5		48	64	

Rechtes Schultergelenk Arm auswärts und einwärts drehen (in °)	60	0	95	65	0	95
Rechtes Hüftgelenk (Streckung und Beugung in °)	0	0	130	0	10	130

Die Tabelle zeigt, dass sich Probandin 2 in sieben der acht aufgeführten Ergebnisse verbessert hat zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung. Nur bei der Streckung und Beugung des rechten Hüftgelenks hat sich die Beweglichkeit verschlechtert, so dass die Probandin die physiologische Nullstellung nicht einnehmen kann, sondern eine durchgehende Beugung von 10° hat.

V.2.3 Probandin 5

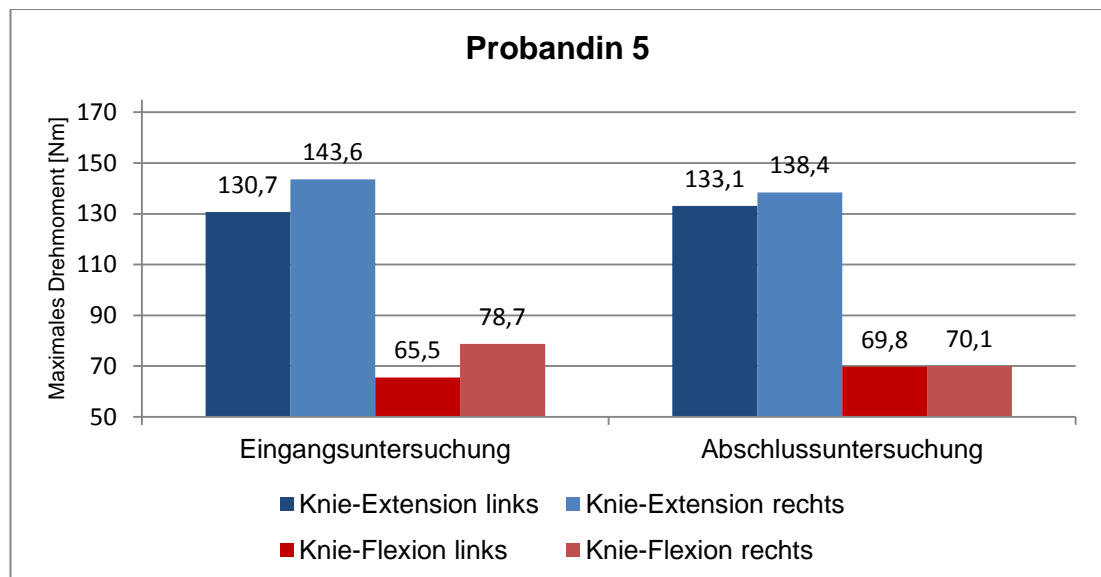


Abbildung 14: Maximales Drehmoment für Knie-Extension und Knie-Flexion.

Die Probandin 5 konnte sich bei der Abschlusstestung im linken Bein verbessern, während ihre Werte für das rechte Bein leicht zurückgingen. Insgesamt fällt bei der graphischen Auswertung für Probandin 5 auf, dass sich die Werte beider Beine bei der Ausgangstestung so angeglichen haben, dass fast kein Unterschied mehr im Seitenvergleich festzustellen ist. Der Unterschied zwischen der Knie-Extension links und rechts betrug bei der Eingangsuntersuchung 12,9 Nm. Bei der Abschlussuntersuchung verringerte sich der Unterschied auf 5,3 Nm. Ähnliches ist für die Knie-Flexion festzustellen. Die Werte für das linke und rechte Bein unterschieden sich bei

der Prämessung um 13,2 Nm, bei der Postmessung nur noch um 0,3 Nm (Abb.14).

Die Abbildung (15) zeigt die durchschnittliche Tragedauer der DIR[®]-Schiene von Probandin 5. Diese ist, wie bei Probandin 1 erläutert, ermittelt worden. In der nachfolgenden Grafik (Abb. 16) wird die durchschnittliche sportliche Aktivität während der einzelnen Wochen der Probandin 5 dargestellt.

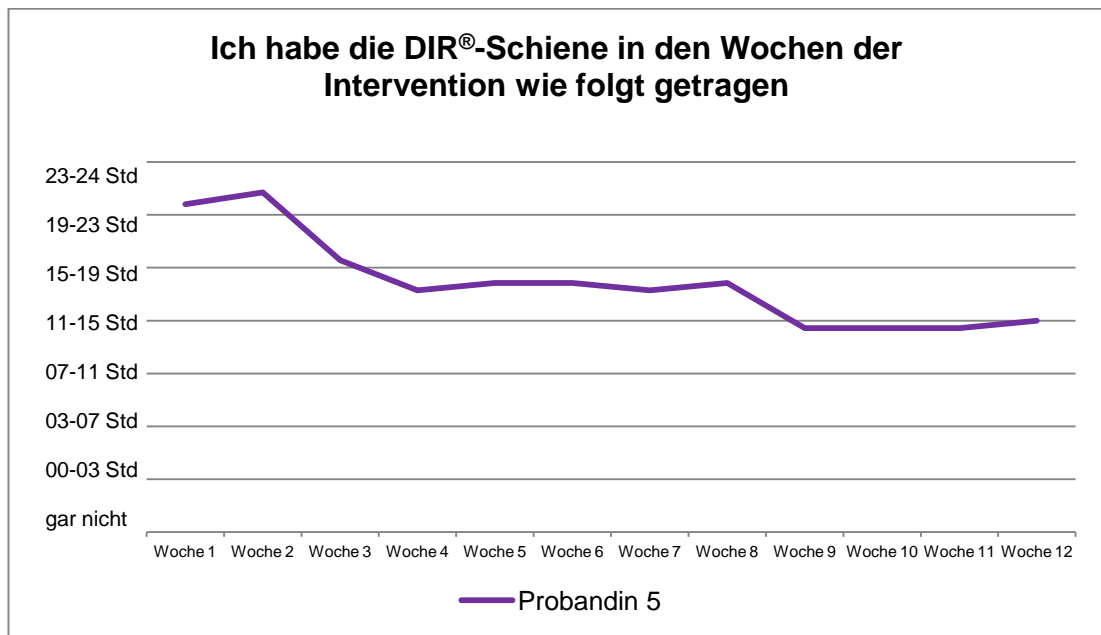


Abbildung 15: Durchschnittliche Tragedauer der Schiene.

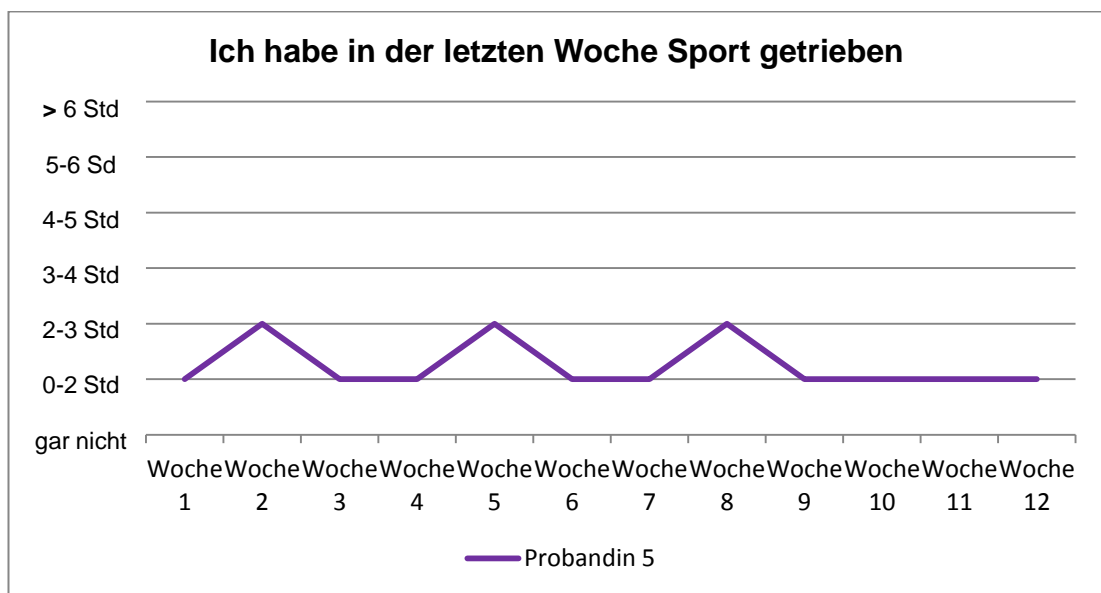


Abbildung 16: Durchschnittliche sportliche Aktivität

Probandin 5 hat die DIR[®]-Schiene während der Intervention regelmäßig getragen. In den ersten beiden Wochen hat sie diese über 21 Stunden täglich getragen, während sie zum Ende der Intervention die Neuprogrammierungsschiene zwischen elf und 15 Stunden trägt.

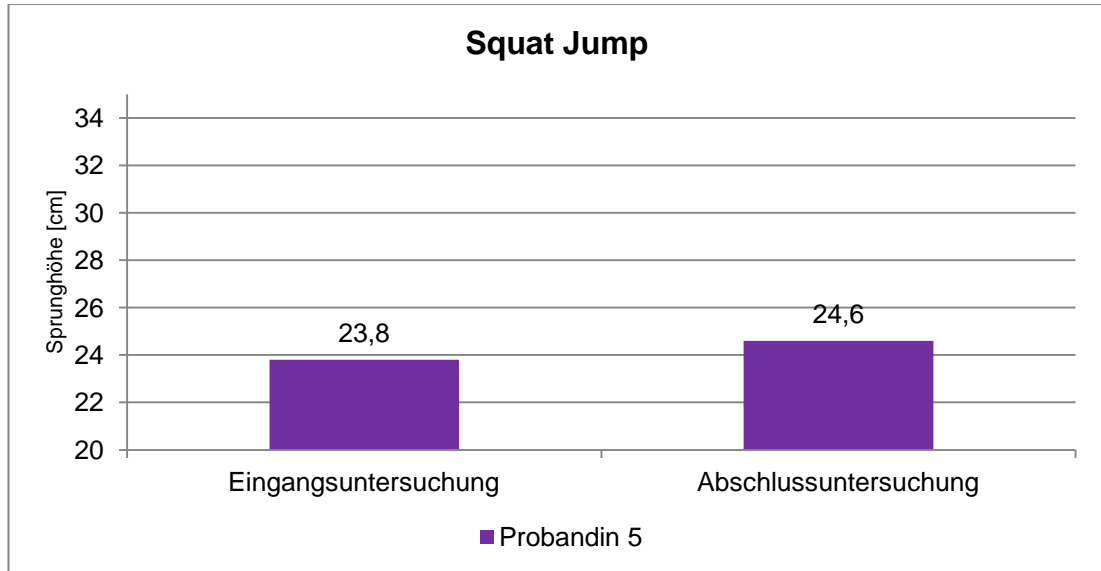


Abbildung 17: Ergebnisse des Squat-Jump Tests

Die Abbildung 17 zeigt zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung eine Verbesserung von 0,8 cm bei Probandin 5 für den Squat-Jump.

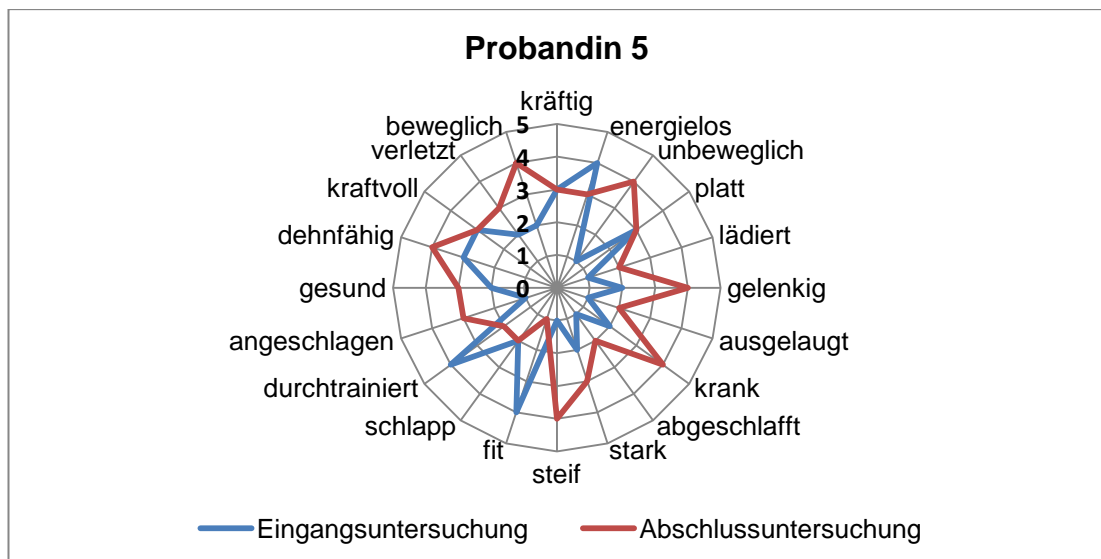


Abbildung 18: Einzelne Itemwerte des WKV

Die Abbildung 18 zeigt die Itemverteilung für die Probandin 5. Hierbei wird deutlich, dass Probandin 5 die meisten Items bei der Abschlussuntersuchung besser bewertet. Lediglich die Items durchtrainiert, fit und energielos haben bei der Abschlussuntersuchung einen niedrigeren Wert bekommen. Diese

gehören alle zu der Skala Aktiviertheit, so dass bei dieser Skala eine negativere Bewertung im Vergleich zur Eingangsuntersuchung vermutet werden kann. Die übrigen Skalen sind im zum Zeitpunkt der Postmessung positiver als zum Zeitpunkt der Prämessung bewertet worden.

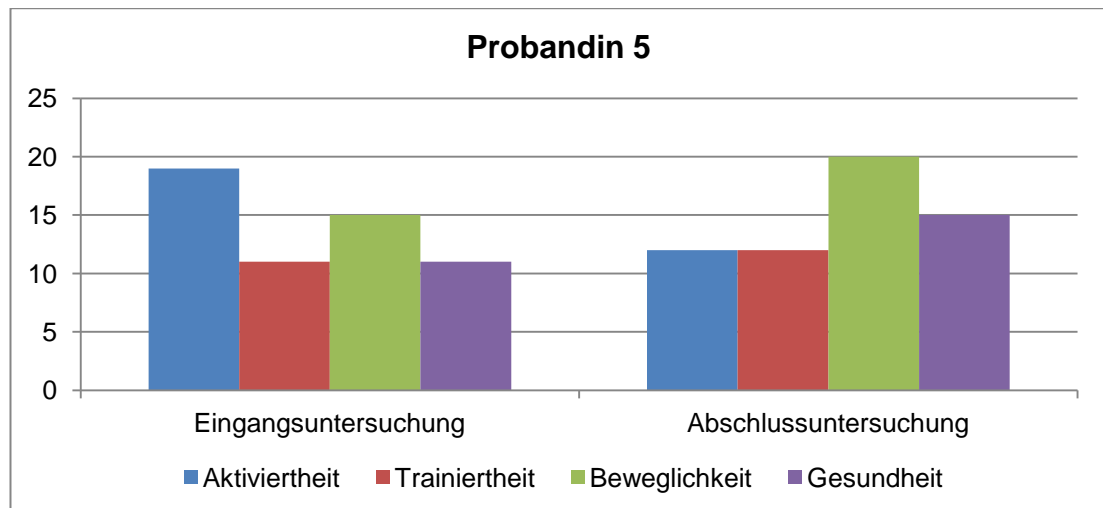


Abbildung 19: Einzelne Dimensionen des WKV

Bei Probandin 5 ist eine Steigerung bei den Dimensionen Beweglichkeit und Gesundheit zu erkennen. Für die Dimension Trainiertheit beurteilt die Probandin sich nur geringfügig besser als zu Beginn der Studie. Der Messwert für die Skala Aktiviertheit ist bei der Ausgangsmessung hingegen schlechter als zu Beginn der Studie (Abb. 19).

Die Ergebnisse der physiotherapeutischen Untersuchung von Probandin 5 werden in Tabelle 4 dargestellt. Wiederum werden lediglich die Messungen aufgeführt, bei denen es zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten zu Unterschieden kam.

Tabelle 4:Veränderungen bei der physiotherapeutischen Untersuchung zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung

	Probandin 5					
	Eingangsuntersuchung			Abschlussuntersuchung		
Halswirbelsäule (Extension und Flexion in °)	45	0	50	45	0	70
Halswirbelsäule (Rotation in °)	75	0	80	80	0	80
Brustwirbelsäule (Lateralflexion in °)	Rechts	Links		Rechts	Links	
	14	15		20	21	
Brustwirbelsäule (Rotation in °)	35	0	40	40	0	40
Brustwirbelsäule (Jugulum-Abstand in cm)	23			26		
Finger-Boden-Abstand (in cm)	14			15		
Wirbelsäulenlänge im Stand und Gebeugt (gemessen zwischen C7 und S1 in cm)	Stand	Gebeugt		Stand	Gebeugt	
	43	51,5		43	54	
Rechtes Ellenbogengelenk (Extension und Flexion in °)	150	0	0	150	0	10
Linkes Ellenbogengelenk (Extension und Flexion in °)	150	0	0	150	0	10
Rechtes Hüftgelenk (auswärts/einwärts Drehung bei 90° Hüftgelenk gebeugt)	20	0	50	25	0	50

In allen elf aufgeführten Messungen konnte sich die Probandin zwischen der Eingangs- und Abschlussdiagnostik verbessern. Besonders groß ist hierbei die Verbesserung der Flexion der Halswirbelsäule, die sich um 20° vergrößert hat.

V.2.4 Proband 7

Proband 7 hat aufgrund seiner Tätigkeit als Leistungssportler bei der isokinetischen Krafttestung ein differenzierteres Testprofil absolviert.

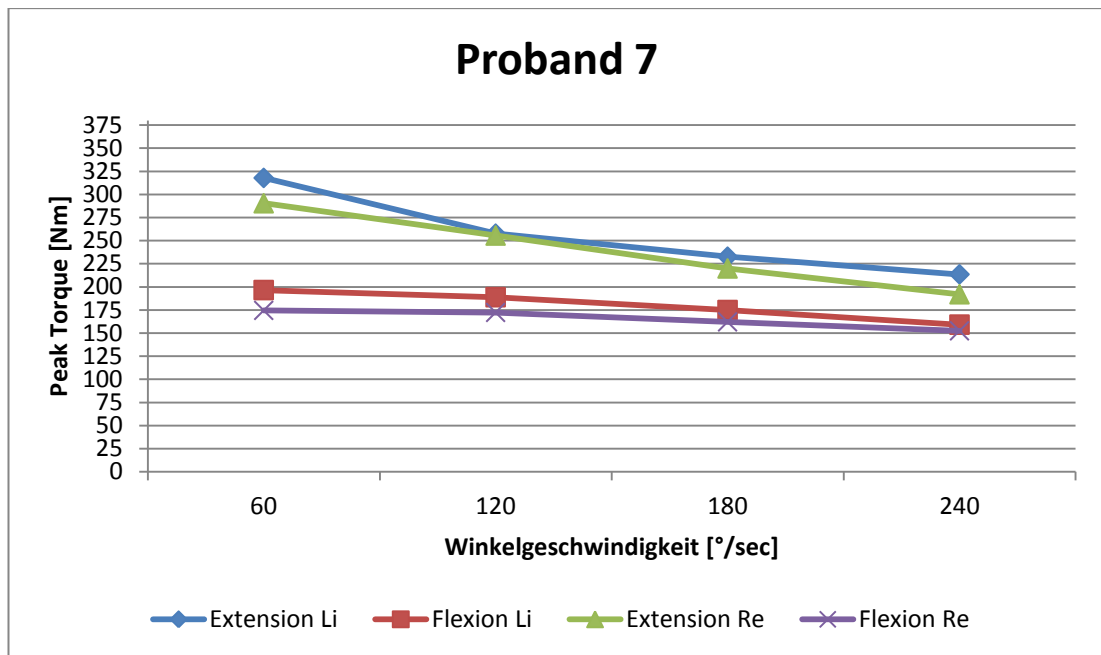


Abbildung 20: Maximales Drehmoment für Knie-Extension und Knie-Flexion bei der Eingangsuntersuchung.

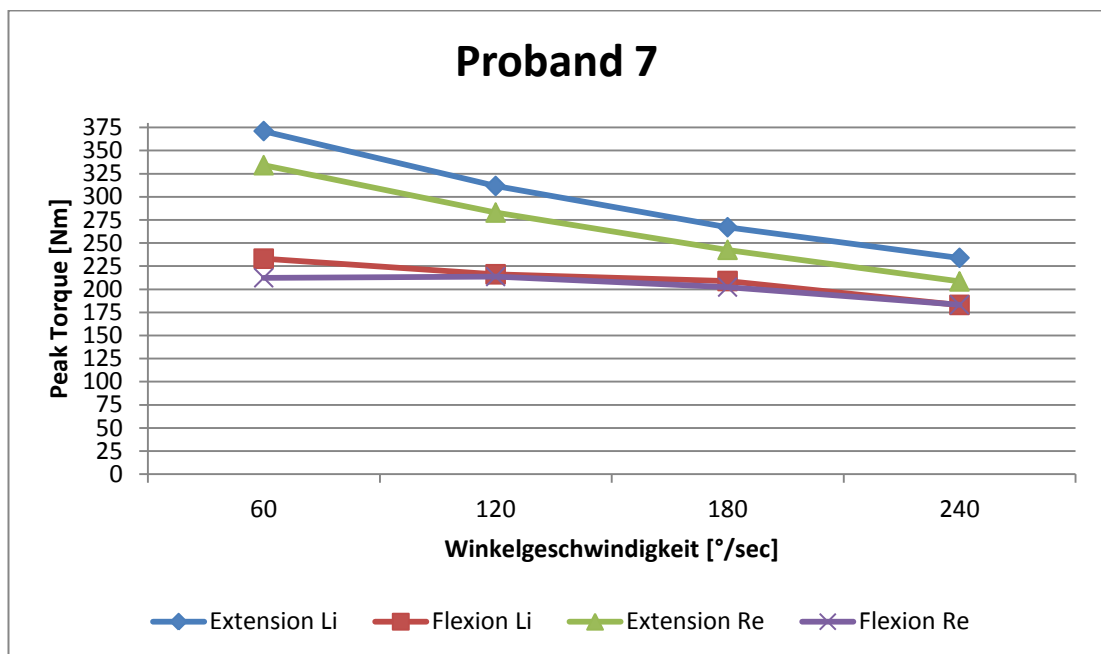


Abbildung 21: Maximales Drehmoment für Knie-Extension und Knie-Flexion bei der Abschlussuntersuchung.

Die beiden obigen Abbildungen zeigen, dass sich Proband 7 in allen Winkelgeschwindigkeiten und in allen Parametern, also Extension links und rechts, so wie Flexion links und rechts, zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung verbessert hat. So verbessert sich beispielsweise die Extension links bei 60°/sec und 120°/sec um rund 50 Newtonmeter (Abb. 20 und 21).

Die beiden nachfolgenden Grafiken (Abb. 22 und 23) zeigen die Ergebnisse der wöchentlichen Online-Befragung von Proband 7. Hierbei werden die Items Tragedauer der DIR[®]-Schiene so wie die sportliche Aktivität dargestellt.

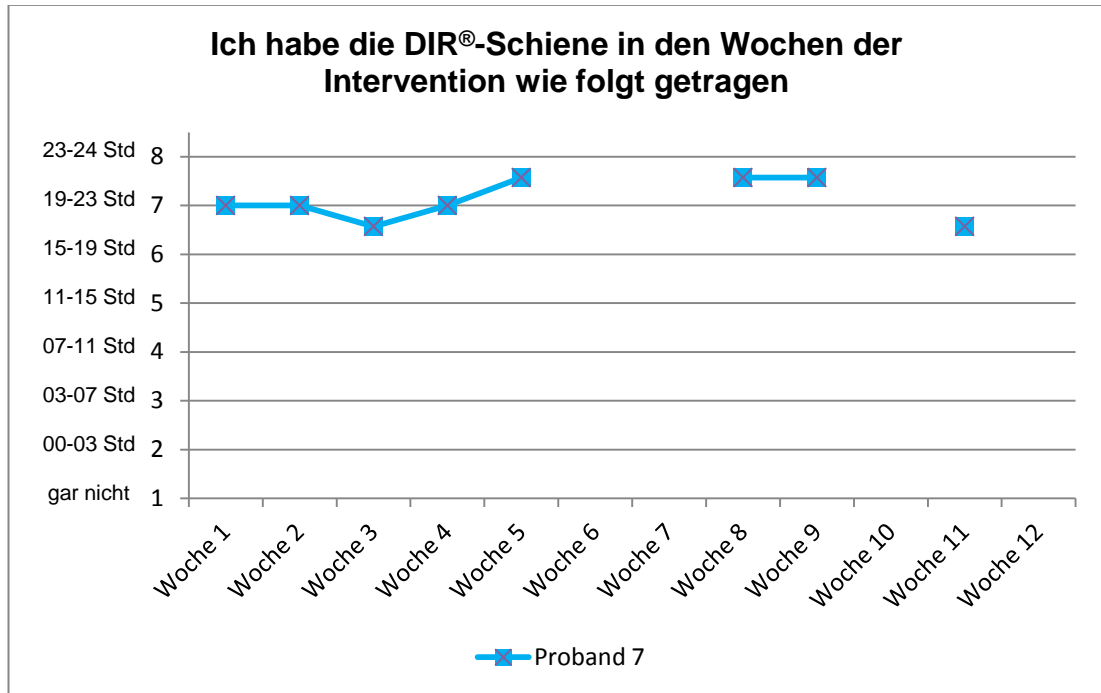


Abbildung 22: Durchschnittliche Tragedauer der Schiene

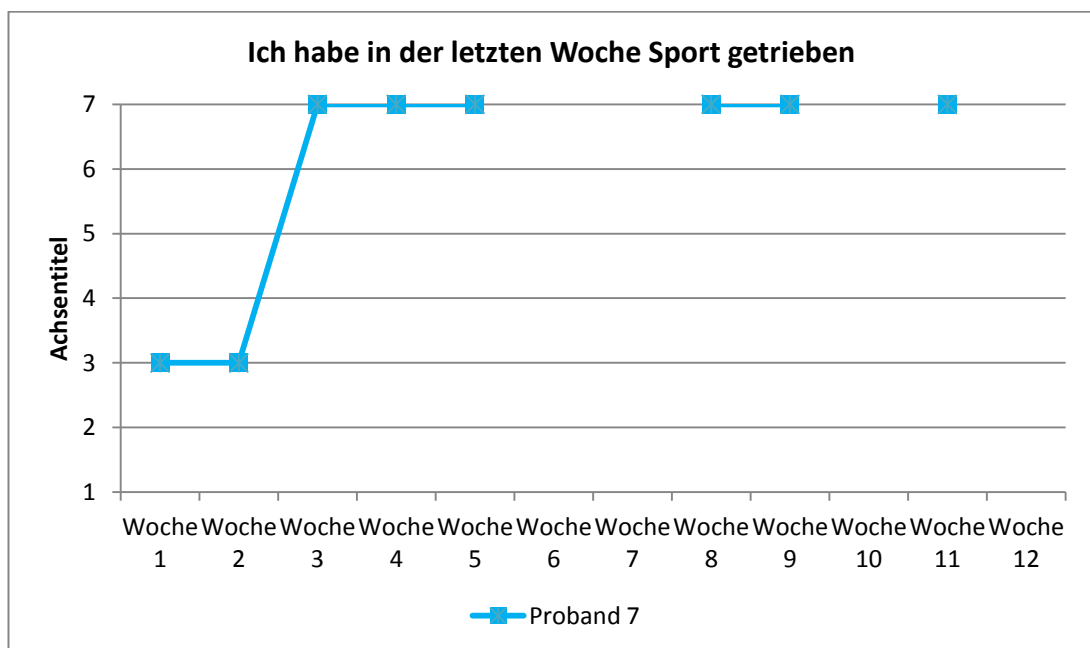


Abbildung 23: Durchschnittliche sportliche Aktivität

Proband 7 hat wie in den Grafiken zu erkennen ist, den Fragebogen in den Wochen sechs, sieben, zehn und zwölf nicht bearbeitet. In den Wochen in denen er den Fragebogen bearbeitet hat, hat er die Neuprogrammierungsschiene sehr regelmäßig zwischen 19 und 20 Stunden getragen. Die sportliche Aktivität hat bei ihm nach der zweiten Woche deutlich zugenommen, so dass er nach dieser Zeit über sechs Stunden in der Woche sportlich aktiv gewesen ist.

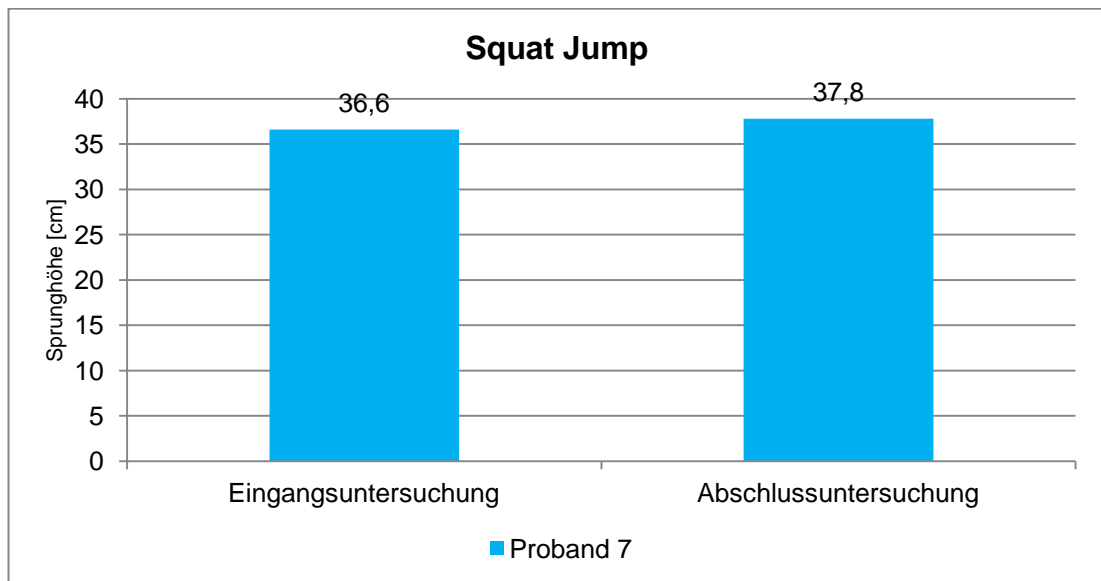


Abbildung 24: Ergebnisse des Squat-Jump Tests

Die Abbildung 24 zeigt die Auswertung des Squat-Jumps für den Probanden 7. Hierbei zeigt sich eine Verbesserung zwischen Eingangs- und Ausgangsuntersuchung um 1,2 cm.

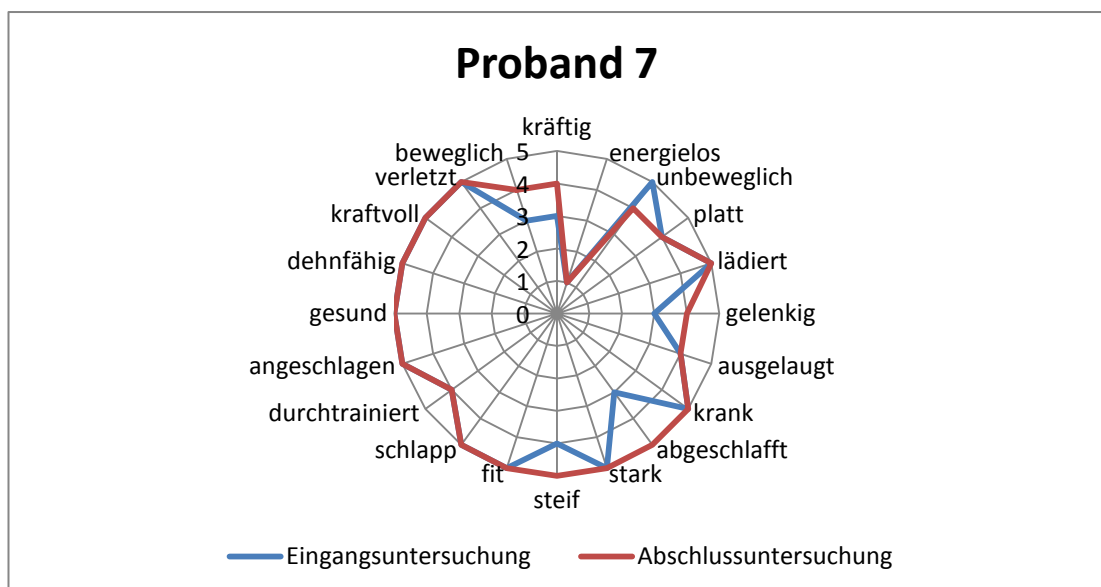


Abbildung 25: Einzelne Itemwerte des WKV

Bei der Itemverteilung des WkV für Proband 7 wird deutlich, dass dieser außer bei dem Item energielos immer eine bessere oder die gleiche Bewertung wie zu Beginn der Intervention vorgenommen hat (Abb. 25).

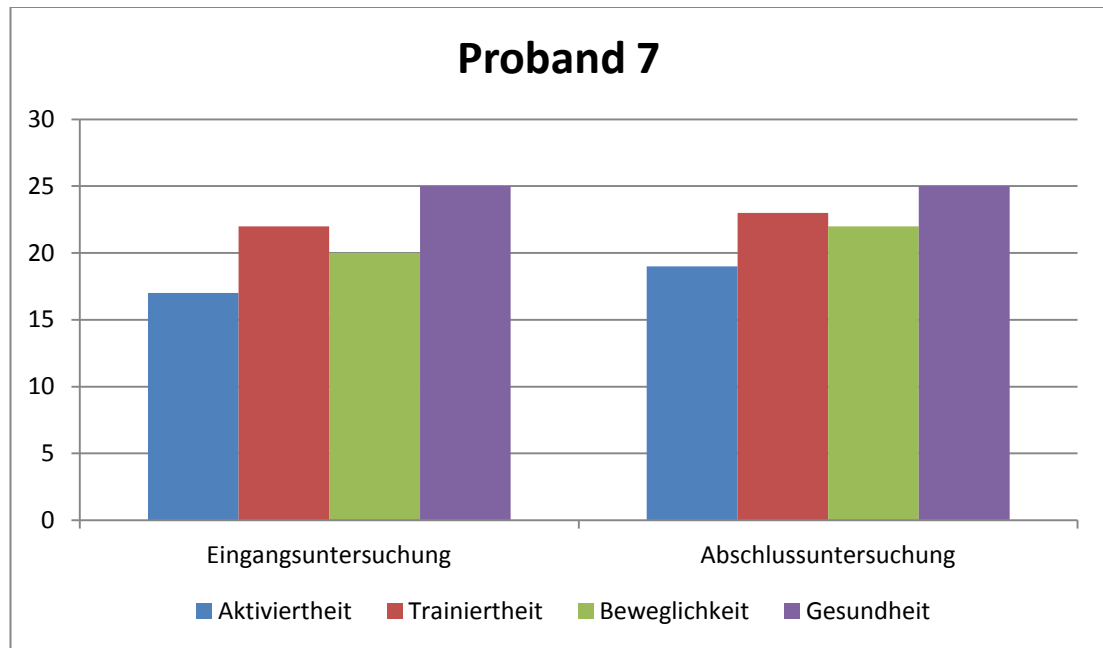


Abbildung 26: Einzelne Dimensionen des WkV

Die obige Grafik (Abb. 26) unterstützt die durch die vorherige Abbildung gewonnenen Erkenntnisse. So hat sich der Proband 7 in den Skalen Aktiviertheit, Trainiertheit und Beweglichkeit besser bewertet, während die Skala Gesundheit gleich geblieben ist.

VI. Diskussion

Rahmenbedingungen und aktueller Forschungsstand

In der Wissenschaft wird der Einfluss einer Kieferfunktionsstörung auf verschiedene Parameter untersucht. Die Literaturrecherche konzentriert sich im Kontext dieser Arbeit auf die Auswirkungen einer Craniomandibulären Dysfunktion in der Peripherie. Fujimoto, Hayakawa, Hirano und Watanabe (2001) konnten in einer Studie nachweisen, dass die Position des Kiefergelenks einen Einfluss auf die Gangstabilität und das Gangbild des Menschen hat. Hierzu bekamen die Probanden in der Studie verschiedene Biss-Schienen eingesetzt, die jeweils eine veränderte Position des

Kiefergelenks zur Folge hatten. In einer weiteren Studie wurde der Einfluss des Tragens einer Biss-Schiene auf die Haltungskontrolle bei unterschiedlichen Kieferpositionen untersucht (Tardieu, Dumitrescu, Giraudeau, Blanc, Cheynet und Borel, 2009). Hier wurde die Gleichgewichtsfähigkeit auf stabilem und instabilem Untergrund erhoben. Die Autoren konstatierten, dass eine veränderte Kieferposition zu einer verbesserten Gleichgewichtsfähigkeit unter erhöhten Schwierigkeitsbedingungen führt. Zwar konnte bei offenen Augen und instabilem Untergrund mit und ohne Veränderung der Kieferposition kein Unterschied festgestellt werden. Bei Erhöhung des Schwierigkeitsniveaus durch Schließen der Augen konnte jedoch eine Verschlechterung der Haltung bei einer veränderten Kieferposition festgestellt werden.

Ein Zusammenhang zwischen einer Kiefergelenksstörung und der Verschlechterung der Hüftabduktion konnte in einer anderen Studie nachgewiesen werden (Hülse und Losert-Bruggner, 2002). Hierbei wurde durch manualtherapeutisches Lösen von Blockaden und Verspannungen ein Einfluss auf die CMD genommen. Behandelt wurde im Bereich der Halswirbelsäule und des Iliosakralgelenks. Zusätzlich fand eine Manipulation der Kieferokklusion durch den Einsatz von Papierstreifen statt. Als Ergebnis zeigten die Autoren eine Wechselwirkung zwischen manueller Therapie – auch in der Peripherie, dem Iliosakralgelenk – und der Verbesserung der Kiefergelenksstörung auf, die sich positiv auf die Bewegungsweite des Hüftgelenks auswirkt. Als mögliche Begründung für den Erfolg der Therapie wiesen sie auf eine Irritation der Dura spinalis oder eine absteigende Wirkung der Bahnen von C2 nach kaudal hin. Allerdings konnte dieses Ergebnis nur deskriptiv, nicht aber statistisch festgehalten werden und bedarf weiterer Klärung (Hülse und Losert-Bruggner, 2002). Gestützt wird die These eines Zusammenhangs zwischen einer Craniomandibulären Dysfunktion und muskuloskeletalen Problemen durch eine weitere Veröffentlichung (Schupp, Boissereé, Haubrich, Heller, Marx, Annunziato und Nölting, 2010). In dieser wurde für Zahn- und Manualmediziner ein Diagnoseblatt entwickelt, das eine Klärung der Schmerzen anhand einer CMD erlaubt. Für die Autoren ist ein Zusammenhang zwischen der Kieferfunktionsstörung und dem Auftreten muskuloskeletaler Probleme in der Literatur hinreichend beschrieben, so

dass nicht geklärt werden muss, dass ein Zusammenhang besteht, sondern wie man diesen am besten diagnostizieren kann. Auch Weitz (2010) und Liebaug und Ning (2012) beschreiben in ihren Artikeln die Zusammenhänge von einer CMD und deren Auswirkungen auf die Peripherie. Auch für sie ist ein Zusammenhang zwischen der Kieferfunktionsstörung und muskuloskeletalen Problemen gegeben. Somit kann zunächst festgehalten werden, dass die derzeitige Forschung davon ausgeht, dass es eine Verbindung zwischen CMD und muskuloskeletalen Phänomenen gibt. In einem nächsten Schritt soll nun dargestellt werden, inwiefern sich die Wissenschaft bereits mit der Auswirkung von Biss-Schienen auf die sportliche Leistungsfähigkeit beschäftigt hat, bzw. inwieweit dieses analysiert worden ist.

In verschiedenen Studien wurde der Einfluss des Tragens einer Biss-Schiene auf die sportliche Leistungsfähigkeit untersucht. Hierbei konnte festgestellt werden, dass das Tragen einer Schiene während des Sports zu verbesserten Ergebnissen bei sportmotorischen Tests führt (Ohlendorf, Riegel und Kopp, 2011). Getestet wurden 17 gesunde Probanden, die nach Vermessungen zwei unterschiedliche Schienen bekamen. Sie führten jeweils ohne und mit den Schienen standardisierte sportmotorische Tests durch. Als Resultat konnte hierbei festgehalten werden, dass die Ergebnisse mit getragener Schiene besser waren. Eine andere Studie mit Feldhockeyspielern zeigte Ähnliches. Die Athleten erhielten einen individuell angefertigten Mundschutz und wurden anschließend auf eine Veränderung ihrer funktionalen Wirbelsäulenstellung untersucht. Die Sportler zeigten eine Verbesserung in allen Bereichen der Wirbelsäule, die sich auch bei den sportartspezifischen Bewegungen im Hockey aufrecht erhalten ließ (Ohlendorf, Garcia, Turbanski, Schmidtbleicher und Kopp, 2011).

In einer weiteren Untersuchung wurde ein herkömmlicher Mundschutz bei Taekwondo Athleten getestet. Auch hier zeigte sich, dass keine Verschlechterung der sportlichen Leistungsfähigkeit erfolgte, sondern sich im Gegenteil positive Anpassungen zeigten. So konnten die Athleten eine signifikante Steigerung ihrer Durchschnitts- und Spitzenwerte bei einem anaeroben Leistungstest (Wingate Test), so wie eine Steigerung der

Maximalkraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur erreichen (Cetin, Kececi, Erdogan und Baydar, 2009). Arent, McKenna und Golem (2010) befassten sich mit den Auswirkungen eines individuell angepassten Mundschutzes auf die sportliche Leistungsfähigkeit. Sie untersuchten 22 Athleten auf die Entwicklung ihrer Kraftausdauer und ihrer anaeroben Krafftähigkeit. Die Athleten waren Vertreter unterschiedlicher Sportarten (Basketball, Football, Wrestling, Lacrosse), in denen das Tragen eines Mundschutzes üblich ist. Das Studiendesign sah eine Cross-Over-Doppelblindstudie vor. Verglichen wurde ein herkömmlicher, handelsüblicher Mundschutz mit einem individuell angepassten neuromuskulären Mundschutz. Als Ergebnis konnten die Autoren eine signifikant bessere Leistung bei den sportmotorischen Tests mit der neuromuskulären Schiene verzeichnen, so dass sie die Möglichkeit der Leistungssteigerung durch den Einsatz von Schienen im Sport als gegeben sehen (Arent et al., 2010).

Der aktuelle Forschungsstand lässt also auf einen positiven Einfluss von Biss-Schienen auf die Peripherie und damit auf die sportliche Leistungsfähigkeit schließen. Letzteres bedarf aber noch weiterer Verifizierung durch Folgestudien, besonders deshalb, weil bislang immer nur der kurzfristige Effekt einer Biss-Schiene getestet wurde und die langfristige Wirkung noch keine Berücksichtigung fand. Somit kann eine dauerhafte Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit angenommen werden, die allerdings noch nicht als eindeutig belegt werden kann.

Stichprobengröße, Drop Outs

Die acht Probanden unterschieden sich in einigen Punkten erheblich. Insbesondere die sportliche Aktivität variierte sehr stark. Dieses ist darauf zurückzuführen, dass drei der Probanden leistungssportlich aktiv sind, während die übrigen Probanden lediglich „körperlich aktiv“ waren. Dieses schränkt die Vergleichbarkeit der erzielten Ergebnisse innerhalb des Probandenguts ein, da die Vorgabe bestand auf ein gezieltes Krafttraining während der Dauer der Intervention zu verzichten (s. Methodik). Im Leistungssport ist dieses allerdings unabdingbar, so dass ein progressives Krafttraining durchgeführt worden ist. Aufgrund dessen sind die Ergebnisse des Squat-Jumps und die erzielten Ergebnisse der Maximalkrafttestung bei

diesen Probanden nicht zu verwenden, da ein Rückschluss auf eine eventuelle Verbesserung/Verschlechterung der Ergebnisse nicht eindeutig auf das Tragen der DIR[®]-Schiene zurückgeführt werden kann.

Des Weiteren konnten von den ursprünglichen acht Probanden nur vier die Eingangs- und Abschlussuntersuchung durchführen. Vollständige Ergebnisse sind hierbei lediglich bei drei der vier Probanden erreicht worden, da Proband 7 die physiotherapeutische Abschlussuntersuchung nicht wahrgenommen hat. Die Drop-Outs während der Studie sind auf unterschiedliche Gründe zurückzuführen. Zwei Verletzungen traten auf, die eine Fortführung der Studie nicht zuließen, da es den beiden Probanden nicht möglich war weiterhin körperlich aktiv zu sein. Des Weiteren brach ein Proband die Studie ab, da ihm das Tragen der Schiene über 24 Stunden während der gesamten Intervention zu unangenehm war. Zuletzt brach ein weiterer Proband die Studie ab, da es ihm nicht möglich war an den Abschlusstestungen (Squat-Jump, Isokinetik, WKV) teilzunehmen.

Aufgrund der geringen Stichprobengröße und der großen Heterogenität des Probandenguts können die Ergebnisse keinesfalls als allgemeingültig gelten. Die Ergebnisse können lediglich einzeln und separat betrachtet und bewertet werden.

Erhebungsinstrumente (Methodendiskussion)

Kraftdiagnostik mittels Sprungkraftmessung und Isokinetik

Eines der ausgewählten Erhebungsinstrumente war die Sprungkraftdiagnostik mittels einer Kraftmessplatte. Die Messung der Sprungkraft ist nach dem Protokoll der Swiss Olympic Medical Centers (Tschopp, 2003) durchgeführt worden, so dass eine möglichst große Standardisierung erreicht werden konnte. Zudem sind die Verfahren nur geringfügig sowohl durch Testleiter als auch Teilnehmer zu manipulieren. Als mögliche Fehlerquellen sind hier die aktuelle Tagesform und die Motivation der Probandinnen zu nennen (Simmonds, 1997).

Wie die Sprungkraftmessung ist auch die Maximalkraftmessung an der Isokinetik nach dem Protokoll der Swiss Olympic Medical Centers (Tschopp, 2003) durchgeführt worden. Bei der Isokinetiktestung ist eine Verfälschung der Ergebnisse durch mangelnde Motivation des Probanden kaum möglich,

da dem Testleiter Kurven gegeben werden, die einen Rückschluss auf die Kraftentwicklung gewährleisten (Felder, 1999). Somit wäre ein nicht maximaler Krafteinsatz der Probandinnen dem Testleiter aufgefallen und die Testung hätte dann wiederholt werden können. Das war bei den vorliegenden Untersuchungen nicht notwendig, da die Probanden gleichmäßige Kurven der Kraftentwicklung erreichten und somit eine nicht maximale Ausbelastung ausgeschlossen werden kann. Diese beiden Messverfahren sind demnach sinnvoll eingesetzt worden und ergaben objektive Daten, so dass von einer großen Validität der Ergebnisse ausgegangen werden kann.

Erhebung der subjektiven Leistungsfähigkeit mittels des WKV

Die Probanden füllen zur Erhebung ihrer subjektiven Leistungsfähigkeit den Fragebogen WKV aus. Der WKV erfasst die aktuelle körperliche Verfassung zum Zeitpunkt der Ausgabe des Fragebogens. Die wahrgenommene körperliche Verfassung wird nicht rückblickend auf einen längeren Zeitraum betrachtet (Kleinert, 2006). Hiermit soll die jeweilige Verfassung der Teilnehmer im Bezug zur Untersuchungssituation festgehalten werden. Sehr stark variierende Ergebnisse hätten hierbei die Güte der Ergebnisse beeinflussen können, da die Tagesform mit der Leistungsfähigkeit in Testsituationen zusammenhängt. Zusätzlich ermöglicht der WKV eine Rückmeldung, wie sich das Tragen der DIR[®]-Schiene auf die wahrgenommene subjektive Leistungsfähigkeit auswirkt.

Erhebung der Tragedauer der DIR[®]-Schiene und der durchschnittlichen sportlichen Aktivität pro Woche mit dem Online-Fragebogen

Ein weiteres ausgewähltes Erhebungsinstrument ist die wöchentliche Online-Befragung. Diese wurde durchgeführt, um mögliche Veränderungen im Verhalten der Probandinnen in Bezug zur Tragedauer der Biss-Schiene und der durchschnittlichen körperlichen Aktivität pro Woche aufzuzeigen. Hierdurch sollten mögliche Einflussfaktoren auf die Güte der Studienergebnisse sichtbar werden. Eine Erhebung dieser Parameter ist im Kontext der Studie sinnvoll, da sowohl eine gesteigerte sportliche Aktivität als

auch das Nichttragen der DIR[®]-Schiene zu einer Veränderung der Ergebnisse führen können.

Untersuchungsparameter

Es ist zu hinterfragen, ob die Auswahl der sportspezifischen Merkmale – Maximalkraft der Beine und Sprungkraft – sinnvoll getroffen wurde, um den Einfluss der DIR[®]-Schiene auf sportspezifische Parameter darzustellen. Diese Parameter werden über die Tiefe Frontallinie angesteuert und angesprochen. Über myofasziale Leitbahnen soll die DIR[®]-Schiene zu einer Verbesserung der Parameter führen, indem sie die durch die CMD hervorgerufenen Beschwerden verringert. Es muss hinterfragt werden, ob die Effekte der DIR[®]-Schiene auf die peripheren Strukturen ausreichend groß sind, um durch die ausgewählten Verfahren gemessen werden zu können. Da in den beschriebenen Messungen kein Einfluss der DIR[®]-Schiene nachzuweisen ist, könnten die Auswirkungen in der Peripherie zu gering gewesen sein, um in diesen Verfahren zu messbaren Ergebnissen zu kommen. Die Untersuchung der physiologischen Konstitution hingegen ist als positiver Parameter zu benennen, da bei diesen Veränderungen im gesamten Körper, also sowohl in direkt angrenzenden Strukturen als auch in der Peripherie berücksichtigt werden. In diesem Kontext ist ein Verweis zum aktuellen Forschungsstand sinnvoll, in dem nämlich ein Einfluss auf die Haltung, das Gangbild und die Beweglichkeit der Wirbelsäule durch verschiedene Studien erwiesen scheint (Tardieu, Dumitrescu, Giraudeau, Blanc, Cheynet und Borel, 2009; Hülse und Losert – Bruggner, 2002; Fujimoto, Hayakawa, Hirano und Watanabe, 2001).

Ergebnisdiskussion

Kraftmessung mittels Kraftmessplatte und Isokinetik

Die Sprungkraft ist mithilfe einer Kraftmessplatte erhoben worden. Im Vergleich zu den von Bant, Haas, Ophay und Steverding (2011) formulierten Richtwerten für den Squat Jump konnten die Probanden bereits bei der Eingangstestung gute bis sehr gute Ergebnisse erzielen (vgl. Tab. 5).

Tabelle 5: Normwerte für den Squat Jump nach Alter und Geschlecht in cm (verändert und modifiziert nach Bant, Haas, Ophey und Steverding (2011), S. 94).

Altersgruppe		20-29	30-39
sehr gut	Männer	>39	>35,5
	Frauen	>27,5	>24
Gut	Männer	36-39	32,5-35,5
	Frauen	24,5-27,5	22-24
Mittel	Männer	33-35,5	29,5-32
	Frauen	21-24	18,5-21,5
Schwach	Männer	29,5-32,5	27-29
	Frauen	17,5-20,5	15,5-18
Sehr schwach	Männer	<29,5	<27
	Frauen	<17,5	<15,5

Die Ausgangswerte der Probanden weisen trotz der zuvor genannten Unterschiede in Sportlichkeit, Geschlecht und Alter dennoch darauf hin, dass die Leistungsfähigkeit zur Eingangstestung recht homogen ist. Insgesamt ist allerdings nach der Intervention keine eindeutige Tendenz zu erkennen, ob sich die Probanden nach den zwölf Wochen verbessern. Die Probanden 5 und 7 verbessern sich um 0,8 bzw. 1,2 cm bei der Abschlussuntersuchung während sich die beiden Probanden 1 und 2 um 2,2 bzw. 0,4 cm verschlechtern bzw stagnieren. Somit sind die Verbesserungen bzw. Verschlechterungen der Probanden eher gering. Bedenkt man das hohe Ausgangsniveau aller Probanden, dann können schon einzelne Aspekte wie Tagesform und Leistungsmotivation (Brunstein & Heckhausen, 2006) für die Schwankungen verantwortlich sein. Des Weiteren ist eine Verbesserung auf sehr hohem sportlichem Niveau schwerer zu erreichen als eine Verbesserung auf geringem sportlichem Ausgangsniveau, was einen weiteren Grund dafür darstellen könnte, dass die jeweiligen Verbesserungen recht gering sind (Weineck, 2007). Die größte Verbesserung ist bei Proband 7 zu erkennen. Diese kann allerdings nicht eindeutig auf das Tragen der Neuprogrammierungsschiene zurückgeführt werden. Denn wie bereits vorab erwähnt führte dieser Proband ein progressives Krafttraining durch, welches sich grundsätzlich auch in einer gesteigerten Leistungsfähigkeit niederschlagen sollte. Die zweite Verbesserung von Proband 5 ist mit 0,8 cm

sehr gering, so dass hierfür eher Faktoren wie die bereits angesprochene Tagesform oder Ähnliches zu verantworten sind. Die Verschlechterung der beiden anderen Probanden um 0,4 bzw. 2,2 cm. ist auf ähnliche Aspekte zurückzuführen. Der Rückgang von 2,2 cm kann gegebenenfalls auch mit der schwankenden sportlichen Leistung einhergehen. Insbesondere in den Wochen 2, 3 und 4 ist keinerlei Sport getrieben worden. Eine eindeutige Tendenz für eine Verbesserung oder Verschlechterung der Leistung kann nicht erkannt werden. Somit scheint dieser Parameter durch das Tragen der DIR[®]-Schiene für diese Probandengruppe nicht beeinflusst worden zu sein. Die Ergebnisse der Testungen an der Isokinetik zeigen ein vergleichbares Bild. Die stärkste Verbesserung in den Maximalkraftwerten zeigt hierbei Proband 7. Diese ist unter anderem mit dem bereits zuvor beschriebenen progressiven Krafttraining zu begründen. Bei den Probanden 1 und 2 ist vergleichbar mit den Ergebnissen beim Squat Jump auch in der Maximalkrafttestung ein Rückgang der Leistungsfähigkeit ermittelt worden. Deutlicher ist dieser bei Proband 2, der auch beim Squat Jump in Relation eine etwas stärkere Verschlechterung erzielt hat. Die Gründe hierfür können vielfältig sein. Neben der bereits häufiger beschriebenen Tagesform, kann auch die sportliche Aktivität variiert haben. Dieses muss sich nicht zwangsläufig in der zeitlichen Dauer der Aktivität niederschlagen, sondern kann auch durch die Intensität und die Inhalte der sportlichen Aktivität begründet werden. Auch die Neuprogrammierung anhand der DIR[®]-Schiene kann möglicherweise einen Rückgang in der Leistungsfähigkeit als Grund haben, da durch mögliche Neustrukturierungen ein Umlernen stattfindet, was in erster Konsequenz zu einer negativen Leistungsentwicklung führen könnte (Panzer, Naundorf, Krug, 2002).

V.2.2 Ergebnisse des WKV

Die Ergebnisse des WKV lassen einen positiven Einfluss auf das subjektive Empfinden und die subjektive Wahrnehmung der eigenen körperlichen Verfassung durch das Tragen der DIR[®]-Schiene erahnen. Denn bei den Probanden 1, 5 und 7 zeigt sich insgesamt eine positivere Wertschätzung der eigenen Verfassung bei der Ausgangstestung. Vergleicht man diese

Verbesserung mit den Werten von Proband 2, ist allerdings herauszustellen, dass sich die Gesamtwerte für die einzelnen Skalen unter allen Probanden nicht unterscheiden. Diese sind bei der Ausgangsuntersuchung bei allen drei Probanden ähnlich hoch. Allerdings zeigt sich bei Proband 2 im Vergleich zu den anderen Probanden keine Veränderung der subjektiven Bewertung der eigenen wahrgenommenen körperlichen Verfassung. Somit scheint das Tragen der Schiene einen positiven Einfluss auf die subjektiv wahrgenommene körperliche Verfassung zu haben. Ein möglicher Erklärungsansatz für dieses Ergebnis ist, dass die DIR[®]-Schiene dazu beiträgt, die durch die CMD hervorgerufenen Kiefer-Beschwerden zu verringern und die Probanden sich insgesamt besser fühlen, da grundsätzlich Verletzungen, Verspannungen und körperliche Beeinträchtigungen das subjektive Empfinden negativ beeinflussen (Kleinert, 2003).

V.2.3 Ergebnisse der Online-Befragung

Bei der Online-Befragung ist die Tragedauer der DIR[®]-Schiene sowie die sportliche Aktivität ermittelt worden. Hierbei zeigen sich für die Probanden unterschiedliche Ergebnisse. Proband 1 trug demnach die DIR[®]-Schiene am regelmäßigsten. Bei den Probanden 2 und 5 konnte unterdessen im Verlauf der zwölfwöchigen Studie eine Abnahme der Tragedauer erkannt werden. Während sich Proband 5 hierbei zum Abschluss der Studie auf einem konstanten Niveau einpendelt, führt die Abnahme der Tragedauer bei Proband 2 so weit, dass die DIR[®]-Schiene zum Ende der Studie nicht mehr getragen wurde. Proband 7 hat den wöchentlichen Bogen leider nicht an allen Erhebungszeitpunkten durchgeführt. Seine Angaben bei den bearbeiteten Umfragezeitpunkten lassen allerdings darauf schließen, dass er die Neuprogrammierungsschiene sehr regelmäßig getragen hat. Die Gründe für die unterschiedliche Tragedauer der DIR[®]-Schiene können nicht abschließend erhoben werden. Hierbei sind neben der Motivation auch die individuelle Tagesgestaltung und die Verträglichkeit der DIR[®]-Schiene für die einzelnen Probanden zu nennen.

Auch bei der sportlichen Aktivität zeigt sich bei den Probanden ein unterschiedliches Sportverhalten. Während die Probanden 2 und 5 sehr konstant Sport über die Dauer der zwölfwöchigen Intervention betreiben, fällt bei Proband 1 auf, dass dieser während der Wochen zwei, drei und vier keinen Sport macht. Zudem variieren bei dem Probanden die Angaben über die Dauer der sportlichen Aktivität stärker als bei den anderen beiden Probanden (s. Abb. 5). Bei Proband 7 hingegen zeigt sich nach den ersten beiden Befragungszeitpunkten eine deutliche Steigerung der sportlichen Aktivität, die dann auch über die Dauer der Intervention aufrecht erhalten bleibt. Somit zeigen die Probanden 2 und 5 ein zeitlich konstantes Bewegungsverhalten über die 12 Wochen der Intervention, so dass bei diesen Probanden ein Trainingseinfluss aufgrund vermehrter bzw. verringerter sportlicher Aktivität auszuschließen ist. Bei den anderen beiden Probanden zeigt sich kein konstantes Sportverhalten, sondern ein schwankendes über die 12 Wochen der Intervention.

V.2.4 Physiotherapeutische Untersuchung

Die physiotherapeutische Untersuchung führten die Probandinnen 1, 2 und 5 durch. Bei Proband 7 lagen nur Ergebnisse zur Eingangstestung vor, die zusätzlich bei einem anderen Physiotherapeuten durchgeführt worden sind und nicht vollständig waren, so dass dieser Proband bei der physiotherapeutischen Untersuchung keine Berücksichtigung fand.

Bei den drei anderen Probandinnen waren die Ergebnisse vergleichbar. So kam es bei allen Probandinnen bei der Abschlussuntersuchung zu Verbesserungen im Bereich der Halswirbelsäule. So konnten sich alle Probanden in der Seitneigung und der Rotation verbessern und ihr Bewegungsausmaß vergrößern. Auch im Bereich der Brustwirbelsäule zeigten alle Probandinnen Verbesserungen. Eine einzige Einschränkung gab es hier lediglich bei Probandin 1, die sich beim Jugulumabstand im Vergleich zur Eingangstestung verschlechterte. Ein weiterer Bereich, in dem sich alle Probandinnen verbessern konnten, ist die Wirbelsäulenlänge im gebeugten Zustand. Zu weiteren Verbesserungen kam es bei den Probandinnen 1 und 5 im Bereich des Hüftgelenks, während sich bei Probandin 2 hier eine Verschlechterung zeigte. Zu den bereits genannten Bereichen konnten sich

einige weitere Verbesserungen – jedoch nicht bei allen Probanden – im Bereich vom Ellenbogen- bzw. Schultergelenk finden.

In den nicht aufgeführten Bereichen ist es nicht negativ zu bewerten, dass keine Verbesserungen auftraten, da die Probanden in diesen bereits im Normalbereich lagen. Wie bereits zuvor im aktuellen Forschungsstand beschrieben, scheint das Tragen einer Schiene dazu beitragen zu können, Verspannungen und Bewegungseinschränkungen zu lösen. Verbesserungen im Bereich der Wirbelsäule konnten auch in der Studie von Ohlendorf, Garcia, Turbanski, Schmidtbleicher und Kopp (2011) nachgewiesen werden. Hierbei sind aktive Hockeyspielerinnen untersucht worden, während des Spielens mit und ohne Aufbisschiene. Insbesondere im Bereich der Brustwirbelsäule konnten diese Verbesserungen zeigen, was vergleichbar ist mit den Probandinnen bei dieser Untersuchung. Allerdings ist ein großer Unterschied darin zu sehen, dass die Teilnehmerinnen an dieser Intervention in Ruhe und nicht in Bewegung untersucht worden sind. Es scheint auch durch die DIR[®]-Schiene zu Verbesserungen der angrenzenden Strukturen zu kommen.

In der zuvor erwähnten Studie von Hülse und Losert-Bruggner (2002) kam es zu Verbesserungen der Hüftabduktion. Auch durch die DIR[®]-Schiene konnte dieses beobachtet werden, da sich bei den getesteten Probandinnen eine Vergrößerung des Bewegungsausmaßes im Bereich des Hüftgelenks zeigte.

V.2.5 Zahnärztliche Untersuchung

Die Ergebnisse der zahnärztlichen Untersuchung, des WinDIR Druckprotokolls liegen der Firma fundamental DIR[®] vor.

V.2.4 Zusammenfassende Beurteilung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Intervention mit der DIR[®]-Schiene lassen keine verallgemeinernden Aussagen zu, da die Untersuchungsgruppe zu gering und zu unterschiedlich war. Neben den unterschiedlichen sportlichen Voraussetzungen ist auch die unterschiedliche Tragedauer der DIR[®]-Schiene der Probanden zu nennen. Allerdings sind beides keine eindeutigen Indikatoren für die Aussagekraft der sportmotorischen

Leistungsuntersuchungen, da die Ergebnisse keine einheitliche Tendenz aufweisen. Dementsprechend scheint die DIR[®]-Schiene nicht der ausschlaggebende oder verantwortliche Faktor dafür zu sein, dass die sportliche Leistungsfähigkeit sinkt oder steigt. Vielmehr scheint das körperliche Training entscheidend für diesen Prozess zu sein. Dieses wird deutlich bei der Beurteilung der Ergebnisse von Proband 7, der als Leistungssportler progressives Krafttraining betrieb und eine deutliche Steigerung seiner Leistungsfähigkeit erzielen konnte. Die externen Faktoren, besonders das sportliche Engagement, während der Studie hätten deutlicher beschrieben werden müssen, um eine höhere Vergleichbarkeit zu gewährleisten und mögliche Rückschlüsse zuzulassen. Denn eine Änderung des Trainingsverhaltens führt in den meisten Fällen zu einer Änderung der Leistungsfähigkeit (Weineck, 2007).

Die erhobenen Werte mit dem Fragebogen WkV zeigen für die Probanden vergleichbare Ergebnisse. Die Mehrheit der Probanden beurteilt sich zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung besser als zu Beginn. Hierbei ist insbesondere auffällig, dass bei Probandin 2, die die DIR[®]-Schiene zum Ende der Studie nicht mehr getragen hat, der Wert als einziges nicht steigt. Somit könnte das Tragen der Neuprogrammierungsschiene dazu führen, die eigene wahrgenommene körperliche Verfassung zu verbessern, da mit diesem den Symptomen der Craniomandibulären Dysfunktion entgegen gewirkt wird, diese verbessert und zuletzt aufgehoben werden. Ein Zusammenhang zwischen einer Craniomandibulären Dysfunktion und einer verminderten Lebensqualität scheint in der Wissenschaft gesichert (Conti, Pinto-Fiamengui, Cunha & de Castro Ferreira Conti, 2012; Tjakkes, Reinders, Tenvergert & Stegenga, 2010). Um diesen Annahme zu verifizieren müssen allerdings, die zahnärztlichen Ergebnisse noch berücksichtigt werden, die der Firma fundamental DIR[®] vorliegen. Wenn diese zeigen, dass eine Verbesserung der Kiefersituation aufgetreten ist, könnte ein Rückschluss vermutet werden. Es muss allerdings weiterhin beachtet werden, dass der eingesetzte Fragebogen die aktuelle, tägliche Verfassung befragt hat und kein festes überdauerndes Konstrukt.

Ein ähnliches Ergebnis liefert die physiotherapeutische Untersuchung, in der sich die untersuchten Probanden alle verbessern. Eine Neuprogrammierung

der Okklusion könnte zu diesem Ergebnis führen. Allerdings ist hierbei das Ergebnis von Probandin 2 in Frage zu stellen, da diese wie zuvor bereits erwähnt, die Schiene zum Ende der Studie nicht mehr getragen hat. Umso wichtiger ist die Ergebnisauswertung der zahnärztlichen Untersuchung, um mögliche Verbesserungen in der Kiefersituation feststellen zu können und somit verantwortlich für die Verbesserung in der Gelenkbeweglichkeit machen zu können. Denn auch nach kurzer Tragedauer könnte sich eine Verbesserung der Kiefersymptomatik bei ihr eingestellt haben, die zu einer erhöhten Beweglichkeit geführt hat. Leider sind hierbei auch nur drei Probanden getestet worden, die dementsprechend nur einen ersten Hinweis auf die Tendenz liefern können.

VI. Zusammenfassung

Die Ergebnisse bisheriger Forschungen zu den Zusammenhängen des Tragens einer Biss-Schiene und der Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit können durch diese Studie im Bezug auf die Sprungkraft und die Maximalkraft der Beine nicht bestätigt werden.

Mit der Studie konnte kein positiver Einfluss des Tragens der DIR[®]-Schiene auf die Maximalkraft der Beine und die Sprungkraft nachgewiesen werden. Allerdings scheint sich die subjektive Leistungsfähigkeit sowie die Gelenkbeweglichkeit durch das Tragen der DIR[®]-Schiene zu verbessern. Diese Aussage bedarf (wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben) aber weiterer Klärung.

Die vorgestellten Forschungsergebnisse zeigen, dass Biss-Schienen oder speziell angefertigte Mundschütze durchaus einen positiven Einfluss auf die körperliche Leistungsfähigkeit haben können. Ansätze hierfür sind auch in der Studie mit der DIR[®]-Schiene zu finden, da es erste Hinweise dafür gibt, dass sich die Beweglichkeit und die subjektive Leistungsfähigkeit verbessern. Diese Hinweise können allerdings lediglich als erste Indizien angesehen werden, da das Probandenkollektiv mit vier Probanden für die subjektive Leistungsfähigkeit, bzw. drei Probanden für die physiotherapeutische Untersuchung sehr gering war. Ein direkter Vergleich zwischen herkömmlichen Biss-Schienen und der DIR[®]-Neuprogrammierungs-Schiene wurde nicht durchgeführt.

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Idealer Verlauf eines Squat-Jumps (übernommen von: http://www.spoteo.de/wissen/artikel/artikel_11_0_Sprungkraftdiagnostik-mit-Kraftmessplatten_Sensoren-machen-Kraftmessung-erst-moeglich.html)	5
Abbildung 2: Maximales Drehmoment für Knie-Extension und Knie-Flexion.	8
Abbildung 3: Durchschnittliche Tragedauer der Schiene	9
Abbildung 4: Durchschnittliche sportliche Aktivität	10
Abbildung 5: Ergebnisse des Squat-Jump Tests	10
Abbildung 6: Itemwerte des Fragebogens WKV	11
Abbildung 7: Dimensionswerte des Fragebogens WKV.....	11
Abbildung 8: Maximales Drehmoment für Knie-Extension und Knie-Flexion.	13
Abbildung 9: Durchschnittliche Tragedauer der Schiene	14
Abbildung 10: Durchschnittliche sportliche Aktivität	14
Abbildung 11: Ergebnisse des Squat-Jump Tests	15
Abbildung 12: Itemwerte des Fragebogens WKV	15
Abbildung 13: Dimensionswerte des Fragebogens WKV.....	16
Abbildung 14: Maximales Drehmoment für Knie-Extension und Knie-Flexion.	17
Abbildung 15: Durchschnittliche Tragedauer der Schiene.	18
Abbildung 16: Durchschnittliche sportliche Aktivität	18
Abbildung 17: Ergebnisse des Squat-Jump Tests	19
Abbildung 18: Einzelne Itemwerte des WKV.....	19
Abbildung 19: Einzelne Dimensionen des WKV.....	20
Abbildung 20: Maximales Drehmoment für Knie-Extension und Knie-Flexion bei der Eingangsuntersuchung.	22
Abbildung 21: Maximales Drehmoment für Knie-Extension und Knie-Flexion bei der Abschlussuntersuchung.	22
Abbildung 22: Durchschnittliche Tragedauer der Schiene	23
Abbildung 23: Durchschnittliche sportliche Aktivität	23
Abbildung 24: Ergebnisse des Squat-Jump Tests	24
Abbildung 25: Einzelne Itemwerte des WKV.....	24
Abbildung 26: Einzelne Dimensionen des WKV.....	25

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Anthropometrische Daten der ausgewählten Probanden	4
Tabelle 2: Veränderungen bei der physiotherapeutischen Untersuchung zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung	12
Tabelle 3:Veränderungen bei der physiotherapeutischen Untersuchung zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung	16
Tabelle 4:Veränderungen bei der physiotherapeutischen Untersuchung zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung	21
Tabelle 5: Normwerte für den Squat Jump nach Alter und Geschlecht in cm (verändert und modifiziert nach Bant, Haas, Ophey und Steverding (2011), S. 94).....	32

Literaturverzeichnis:

- Alfermann, D. (1998). Selbstkonzept und Körperkonzept. In K. Bös & W. Brehm (Hrsg.), *Gesundheitssport. Ein Handbuch* (212 – 220). Schorndorf: Hofmann.
- Arent, S.M., McKenna, J. & Golem, D.L. (2010). Effects of a neuromuscular dentistry-designed mouthguard on muscular endurance and anaerobic power. *Comparative Exercise Physiology*, 1-7.
- Bant, H., Haas, H.-J., Ophey, M. & Steverding, M. (2011) *Sportphysiotherapie*. Leipzig: Georg Thieme Verlag.
- Baumann, S. (1997). *Psychologie im Sport* (2. Auflage). Aachen: Meyer & Meyer.
- Blattner, F. & Arnold, W. (2010). Bissnahme oder Bissgabe und wo liegt der Unterschied? *Zahnarzt, Wirtschaft und Praxis*, 6, 78-79.
- Bös, K. (2001). *Handbuch motorische Tests*. Göttingen: Hogrefe.
- Brinkhoff, K. – P. (1992). *Zwischen Verein und Vereinzelung. Jugend und Sport im Individualisierungsprozess*. Schorndorf: Hofmann.
- Brunstein, J. & Heckhausen, H. (2006). Leistungsmotivation. In J. Heckhausen & H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation und Handeln* (3. überarbeitete und aktualisierte Auflage), (S. 143-191). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Conti, P. C. R., Pinto-Fiamengui, L. M. S., Cunha, C. O. & de Castro Ferreira Conti, A. C. (2012). Orofacial pain and temporomandibular disorders – the impact on oral health and quality of life. *Brazilian Oral Research*, 26 (1), 120-123.

- Cetin, C., Kececi, A.D., Erdogan, A. & Baydar, M.L. (2009). Influence of custom-made mouth guards on strength, speed and anaerobic performance of taekwondo athletes. *Dental Traumatology*, 25, 272-276.
- de Ruiters, C.J., de Korte, A., Schreven, S. & de Haan, A. (2010). Leg dominance in relation to fast isometric torque production and squat jump height. *European Journal of Applied Physiology*, 108, 247-255.
- Felder, H. (1999). *Isokinetik in Sport und Therapie*. München: Pflaum.
- Ficklscherer, A. (2012). *Orthopädie und Traumatologie*. München: Urban & Fischer/Elsevier.
- Froböse, I., Wilke, C. & Nellesen-Martens, G. (2010). *Training in der Therapie*. Grundlagen und Praxis. München: Elsevier, Urban & Fischer.
- Fujimoto, M., Hayakawa, I., Hirano, S. & Watanabe, I. (2001). Changes in gait stability induced by alteration of mandibular position. *Journal of Medical and Dentists Sciences*, 48, 131-136.
- Gunsch, M.D. (2007). Evidenzbasierte physiotherapeutische Behandlung bei craniomandibulärer Dysfunktion. *Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 59, 96-108.
- Hülse, M. & Losert-Bruggner, B. (2002). Der Einfluss der Kopfgelenke und/oder der Kiefergelenke auf die Hüftabduktion. Ein einfacher Test zur Frage, ob die CMD durch eine HWS-Manipulation beeinflusst werden konnte. *Manuelle Medizin*, 2, 97-100.
- Hurrelmann, K. (2002). *Einführung in die Sozialisationstheorie* (8. überarbeitete Auflage). Weinheim: Beltz.
- John M (1999) Prävalenz von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD). *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 54/8, 302-309.

- Kleinert, J. (2006). Adjektivliste zur wahrgenommenen körperlichen Verfassung (WKV). Skalenkonstruktion und erste psychometrische Befunde. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 13 (4), 156-164.
- Kleinert, J. (2003). *Erfolgreich aus der sportlichen Krise*. Mentales Bewältigen von Formtiefs, Erfolgsdruck, Teamkonflikten und Verletzungen. München: BLV.
- Kopp S., Friedrichs A., Pfaff G. & Langbein U: (2003). Beeinflussung des funktionellen Bewegungsraumes von Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule durch Aufbissbehelfe. *Manuelle Medizin*, 41, 39-51.
- Liebaug, W. & Ning. W. (2012). Durch Schienentherapie zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen. *Aktion gesunder Rücken aktuell*, 18 (47), 47-51.
- Linsen, S., Schmidt-Beer, U. & Koeck, B. (2006). Tinnitus-Verbesserung durch Kiefergelenk-Distraktions-Therapie. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 61, 27-31.
- Marées, H. de, & Heck, H. (2006). *Sportphysiologie* (korr. Nachdr. der 9., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Köln: Sportverl. Strauß.
- Mense, S. (2008). Muskelschmerz: Mechanismen und klinische Bedeutung. *Deutsches Ärzteblatt*, 105 (12), 214-219.
- Mrazek, J. (1987). Struktur und Entwicklung des Körperkonzepts im Jugendalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 19, 1-13.
- Myers, T.W. (2010). *Anatomy Trains*. Myofasziale Leitbahnen für Manual- und Bewegungstherapeuten (2. komplett überarb. und aktualisierte Aufl.). München: Elsevier, Urban & Fischer.

- Ohlendorf, D., Garcia, N., Turbanski, S., Schmidtbleicher, D. & Kopp, S. (2011). Effekte eines individuell angepassten Sportmundschutzes auf die funktionelle Wirbelsäulenstellung beim Hockey. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 62 (12), 374-379.
- Ohlendorf, D., Riegel, M. & Kopp, S. (2011): Auswirkung von Veränderungen der Unterkieferlage auf die Bewegungsqualität in sportmotorischen Tests. *Manuelle Medizin*, 5, 1-7.
- Opitz, G. (2005). Der Muskelschmerz. *Schmerz & Akupunktur*, 3 (2005), 151-163.
- Panzer, S., Naundorf, F. & Krug, J. (2002). Motorisches Umlernen: Lernen und Umlernen einer Kraftparameterisierungsaufgabe. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (11), 312-316.
- Pauls, J. (2011) *Das große Buch vom Krafttraining*. München: Copress.
- Philippi, N. & Knollenberg, A. (2010). *Zum Einfluss des Sportunterrichts auf das Körperkonzept*. Hamburg: Czwalina.
- Shavelson, R.J., Hubner, J.J. & Stanton, G.C. (1976). Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46, 407 – 441.
- Schupp, W., Boissereé, W., Haubrich, J., Heller, R., Marx, G., Annunciato, N. & Nölting, R.F. (2010). Interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Zahnheilkunde und manueller Medizin. *Manuelle Medizin*, 1-6.
- Stiller, J., Würth, S., Alfermann, D. (2004). Die Messung des physischen Selbstkonzepts (PSK). *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 25 (4), 239 – 257.

- Tardieu, C., Dumitrescu, M., Giraudeau, A., Blanc, J.-L., Cheynet, F. & Borel, L. (2009). Dental occlusion and postural control in adults. *Neuroscience letters*, 450, 221-224.
- Tjakkes, G.-H. E., Reinders, J.-J., Tenvergert, E. M. & Stegenga, B. (2010). TMD pain: the effect on health related quality of life and the influence of pain duration. *Health and Quality of Life Outcomes* 2010, 8:46.
- Tschopp, M. (2003). *Leistungsdiagnostik Kraft*. Swiss Olympic Medical Centers.
- Simmonds, M. J. (1997). Muscle strength. In J. von Deusen & D. Brunt. *Assessment in occupational therapy and physical therapy*. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Weineck, J. (2007) *Optimales Training*. Leistungsphysiologische Trainingslehre unterer besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings (15. Auflage). Balingen: Spitta
- Weineck, J. (2008). *Sportanatomie* (18. überarb. und erw. Aufl.). Balingen:Spitta.
- Weitz, L. (2010). Lange Leitung vom Zahn zum Zeh. *Welt am Sonntag*, 18, 69.
- Woll, A. & Bös, K. (2004). Wirkungen von Gesundheitssport. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 20, 1-10.

Internetquellen:

http://www.spoteo.de/wissen/artikel/artikel_11_0_Sprungkraftdiagnostik-mit-Kraftmessplatten_Sensoren-machen-Kraftmessung-erst-moeglich.html.
Zugriff am 03.08.2012.