

**Einfluss einer osteopathischen Behandlung der vier  
Diaphragmen des Rumpfes nach Zink auf die  
Bewegungen des Center of pressure von Personen  
mit Rückenbeschwerden**

**MASTER - THESIS**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Master of Science**

**im Universitätslehrgang Osteopathie**

vorgelegt von

**Bakk. rer.soc.oec Andrea Arztmann**

0213036

**Department für Gesundheitswissenschaften, Medizin und Forschung**

an der Donau-Universität Krems

Betreuer: Jan Porthun, MMMSc



01.06.2019

## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich, Andrea Arztmann, Bakk.rer.soc.oec., geboren am 10.Jänner 1984 in Voitsberg erkläre,

1. dass ich meine Master Thesis selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe,
2. dass ich meine Master Thesis bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe,
3. dass ich, falls die Master Thesis mein Unternehmen oder einen externen Kooperationspartner betrifft, meinen Arbeitgeber über Titel, Form und Inhalt der Master Thesis unterrichtet und sein Einverständnis eingeholt habe.

## DANKSAGUNGEN / WIDMUNGEN

Ich widme diese Arbeit meiner lieben Mutter, die zu Beginn meiner Ausbildung zur Osteopathin die Diagnose Brustkrebs erhalten hat und mit Abschluss meiner Masterthesis den Kampf gegen diesen verloren hat.

Ich danke meinem Mann Stefan, meinen Eltern und Schwiegereltern für die Unterstützung und die Geduld, die ich als Mutter von zwei kleinen Kindern gebraucht habe.

Ich danke Marcia Lima-Plank für die vielen gemeinsamen Stunden und Gespräche. Ich danke Eva Ehrlich und Michael Hansmann für die Hilfe bei der Studiendurchführung und Anna Grüssinger für die Korrektur der Thesis.

Weiters danke ich für die Inspirationen und Expertenmeinungen von Paolo Tozzi Msc. Ost, DO PT, Michael Kuchera D.O., F.A.A.O., Raphael van Assche Msc. DO und für die Betreuung der Thesis bei Jan Porthun, MMMSc.

## ABSTRACT

**Hintergrund:** Zahlreiche aktuelle Studien belegen, dass Personen mit Rückenbeschwerden Veränderungen der Bewegungen des center of pressure (COP) aufweisen. Manche Studien zeigen, dass die Veränderung des COP direkt proportional mit der Stärke der Schmerzen zusammenhängt. Andere wiederum heben den Einfluss der körperlichen Konstitution, des Alters, Gewichts und Geschlechts der Probanden hervor. Kaum beachtet wurde bislang der Einfluss einer osteopathischen Behandlung auf die Bewegungen des COP.

**Methode:** Der Schwerpunkt der osteopathischen Behandlung liegt im respiratorisch-zirkulatorischen Modell, hier wird vor allem die Homöostase durch die Behandlung der vier Diaphragmen nach John G. Zink behandelt. Vor und nach einer 20-minütigen Behandlung wurden die COP-Werte der Probanden mittels DIERS Pedoscan-Messplatte aufgezeichnet. Es handelt sich um eine randomisiert kontrollierte Studie. Die Behandlungsgruppe umfasste 24 und die Kontrollgruppe 23 Personen, diese Probanden entspannten 20 Minuten mit Musik.

**Resultat:** Auf Grund der Diversität der Probandinnen und der Probanden, deren körperlicher Konstitution sowie der Intensität und Lokalisation der Rückenbeschwerden konnten keine signifikanten Veränderungen der COP-Bewegung festgestellt werden. Es zeigte sich beim Vergleich der Mittelwerte allerdings ein stabilisierender Effekt auf die COP-Parameter bei der Behandlungsgruppe.

**Conclusio:** Die Behandlung der vier Diaphragmen nach John G. Zink hat einen Effekt auf die COP-Bewegung. Die Ergebnisse sind sehr unterschiedlich und weitgestreut, was auf die sehr individuelle Wirkung einer osteopathischen Behandlung zurückzuführen ist. Um dennoch die Auswirkungen einer osteopathischen Behandlung in einer wissenschaftlichen Arbeit valide nachvollziehbar zu machen, bedarf es einer Reihe von qualitativen Studien mit Probanden und Probandinnen, welche ähnliche Symptome aufweisen.

**Schlüsselwörter:** COP, Rückenbeschwerden, Osteopathie, Diaphragmen, Pedoscan.

## ABSTRACT

**Background:** As numerous contemporary studies show, a disordered COP movement is an indicator for back complaints. Some studies mention a direct connection between back pain and COP movement. The influence of an osteopathic treatment on COP movement is barely researched. This thesis investigates the impact on COP movement after a single osteopathic treatment after Zink.

**Method:** As back pain is a major reason for seeking an osteopathic treatment, COP was chosen as relevant parameter for proofing the impact of an OMT. To grant holistic results, the treatment method on the four diaphragms by John. G. Zink was chosen. Before and after the twenty-minute treatment, COP movement was recorded via a Pedoscan device. Concerning scientific standards, the study was randomized and controlled. Twenty-four probands received the treatment, the control group of twenty-three was relaxing and listening to music in the mean-time. COP movement was measured with opened and closed eyes for a duration of six seconds each time.

**Result:** Due to high diversity in the probands constitution and their back-pain intensity as well as localization, the amount of COP movement showed no significant change after the treatment. Statistical investigations showed, that the variation in change of the different values, was too high to show significant tendencies.

**Conclusion:** The osteopathic treatment of the four diaphragms shows an effect on COP-movement. Anyways, the measured numeric results were very diverse and widely spread, leading to the assumption, that a highly individualized form of treatment, like osteopathy, cannot be easily measured with standardized methods. It is hard to find an overall valid quantitative measurement method for the positive impact of a treatment. Nonetheless it seems possible to show significance in progress when a qualitative measurement method is chosen and when probands show a similar set of disorders.

**Keywords:** COP, Back Pain, Osteopathy, Diaphragm, Pedoscan.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. EINLEITUNG.....</b>	<b>7</b>
<b>2. THEORIETEIL.....</b>	<b>9</b>
2.1 ÜBERBLICK ÜBER BEGRIFFLICHKEITEN .....	9
2.2 RÜCKENBESCHWERDEN UND BALANCE.....	11
2.3 ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN DIAPHRAGMEN UND RÜCKENSCHMERZEN .....	14
2.4 DIE BEDEUTUNG DER DIAPHRAGMEN IN DER OSTEOPATHIE .....	19
2.4.1 ANATOMISCHE BESCHREIBUNG DER ÜBERGANGSZONEN .....	22
2.4.2 DAS RESPIRATORISCH-ZIRKULATORISCHE MODELL.....	23
2.4.3 BEHANDLUNG DER DIAPHRAGMEN .....	26
2.5 OSTEOPATHISCHE RELEVANZ.....	27
<b>3. METHODIK .....</b>	<b>28</b>
3.1 FORSCHUNGSFRAGE .....	28
3.2 FORSCHUNGSDESIGN .....	28
3.3 FLUSSDIAGRAMM .....	30
3.4 STICHPROBENBESCHREIBUNG .....	31
3.4.1 STICHPROBENGRÖßE .....	31
3.4.2 GESCHLECHTERVERTEILUNG .....	32
3.4.3 ALTERSVERTEILUNG UND BMI.....	32
3.4.4 ZINK-PATTERN.....	34
3.4.5 GRUPPEN .....	35
3.4.6 EINSCHLUSSKRITERIEN .....	35
3.4.7 AUSSCHLUSSKRITERIEN.....	36
3.5 DIERS PEDOSCAN-DRUCKMESSPLATTE.....	37
3.6 PARAMETER .....	38
3.6.1 PRIMÄRE ZIELPARAMETER .....	38
3.6.2 SEKUNDÄRE ZIELPARAMETER .....	39
3.7 STUDIENDURCHFÜHRUNG.....	39
3.8 BESCHREIBUNG DER OSTEOPATHISCHEN TECHNIKEN.....	41
3.9 LITERATURRECHERCHE.....	42
3.10 AUSWERTUNG DER DATEN.....	42
<b>4. ERGEBNISSE.....</b>	<b>44</b>
4.1 SWAY-FLÄCHE .....	44
4.2 SWAY-GESCHWINDIGKEIT .....	46
4.3 COP-GESAMTSTRECKE .....	48
4.4 MAXIMALE BEWEGUNG ANTERIOR/POSTERIOR.....	50
4.5 MAXIMALE BEWEGUNG RECHTS/LINKS .....	52

4.6	VERÄNDERUNGS-WERT .....	53
4.7	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE.....	54
<b>5.</b>	<b><u>DISKUSSION .....</u></b>	<b><u>56</u></b>
5.1	ÜBERBLICK.....	56
5.2	STICHPROBE.....	57
5.3	BEHANDLUNGSMETHODE .....	59
5.4	MESSMETHODE.....	59
5.5	SUBJEKTIVES EMPFINDEN.....	60
5.6	ZUSAMMENHANG VON BALANCE UND RÜCKENBESCHWERDEN .....	60
<b>6.</b>	<b><u>CONCLUSIO.....</u></b>	<b><u>62</u></b>
	<b><u>LITERATURVERZEICHNIS.....</u></b>	<b><u>63</u></b>
	<b><u>TABELLENVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>67</u></b>
	<b><u>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</u></b>	<b><u>68</u></b>
	<b><u>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>69</u></b>
	<b><u>ANHANG A PROBANDENREKRUTIERUNG .....</u></b>	<b><u>70</u></b>
	<b><u>ANHANG B FRAGEBOGEN.....</u></b>	<b><u>70</u></b>
	<b><u>ANHANG C BEFUNDBOGEN.....</u></b>	<b><u>75</u></b>
	<b><u>ANHANG D DOKUMENTATION DER BEHANDLUNGEN.....</u></b>	<b><u>75</u></b>
	<b><u>ANHANG E STATISTISCHE DATEN.....</u></b>	<b><u>83</u></b>

# 1. Einleitung

In der folgenden Studie wird untersucht, ob osteopathische Behandlungen eine positive Auswirkung auf die Standsicherheit der Patientinnen und Patienten haben, wodurch sich das Wohlbefinden derselben nachweislich verbessern soll. Nach Silva et al. (2017) beeinflussen Beschwerden im Rückenbereich die Stabilität im freien Stand, weshalb die Standsicherheit als Indikator für Verbesserungen der Rückengesundheit gewählt wurde.

Rückenschmerzen zählen heute zu den am weitesten verbreiteten Symptomen der österreichischen Bevölkerung, wie aus der Gesundheitsbefragung 2014 des Bundesministeriums für Gesundheit hervorgeht. Der Studie zufolge gaben in Österreich 1,8 Millionen Personen an, in den letzten zwölf Monaten unter chronischen Kreuzschmerzen oder einem anderen chronischen Rückenleiden gelitten zu haben. Beinahe ein Fünftel der Bevölkerung litt unter chronischen Nackenschmerzen oder sonstigen chronischen Beschwerden der Halswirbelsäule (BMG, 2014). Derartige Symptome haben starke, negative Auswirkungen auf das subjektive gesundheitliche Wohlbefinden. Durch die Behandlung mittels Osteopathie kann der chronische Schmerz gelindert werden. Somit trägt Osteopathie einen signifikanten Teil zur Verbesserung des Wohlbefindens bei.

Diese Studie untersucht, ob die Veränderung des Kraftangriffspunktes (center of pressure, im Folgenden abgekürzt mit COP) einen validen Indikator darstellt, um die Verbesserung der Rückengesundheit wissenschaftlich messbar zu machen.

Bei der Wahl der Behandlungsmethode wurde auf Erkenntnisse von John Gordon Zink aufgebaut. Der amerikanische Osteopath ist ein wesentlicher Mitbegründer des respiratorischen-zirkulatorischen Modells in der Osteopathie. Dem zufolge hängt die Gesundheit vom freien Fluss der Flüssigkeiten ab und dies kann durch die Behandlung der vier Diaphragmen, Diaphragma pelvis, Diaphragma abdominalis, Thoracic inlet/outlet und Tentorium cerebelli, erreicht werden.

Das Ziel dieser Studie ist, zu beweisen, dass durch die osteopathische Behandlung der Diaphragmen das körperliche Gleichgewicht wiederhergestellt und somit das subjektive Wohlbefinden verbessert wird. Um diesen Effekt sichtbar zu machen, wird die messbare Veränderungen des COP untersucht.



Die Bewegungen des COP werden in der Studie von Anschütz (2015) als Body Sway bezeichnet. Diese ziehen Rückschlüsse auf die gesamte Körperhaltung. Der Body Sway gilt als Hinweis auf Balancestörungen.

Mithilfe einer Pedoscan-Messplatte wurden die Probandinnen und Probanden vor und nach der osteopathischen Behandlung auf deren Standstabilität gemessen. Als Referenzgrößen wurden folgende Parameter herangezogen: die Gesamtstrecke des COP, die maximale Schwankung in den Richtungen rechts-links, anterior-posterior, die Gesamtfläche der Bewegung des COP (auch Sway-Fäche), sowie die Geschwindigkeit der COP-Bewegung (auch Sway-Geschwindigkeit).

Um den Anforderungen der medizinischen Wissenschaftlichkeit zu entsprechen, wurde eine verblindete, randomisierte, kontrollierte Studie mit Kontrollgruppe durchgeführt.

Der theoretische Teil dieser Arbeit ist in drei Abschnitte gegliedert:

Im ersten Abschnitt werden wissenschaftliche Studien vorgestellt, die den Zusammenhang zwischen Rückenproblemen und der Veränderungen des COP festgestellt haben. Dies führt zur Überlegung, dass der COP bei Personen mit Rückenbeschwerden verändert ist. (Ruhe, Fejer, & Walker, 2010) Menschen mit akuten oder chronischen Schmerzen weisen eine veränderte Körperhaltung auf, die mittels Pedoscan messbar ist.

Im zweiten Teil werden aktuelle Studien, in denen der Zusammenhang von Rückenbeschwerden und Diaphragmen untersucht wurde, zusammengefasst und erläutert.

Im dritten Kapitel des Theorieteils werden Details zu Diaphragmen und Faszien systemen in Bezug auf die Osteopathie genauer erörtert.

In den folgenden Kapiteln wird die Methodologie beschrieben, die Ergebnisse der Messungen analysiert, diskutiert und eine Conclusio gezogen.

## 2. Theorieteil

### 2.1 Überblick über Begrifflichkeiten

COP: Center of pressure wird in der deutschen Literatur mit Kraftangriffspunkt übersetzt. Er wird aus den einwirkenden Bodenkräften eines Körpers berechnet. Gemessen werden kann er mittels einer Kraftmessplatte. Eine biomechanische Definition des Kraftangriffspunktes lautet: Schnittpunkt des resultierenden Kraftvektors mit der Plattenoberfläche. (Alt, 2009) Zahlreiche Studien haben festgestellt, dass der COP ein idealer Parameter ist, um die posturale Kontrolle und damit die Balancefähigkeit des menschlichen Körpers zu messen. (Ruhe, Fejer, & Walker, 2011a) [Siehe Kapitel 3.5 Seite 37](#)

Body Sway: Als Body Sway bezeichnet man das Ausmaß der Pendel- und Rückstellbewegung des Körpers um den Kraftangriffspunkt, beim Versuch, aufrecht auf beiden Füßen zu stehen. Der Body Sway hat mehrere Parameter, die gemessen werden können: die Gesamtstrecke des COP, die Geschwindigkeit des COP (Strecke/Zeit), die Fläche, in der sich der COP bewegt. (Anschütz, 2015)

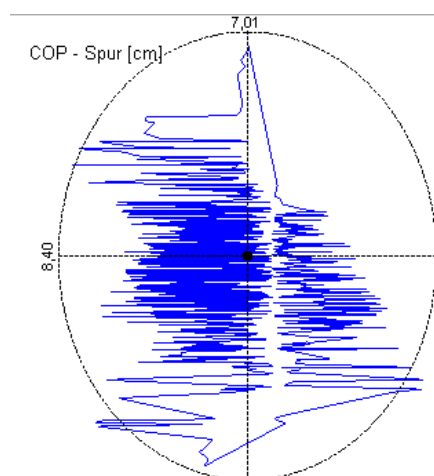


Abbildung 1 COP-Spur (Anschütz, 2015)

„Die Gesamtlänge der blauen Linie stellte den zurückgelegten Gesamtweg dar, dieser entstand durch die Verlagerung des COP auf der Druckmessplatte. Die durchschnittliche Geschwindigkeit errechnete sich aus dem zurückgelegten Gesamtweg und der Länge der Untersuchungssequenz (hier 30 Sekunden) und wurde in cm/sek angegeben. Die Sway Fläche ergab sich durch die Verteilung der Körperschwankung auf den beiden Achsen: anterior-posterior, das heißt vom Mittelpunkt in der Sagittalebene, sowie medio-lateral vom Mittelpunkt in der Lateralebene. Sie wird als Oval angegeben, das den Gesamtweg umschließt

und wird in  $\text{cm}^2$  angegeben. Die Sway-Frequenz beschreibt die Häufigkeit des Richtungswechsels der Schwank Bewegung pro Sekunde (Einheit 1/sek).“ (Anschütz, 2015, S. 28)

Lord, Clark, & Webster (1991) haben in ihrer Untersuchung die Anteile der verschiedenen Sinnesmodalitäten an der Kontrolle des Body Sways berechnet. Das visuelle System ist zu 21,3%, die periphere Sensibilität zu 56,3% und das Vestibularorgan zu 22,4% für die Kontrolle der aufrechten Haltung verantwortlich.

„Es wurde deutlich, dass primär der sensible Input, das heißt die Propriozeption, das Ausmaß des Body Sway beeinflusst. Erst wenn diese vermindert ist, nehmen die anderen Sinnesmodalitäten und die Muskelfunktion einen entscheidenden Einfluss auf das Ausmaß des Body Sways.“ (Anschütz, 2015, S. 21)

Rückenbeschwerden: Rückenschmerzen zählen heute zu den am weitesten verbreiteten Symptomen der österreichischen Bevölkerung, wie aus der Gesundheitsbefragung 2014 des Bundesministeriums für Gesundheit hervorgeht. In der vorliegenden Studie werden unter dem Begriff Rückenbeschwerden Bewegungseinschränkungen sowohl mit also auch ohne Schmerzen subsumiert. Die Dauer und die Lokalisation der Schmerzen werden nicht genauer definiert, da osteopathische Behandlungen sowohl im akuten als auch im chronischen Schmerzstadium ihre Wirkung zeigen und als ganzheitliche Anwendung gelten. Es wurde die gesamte Wirbelsäule und nicht zum Beispiel nur Low Back Pain als Einschlusskriterium genommen, da die Behandlung der Diaphragmen auf den ganzen Rumpf und weiter auf den ganzen Körper wirkt.

CCP/UCP: Das Common Compensatory Pattern (CCP) beschreibt ein fasziales Bewegungsmuster, das unter anderem der amerikanische Osteopath John Gordon Zink untersucht hat. 80% der gesunden Menschen weisen ein Muster auf, bei dem die vier Diaphragmen, Tentorium cerebelli, Thoracic inlet/outlet, Diaphragma abdominalis, Diaphragma pelvis, alternierend nach links oder rechts weisen. Damit schließt John Gordon Zink auf die Fähigkeit des Körpers, sich selbst zu regulieren, da die Flüssigkeiten ungehindert fließen können. Er fand weitere Muster die gegensinnig wie das CCP verliefen und nannte diese Uncommon Compensatory Pattern. Diese traten aber nur zu 20% bei gesunden Personen auf. Wenn ein Uncompensated Pattern (UCP) auftritt ist dies ein Hinweis auf fehlende Kompensationsfähigkeit und somit geringere Selbstheilungskräfte. (Parsons, 2006)

[Siehe Kapitel 2.4.2 Seite 23](#)

## 2.2 Rückenbeschwerden und Balance

Als posturale Kontrolle wird die Fähigkeit bezeichnet, den Körper in einer aufrechten Position im Gleichgewicht zu halten. Hierzu müssen alle Muskeln des Körpers gut miteinander koordiniert werden. Vor allem die Muskulatur des Rumpfes muss hierbei gut auf interne und externe Kräfte reagieren können. Bei Schmerzen kommt es zu einer verminderten Reaktionsfähigkeit und dadurch zu einer veränderten Reizweiterleitung. Das kann dazu führen, dass bestimmte Muskeln nicht mehr einwandfrei funktionieren und somit andere Teile der Muskulatur deren Funktion übernehmen müssen. Besonders im Hinblick auf Rückenschmerzen gibt es zahlreiche Studien, die aufzeigen, auf welche Art und Weise sich die posturale Kontrolle unter Einfluss von Schmerzen verändert.

Um die Veränderung der posturalen Kontrolle messbar zu machen, wurden die Bewegungen des Kraftangriffspunktes untersucht. Er wird mittels einer Kraftmessplatte gemessen. Die Definition des Körperangriffspunktes lautet: Schnittpunkt des resultierenden Kraftvektors mit der Plattenoberfläche. (Alt, 2009)

Ruhe et al. (2011) haben in einem Review Studien verglichen, die den Zusammenhang von COP-Parameterveränderung und Rückenschmerzen analysieren. Vor allem die Fläche, in der sich der COP befindet, als auch die Geschwindigkeit, in der er sich bewegt, zeigten deutliche Unterschiede zwischen gesunden Probandinnen bzw. Probanden, und jenen mit Rückenschmerzen.

“The results of the included studies indicate that patients suffering from NSLBP exhibited a greater postural instability than healthy controls. This difference was statistically significant in the majority of studies (14/16, 88%).” (Ruhe et al., 2011, S. 363)

Silva et al. (2017) untersuchten fünf verschiedene Standpositionen, um festzustellen, ob Personen mit Low Back Pain (LBP) eine schlechtere posturale Kontrolle aufweisen als Gesunde. Ihre Studie von 2017 zeigte signifikante Unterschiede der COP-Fläche zwischen den beiden Gruppen. Personen mit LBP haben eine signifikant größere Sway-Fläche und eine höhere Sway-Geschwindigkeit als beschwerdefreie Teilnehmer.

“Participants with chronic low back pain presented significantly larger center of pressure area and higher velocity than the healthy controls ( $p < 0.001$ ). There were significant differences among tasks for all center of pressure variables ( $p < 0.001$ ).” (Silva et al., 2017, S. 1)

Personen mit chronischen Rückenschmerzen habe in der Studie von Tsigkanos, Gaskell, Smirniotou und Tsigkanos, (2016) eine vergrößerte Sway-Fläche sowohl bei dynamischen als auch bei statischen Bedingungen.

„Dynamic and static balance ability provide supplementary information for the identification of the presence of CLBP, with dynamic balance being more instrumental.” (Tsigkanos et. al., 2016, S. 887)

In der Studie von Popa, Bonifazi, Della Volpe, Rossi und Mazzocchio (2007) wurde festgestellt, dass mehrere Testungen zu einer Verbesserung der COP-Werte führen, da sich ein Gewöhnungseffekt einstellt. Personen mit chronischen Rückenschmerzen verhalten sich signifikant anders als Personen ohne Rückenschmerzen. Vor allem die posterior–anterior Bewegung war bei den zwei Gruppen signifikant unterschiedlich.

“These results suggest that prediction capability for compensating the intrinsic sensory delays and producing an appropriate anticipatory postural adjustment draws profit from experience.” (Popa et al., 2007, S. 6)

“The results from this paradigm show that CLBP subjects were leaning significantly more forward than controls in expectation of the first backward platform translation.” (Popa et al., 2007, S. 6)

“We found significantly reduced neck mobility and increased postural activity in the patient group compared with the control group. In patients, there was significantly greater postural activity with eyes closed, eyes open and speaking,... In the controls, there was no significant effect of experimental muscle pain on postural activity.” (Madeleine, Prietzel, Svarrer, & Arendt-Nielsen, 2004, S.432)

Auch Personen mit Schleudertrauma haben eine veränderte posturale Stabilität, die mittels einer Studie von Madeleine et al. (2004) festgestellt worden ist. Alleine durch die veränderten Bewegungen des Nackens zeigte sich bei den COP-Messungen eine vermehrte Aktivität.

Myogene kranio-mandibuläre Dysfunktionen (CMD) bewirken ebenfalls einen signifikanten Unterschied in der COP-Fläche und COP-Geschwindigkeit, im Vergleich zu beschwerdefreien Probandinnen und Probanden. In einer Studie von Nota, Tecco, Ehsani, Padulo, und Baldini (2017) wurden Personen mit CMD und gesunde Probandinnen und Probanden miteinander

verglichen und es zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Sway-Fläche sowie der Sway-Frequenz.

„The sway area and sway velocity parameters resulted statistically significantly higher in the TMD group (sway area  $p < 0.01$ ; sway velocity  $p < 0.05$ ) in mandibular maximum intercuspation and rest positions with eyes open.“ (Nota et al., 2017, S. 21)

Smith, Coppieters und Hodges (2005) untersuchten die Veränderungen der COP-Werte unter Berücksichtigung der Atmung. Sie stellten fest, dass bei einer vergrößerten Sway-Fläche die Atmung keinen Einfluss mehr auf die Balance hat. Sie ziehen daraus Schlüsse, dass die Veränderungen der posturalen Kontrolle ihre Ursache im zentralen Nervensystem hat und somit nicht ausschließlich auf die Bewegungen des Rumpfes, also auf die Muskelaktivität, zurückzuführen sind.

In den meisten Studien zeigt sich, dass die Streuung der Messwerte sehr groß ist und es viele externe Einflussfaktoren auf die Messergebnisse gibt. Dies ist vermutlich auf die vielen Ursachen von Rückenschmerzen und die lange Dauer von Schmerzen zurückzuführen. Durch die Veränderungen im zentralen Nervensystem kann es zu unterschiedlichen Auswirkungen auf die posturale Stabilität kommen. Unausweichlich ist aber, dass es einen Zusammenhang gibt zwischen Rückenschmerzen und Body Sway, also den Bewegungen des COP.

Es liegt der Schluss nahe, dass man durch therapeutische Interventionen am Rumpf die posturale Stabilität verbessern kann. Paolucci et al. (2012) zeigten, dass bei der Behandlung des sensomotorisch-perzeptiven Systems eine verminderte COP-Strecke in anterior-posteriorer Richtung nachgewiesen werden kann. Bei Personen mit chronischen Rückenschmerzen lässt sich diese Veränderung auch in der lateralen Richtung feststellen.

“Our results suggest that a perceptive rehabilitation can improve the postural stability for the realignment of the trunk, controlling the back pain. The use of cognitive exercises may strengthen the usual rehabilitation of low back pain, avoiding the recurrence of symptoms.“ (Paolucci et al., 2012, S. 360)

Osteopathie als manuelle Behandlungsmethode beeinflusst das sensomotorisch-perzeptive System. Die Behandlung der Diaphragmen wirkt auf den gesamten Rumpf und somit auf die Haltung. Wie genau die Diaphragmen mit der Haltung und mit Rückenbeschwerden zusammenhängen, wird im folgenden Kapitel erklärt.

## 2.3 Zusammenhänge zwischen Diaphragmen und Rückenschmerzen

Der menschliche Körper ist eine funktionelle Einheit, in der alle Gebiete miteinander durch fasziale Strukturen kommunizieren, um ein optimales Gleichgewicht herzustellen. (Bordoni & Zanier, 2014)

Neueste Forschungen in vivo zeigen, dass das fasziale Netzwerk ein komplettes Kontinuum ohne Zwischenräume ist, das sowohl fibrilläre und histologische Kontinuität aufweist. (Guimberteau & Armstrong, 2016)

“The fascial system supports the human body in its vital functions: it ensures the maintenance of posture and motor expression and helps achieve a salutogenic homeostasis.“ (Bordoni & Simonelli, 2018, Seite 1)

Vor allem in sogenannten „transission areas“, also Übergangszonen gibt es eine Anhäufung von Propriozeptoren, vor allem Ruffini- und Pacini-Körperchen. Von Übergangszonen spricht Bordoni bei Übergängen von Gelenken zu Faszien und von Faszien zu Muskulatur. Gerade dies zeigt auch die Bedeutung der Faszien in der posturalen Kontrolle. (Bordoni & Zanier, 2014) Von Übergangszonen spricht auch Pope (2003) in seinem Artikel über das Common-Compensatory-Pattern. [Siehe Kapitel 2.4.1 Seite 22](#)

Studien bei Personen mit Rückenschmerzen haben gezeigt, dass deren Faszien im Vergleich zu gesunden lokale Entzündungen und Gewebeveränderungen aufweisen. Bis zu 25% nimmt auch die Dicke der perimuskulären Faszien zu. Dies hat einen negativen Effekt auf die posturale Kontrolle und das Gehen bzw. Stehen. Im Zusammenhang mit Lendenwirbelsäulenbeschwerden hat vor allem die thoracolumbale Faszie einen starken Einfluss, auch weil sie ein Continuum bildet zwischen unterer Extremität, Beckenboden, Zwerchfell und Halswirbelsäule. Dort wurde auch eine Verdickung der Faszienblätter bei Bewegungseinschränkungen und Schmerz festgestellt. Gerade der Bereich der Halswirbelsäule spielt eine wichtige Rolle in der posturalen Kontrolle. Dysfunktionen in diesem Bereich führen zu einer Veränderung der Balance. (Bordoni & Zanier, 2014)

Das Diaphragma abdominalis spielt eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit Schmerzen im iliosacralen Bereich sowie der Schmerzverarbeitung im unteren Rücken und bei chronischen Schmerzen. Bei Personen mit Rückenschmerzen ermüdet laut Bordoni und Marelli (2016) das Zwerchfell schneller, ist weniger gewölbt und zeigt auch weniger Bewegung im ventralen

Bereich. Es gibt einen engen Zusammenhang zwischen verminderter Zwerchfellbewegung und Schmerzintensität bei Personen mit Rückenschmerzen im unteren Rücken. (Bordoni & Marelli, 2016).

Die Diaphragmen haben einen wichtigen Einfluss auf die gesamte Körperhaltung. Wenn sie nicht korrekt arbeiten, kommt es zu einer Verminderung der Propriozeption und in weiterer Folge zu einer verminderten Stabilität in der Lendenwirbelsäule.

Bordoni und Zanier (2013) haben sich mit dem Zusammenhang zwischen Rückenbeschwerden und Diaphragmen auseinandergesetzt. Wenn die Diaphragmen nicht richtig arbeiten, fehlt die stabilisierende Funktion der Lendenwirbelsäule, weil die propriozeptiven Fähigkeiten reduziert sind. Gleichzeitig haben andere Rückenmuskeln einen Einfluss auf die Diaphragmen und können die Propriozeption beeinflussen. Sie beschreiben ebenso die Zusammenhänge zwischen Diaphragmen abdominalis und Beckenboden sowie Diaphragmen abdominalis, Thoracic outlet und Mundboden.

“In regular respiration, the genioglossus and other muscles of the floor of the mouth, such as the hypoglossus, are electrically involved in coordination with the diaphragm, immediately before contraction of the diaphragm itself.” (Bordoni & Zanier, 2013, S. 286)

Es ist nach cranial eine enge Verbindung über das Ganglion stellatum und den Nervus Phrenicus zwischen Diaphragma und Thoraci outlet zu beobachten.

“Moreover, the phrenic nerve meets the stellate ganglion (and indirectly the cardiac ganglion), which is located above the first rib and generated from the unification of the median ganglion and the inferior cervical ganglion, meaning that a disorder of the former or latter will produce symptoms throughout the cervical tract. There is a close link between the diaphragm and the thoracic outlet.” (Bordoni & Zanier, 2013, S. 284)

Weiter nach cranial gibt es vom Nervus Arnold einen anatomischen Zusammenhang zur Innervation des Tentorium cerebelli.

“In particular, with reference to the connections, the nerve of Arnold (greater occipital nerve - C2) enters the cranium (probably via the vagus or the hypoglossal nerve), where it innervates the inferior region of the tentorium cerebelli or tentorial diaphragm.” (Bordoni & Zanier, 2013, S. 284)



Auch die Augenmuskulatur kann von einer Diaphragma abdominalis Dysfunktion betroffen sein, eine Beeinträchtigung des Nervus Trigeminus kann laut Studien zu einer Bradycardie führen.

“Another possible symptom of diaphragmatic dysfunction is pain in the cranium, which can affect the ocular globe. “ (Bordoni & Zanier, 2013, S. 284)

“It should be noted that there is a close relationship between the diaphragm, the buccal diaphragm, and the dura mater.” (Bordoni & Zanier, 2013, S. 284)

Die faszialen Verbindungen zwischen Zwerchfell und Beckenboden werden auch von Bordoni und Zanier (2013) genauestens beschrieben. Zahlreiche Rumpfmuskeln stellen eine Verbindung zwischen Rippenbogen und Becken her. All diese Muskeln haben propriozeptive Fähigkeiten und liefern wichtige Informationen aus der Peripherie.

“Finally, it is important to consider the fascial and connective links between the diaphragm and the pelvic floor, and the rest of the body. First, the abdominal muscles are related to the costal, lumbar, and pubic iliac regions of the body, ie, rectus abdominis, the internal and external oblique muscles, pyramidalis, cremaster, transversus abdominis, great psoas, quadratus lumborum, sacrospinalis, and transversus spinalis (where the multifidus spinae is distinguishable).” (Bordoni & Zanier, 2013, S. 287)

“When there is a problem in the diaphragm or in any of the structures belonging to this fascia, there will be dysfunction.” (Bordoni & Zanier, 2013, S. 287)

Diese anatomischen Zusammenhänge führen zu dem Schluss, dass Probleme im Zwerchfell sowohl nach cranial als auch nach caudal Auswirkungen haben können. Auch die Bänder, die das Zwerchfell mit anderen Organen verbinden, können einen Einfluss auf die Funktion des Zwerchfells haben und beeinflussen somit den gesamten Körper.

“This suggests that, in the event of a diaphragmatic problem, whether a spasm or an atrophic lesion, the pathways of the orthosympathetic systems will be negatively affected in both the upward and downward directions.” (Bordoni & Zanier, 2013, S. 286)

“Cervical pain can have diaphragmatic causes, and has repercussions for the neck through the thoracolumbar fascia. This is a bidirectional process, and this fascial bridge may explain

pain related to the sacroiliac joint in the event of dysfunction between the diaphragm and the pelvic floor.” (Bordoni & Zanier, 2013, S. 287)

Im Bezug auf den Lymphabfluss gibt es laut Bordoni und Zanier (2013) weitere Studien. Die Lymphpumpe hängt vorwiegend von der rhythmischen Bewegung des Zwerchfells, vom Bauchinnendruck und von der Körperhaltung ab. Gerade die Cysterna chyli direkt unter dem Zwerchfell ist ein wichtiger Ort für die venöse Drainage. Sie zeigt somit örtlich schon einen deutlichen Zusammenhang zum Diaphragma.

“Research has shown that correct physiologic activity of the diaphragm will prevent any problem related to venous drainage. Therefore, if there are symptoms of venous stasis, examination of the diaphragm is recommended. There are cases of aortic compression or anomalies in the aortic bifurcation that may be caused by diaphragmatic disorders, although they are not too frequent.” (Bordoni & Zanier, 2013, S. 286)

“Lymphatic absorption firstly depends on the rhythmicity and stretching of the diaphragm, then on intraperitoneal pressure and the posture of the individual. These concepts are important because they exemplify how incorrect functionality of the diaphragm, for any reason, can negatively affect the lymphatic system. Further, it is important to remember the cisterna chyli, which is located under the diaphragmatic crural region and is the main destination point for the lymph.” (Bordoni & Zanier, 2013, S. 287)

Neben diesen anatomischen Studien von Bordoni und Zanier (2013) gibt es auch andere Studien die einen Zusammenhang zwischen Rückenschmerzen und Diaphragmen belegen.

In einer Studie von Vostatek, Novák, Rychnovský, und Rychnovská (2013) wurden die Veränderung in der Zwerchfellfunktion bei Veränderung der posturalen Haltung durch Einflüsse über die Beine mittels Magnetresonanz gemessen. Die Ergebnisse zeigen, dass es Personen mit Rückenbeschwerden deutlich schwerer fällt auf Veränderungen der Extremitäten zu reagieren und sich die Zwerchfellaktivität signifikant funktionell und postural verändert.

“A statistical analysis showed that the diaphragm respiratory and postural changes were significantly slower, bigger in size and better balanced in the control group. ... Subjects from the control group showed more stable parameters of both respiratory and postural function.” (Vostatek et al., 2013, S. 1)

Die Ergebnisse einer Studie von Hamaoui et al. (2014) legen nahe, dass isolierte Zwerchfellkontraktionen einen Einfluss auf die laterale Bewegungen des Körperschwerpunktes haben.

“The main finding of this study is that isolated diaphragm contractions induce a specific postural disturbance that varies according to posture. It also shows that respiratory-related disturbances may comprise a lateral component, not only during unilateral diaphragm contractions, but also during voluntary sniff maneuvers.” (Hamaoui et al., 2014, S. 829)

In der Studie von Jansens et al. (2013) wurde untersucht, ob Personen mit Low Back Pain (LBP) eine größere Diaphragma-Ermüdbarkeit im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe aufweisen. Es zeigte sich signifikant mehr Ermüdung des Zwerchfells bei Personen mit LBP, was darauf schließen lässt, dass Probleme der Wirbelsäule zu einer Dysfunktion im Zwerchfell führen, und dadurch die Funktion nicht mehr effizient ist, was in schnellerer Ermüdung resultiert.

“The results of this study showed that failure of the diaphragm to potentiate is more common in individuals with LBP compared to healthy controls.” (Janssens et al., 2013, S. 10)

Denk (2016) fand in einer Studie heraus, dass das Atemmuster einen signifikanten Einfluss auf die Core Stability und den Postural Sway hat. Es wurden hier gesunde Probandinnen und Probanden untersucht, die jeweils unterschiedliche Atemmuster aufwiesen.

In der Studie von Armann und Fried (2015) wurde gemessen, ob die Behandlung des Diaphragma thorakolumbale einen Einfluss auf die Körperhaltung und die Gewichtsverteilung hat. Es zeigen sich hier vor allem in der Druckverteilung rechts-links und anterior-posterior Veränderungen nach einer Behandlung des Diaphragma.

„In der Analyse der Fußdruckmessung zeigt sich zunächst eine allgemeine destabilisierende Wirkung der Diaphragmabehandlung. So verschlechterten sich die Werte der Fußdruckmessung zum Teil signifikant (Druckverteilung vorne/hinten, beide Parameter) oder zeigten einen Trend zur Verschlechterung (Maximaler Druck rechts, Durchschnittlicher Druck rechts). Dieser Effekt, ausgelöst durch den allgemeinen Tonusverlust durch die Behandlung, unterstreicht Rolle des Diaphragmas für die Körperstatik.“ (Armann & Fried, 2015, S. 69)

Der Stand der Forschung zeigt einen anatomischen Zusammenhang zwischen Diaphragmen, hier am häufigsten das Diaphragma abdominalis, und Rückenschmerzen. Anatomische

Studien zeigen eine klare Verbindung zwischen den Diaphragmen vom Tentorium cerebelli bis zum Beckenboden. (Bordoni & Zanier, 2013) Sowohl über nervale wie auch fasziale Verbindungen zeigt sich ein Kontinuum, das sich gegenseitig positiv wie negativ beeinflussen kann. Weiters ist auch die Lymphpumpe - und somit ein selbstregulatives System - von den Körperhöhlen und dem Innendruck abhängig, dieser wiederum ist von der Körperhaltung und der Spannung der Diaphragmen abhängig.

Schmerzen können zu einer veränderten Körperhaltung führen und damit liegt wieder ein möglicher Zusammenhang zwischen Rückenschmerzen und Körperhaltung nahe. Die Art und Lokalisation der Rückenschmerzen ist dabei sehr verschieden und kann kaum miteinander verglichen werden. Auf die neurologische Komponente und die Chronifizierung von Schmerz wird bei dieser Studie nicht genauer eingegangen. Durch eine osteopathische Behandlung der Diaphragmen wird der gesamte Körper global als auch spezifisch bis in die einzelnen Strukturen behandelt.

„Struktur bedingt Funktion“ und die „Arterienregel“ sind zwei sehr wichtige Grundprinzipien der Osteopathie. Sie führen direkt zum dritten Grundprinzip, die Aktivierung der Selbstheilungskräfte des Körpers. Durch diesen Ausgleich kommt der gesamte Organismus besser zurück in seine Mitte und damit besser in Balance. Am ehesten hat man durch die Behandlung der Diaphragmen einen Einfluss auf das Flüssigkeitssystem. Aus diesem Grund wurde das respiratorisch-zirkulatorische Modell als Grundlage der osteopathischen Behandlungen in dieser Studie herangezogen.

## 2.4 Die Bedeutung der Diaphragmen in der Osteopathie

Osteopathinnen und Osteopathen haben unterschiedliche Meinungen zu der Anzahl und Wichtigkeit der Diaphragmen. In dieser Studie werden die Diaphragmen nach John Gordon Zink untersucht und behandelt. Der amerikanische Osteopath untersuchte beschwerdefreie Personen und Personen mit Beschwerden und fand in beiden Fällen ein fasziales Torsionsmuster. Im Bereich C0-C1, zervicothorakal, thorakolumbal und lumbosakral fand er bei beschwerdefreien Personen ein abwechselndes Torsionsmuster. Die Anzahl der beschwerdefreien Personen ohne Torsionsmuster war gering. Bei Personen mit Beschwerden war die Torsion meist nicht abwechselnd gegensinnig, sondern zueinander gleichsinnig. (Huss & Wentzel, 2015)

John Gordon Zink fand heraus, dass 80% der subjektiv gesunden Menschen eine alternierende Rotation der sogenannten Übergangszonen aufweisen. Diese Übergangszonen entsprechen den Übergängen CO–C1, Halswirbelsäule–Brustwirbelsäule, Brustwirbelsäule–Lendenwirbelsäule und Lendenwirbelsäule–Kreuzbein und sind jeweils den faszialen Strukturen der Diaphragmen zugeordnet. Ist die erste Übergangszone nach rechts rotiert, so kompensiert die zweite Übergangszone diese Rotation durch eine Linksdrehung, worauf die dritte eine Rechts- und die vierte wiederum eine Linksdrehung aufweist. Beginnt die Rotation, von oben gesehen, in linker Richtung, weist der Rumpf entsprechend alternierende Ausrichtungen an den Übergangszonen auf, was sich wie folgt zusammensetzt: Links-Rechts-Links-Rechts. Zink bezeichnet dieses Muster als Common Compensatory Pattern (CCP). Laut dem amerikanischen Osteopathen sind das subjektive Wohlbefinden sowie die Adaptationsfähigkeit des Körpers abhängig vom CCP, in jedweder Ausführung. (Pope, 2003)

[Siehe Abbildung 2 Seite 24](#)

Diese Muster bilden die Basis für das respiratorisch-zirkulatorische Modell in der Osteopathie.

„Diaphragmen sind horizontale/querverlaufende Strukturen, in einem sonst vertikal verlaufenden, faszialen System.“ (Huss & Wentzel, 2015, S. 35)

Durch diese spezielle Lage haben sie Einfluss auf die Leitungsbahnen, die durch sie hindurchtreten. Nur wenn sie gut beweglich und kompensationsfähig sind, können die Flüssigkeiten, die Gewebe versorgen und Abfallprodukte aus dem Gewebe entsorgen, frei und konstant zirkulieren.

Die Homöostase bedeutet ein Aufrechterhalten eines relativ konstanten inneren Milieus oder Gleichgewichts im Organismus, mit Hilfe von Regelkreisen zwischen Hypothalamus, Hormon- und Nervensystem. Dies ist ein gutes Beispiel für die Autoregulation und somit die Fähigkeit des Körpers, sich selbst zu heilen. (Huss & Wentzel, 2015)

Die konstante Zirkulation der Flüssigkeiten bis in die kleinste Zelle ist Grundvoraussetzung für die Homöostase. Diese kann behindert werden durch strukturelle wie auch funktionelle Einschränkungen, die zur Verminderung der Elastizität und Kompensationsfähigkeit der Diaphragmen führen.

“The fascia is the place to look for the cause of disease and the place to consult and begin the action of remedies in all diseases” — A.T. Still (Pope, 2003)

Die Bedeutung der Faszien als Kontinuum bildende Struktur im Körper war bereits für Andrew Taylor Still klar. Die vornehmlich längsverlaufenden Strukturen dringen auch in das Innere der Gewebe, die sie umhüllen, ein, um diese zu stützen und zu versorgen. Diaphragmen sind davon abzugrenzen, da sie horizontal verlaufen.

„Elastizität, Kontraktions- und Dekontraktionsfähigkeit der diaphragmalen Strukturen sind Voraussetzung für ihre harmonische, rhythmische und anpassungsfähige Bewegung und somit maßgeblich verantwortlich für die Zirkulation der Körperflüssigkeiten.“ (Huss & Wentzel, 2015, S. 35)

Diaphragmen haben folgende wichtige Aufgaben:

- Sie trennen und verbinden zeitgleich die Längsstrukturen des menschlichen Körpers.
- Sie trennen Räume voneinander ab.
- Sie fungieren als Pufferzonen.
- Sie unterstützen die interstitielle Flüssigkeitsbewegung in allen Zellen.
- Sie ermöglichen die venolymphatische Pumpe.
- Sie sind maßgeblich verantwortlich für den Druckausgleich.
- Sie bilden sowohl Abstütz- als auch Aufhängevorrichtung für die Organe.

Zu den anatomisch respiratorischen Diaphragmen, Diaphragma abdominale, Diaphragma pelvis und urogenitale, kommen in der Osteopathie noch funktionelle Diaphragmen hinzu. Sie dienen auf- und absteigenden Fasziennetzen sowohl zur Aufhängung als auch zur Umlenkung. Zu den funktionellen Diaphragmen in der Osteopathie zählen: Tentorium cerebelli, OAA (Okziput, Atlas, Axis Region), Os hyoideum, Diaphragma cervicothoracale, Fascia poplitea, Fascia plantaris. (Huss & Wentzel, 2015)

Faszien werden in tiefe, mittlere und oberflächliche Blätter eingeteilt. Tiefe Schichten dienen zur Trennung von Organen, Muskeln und Nerven. Beispiele dafür sind das fibröse Pericard, die parietale Pleura, das Perineurium und das Perimysium. Die mittleren Blätter bedecken und schützen Organe. Die Pleura, das Pericard, das Peritoneum und andere Organkapseln sind

Beispiele dafür. Die oberflächlichen Faszien sind mit der der netzartigen Dermis verbunden. Zahlreiche kleine Fibrillen verbinden diese drei Faszien-schichten miteinander. (Paoletti, 2011)

Anatomische Studien belegen, dass die meisten Faszien im Körper longitudinal verlaufen, wir würden uns eine Kraftverteilung parallel zum Faszienvorlauf erwarten. Klinisch zeigt sich aber eine große Beweglichkeit in Lateralflexion und Rotation, eine Kombination aus longitudinaler und lateraler Bewegung. (Pope, 2003)

Im respiratorisch-zirkulatorischen Modell der Osteopathie spricht man in diesem Zusammenhang nicht von Diaphragmen, sondern von Übergangszonen (Tabelle 1). Muskuläre Imbalance oder somatische Dysfunktion behindern fasziale Bewegung. Die meisten Restriktionen findet man in den sogenannten Übergangszonen. Diese Übergänge entsprechen den Übergängen der Wirbelsäule und sind assoziiert mit anatomischen oder funktionellen Diaphragmen. Laut John Gordon Zink sind diese Stellen anatomische Schwachstellen. (Pope, 2003)

*Tabelle 1 Übergangszonen (Pope, 2003)*

Zone	Übergang	Diaphragma
Occiput-Atlas (OA)	Cranio-cervicaler Übergang (C0-C1)	Tentorium Cerebelli
Cervico-Thoracal (CT)	Cervicothoracaler Übergang (CTÜ)	Thoracic inlet/outlet
Thoraco-Lumbal (TL)	Thorakal-Lumbaler Übergang (TLÜ)	Diaphragma abdominalis
Lumbo-Sakral (LS)	Lumbosakraler Übergang (LSÜ)	Diaphragma pelvis

### 2.4.1 Anatomische Beschreibung der Übergangszonen

Wir finden eine weitreichende Mobilität in C0/C1. An dieser Stelle sitzen die tonischen Nackenreflexe, welche den Tonus der Haltungsmuskulatur beeinflussen. Dysfunktionen können zu einem Hypertonus der Haltungsmuskeln, Störungen des Gleichgewichts und Bewegungsdefiziten führen. Hier zeigt sich eine direkte Verbindung zwischen Dura und M. rectus capitis posterior minor sowie die Hirnnerven IX, X and XI.

Beim cervikothorakalen Übergang trifft der beweglichste Teil der Wirbelsäule auf den relativen unbeweglichen Teil der Brustwirbelsäule. Hier inserieren starke Muskeln der oberen Extremitäten und des Schultergürtels. Der Bereich ist verbunden mit der oberen Thoraxapertur. Wichtige lymphatische Kanäle, der rechte und linke Plexus brachialis und der N. phrenicus und N. Vagus passieren diese Stelle.

Somatische Dysfunktionen am thorakolumbalen Übergang können in Verbindung gebracht werden mit einem Hypertonus des M. iliopsoas, des M. quadratus lumborum, des thoracolumbalen Teils des M. erector spinae und einer Fehlfunktion des M. rectus abdominis. Das wichtigste anatomische Diaphragma, das Diaphragma abdominalis, liegt in dieser Übergangszone. Hier treten Speiseröhre, Ductus thoracicus, die Aorta, die Vena Cava und die Venen des Azygossystems sowie der Nervus Vagus und der Nervus Phrenicus durch. Kontraktion und Relaxation des Diaphragma abdominalis sind zentral für die Atmung, für den alternierenden intrathorakalen und intraabdominalen Druck und für den venösen und lymphatischen Rückfluss.

Der lumbosakrale Übergang bildet die Basis der Wirbelsäule und ist wichtig für die Statik des gesamten Körpers. Bewegungen der Beine werden in diese Zone weitergeleitet. Das Diaphragma pelvis ist auch in Verbindung mit dieser Übergangszone. Es unterstützt die Organe des kleinen Beckens und den Plexus sakralis. Es ist Durchtrittsstelle für Lymphbahnen, die Nervi splanchnici, den Nervi pudendi, den Anus, die Urethra und die Vagina. Es synchronisiert sich mit dem Diaphragma abdominalis, um einen optimalen Lymphrückfluss und venösen Fluss zu gewährleisten. (Pope, 2003)

#### 2.4.2 Das respiratorisch-zirkulatorische Modell

„The movement of the body fluid is essential to the maintenance of health” (Parsons, 2006)

Flüssigkeiten haben neben der Ernährungsfunktion wie Sauerstoff und Glucosetransport auch die Aufgabe Abfallprodukte aus dem Gewebe zu transportieren. Das gesamte hormonelle System basiert auf Flüssigkeiten. Durch diese kann Information ausgetauscht werden. Es ist essentiell für die Abwehr von Keimen und die Instandhaltung der Homöostase. Das Lymphsystem wird als Teil der Flüssigkeiten gesehen und nicht davon separiert. Es hat vor allem zwei Aufgaben: es überträgt fetthaltige Flüssigkeiten vom Gastrointestinaltrakt und transportiert interstitielle Flüssigkeiten zurück ins Blutsystem. (Parsons, 2006)



Große Störungen, wie zum Beispiel posturale Fehlstellungen, haben einen Einfluss auf das Druckgleichgewicht zwischen den Körperhöhlen und damit einen enormen Einfluss auf die Zirkulation aller Körperflüssigkeiten. (Parsons, 2006)

Restriktionen in den oben genannten Übergangszonen (siehe Tabelle 1 Seite 22) können direkt oder indirekt mit der Gesundheit des Individuums in Verbindung gebracht werden. John Gordon Zink beobachtete, dass Personen die sich selbst als gesund bezeichneten auch in diesen vier Zonen unauffällige fasziale Muster hatten. In seiner Studie untersuchte er stationär behandelte Patientinnen und Patienten mit einem geringen Grad an Gesundheitsgefühl. Er identifizierte drei Typen von faszialen Mustern in den Übergangszonen. Ideal, kompensiert und unkompensiert. Dann verband er diese drei Typen mit der subjektiven Gesundheitswahrnehmung. (Pope, 2003)

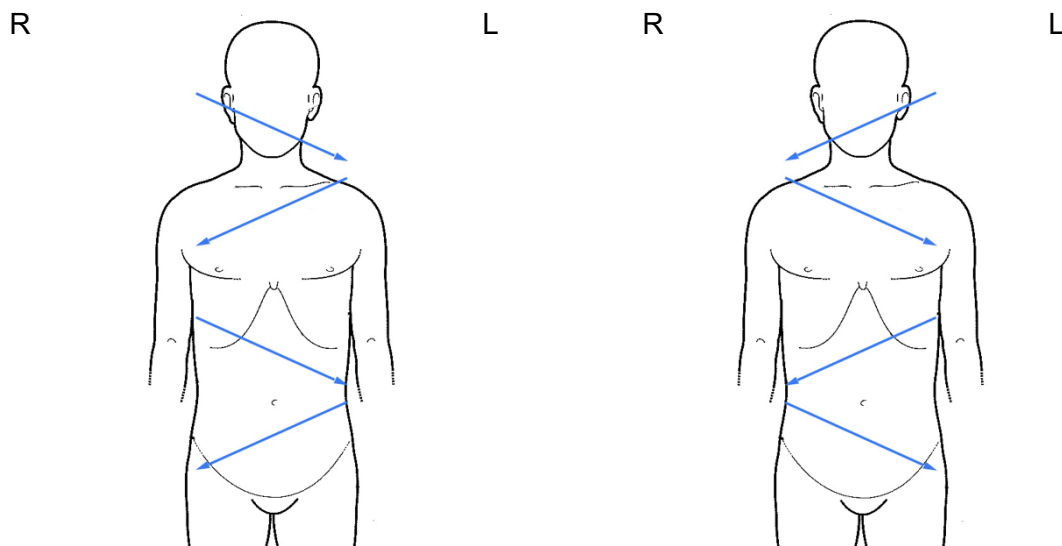


Abbildung 2: Common compensatory pattern (CCP) und uncommon compensatory pattern (uCCP) - modifizierte Abbildung (Parsons, 2006)

Das ideale Muster ist dann gegeben, wenn die Faszien in alle Richtungen gut beweglich sind und es keine tendenziell bessere Bewegungsrichtung gibt. Diesen Zustand beobachtete John Gordon Zink sehr selten. Viel häufiger gab es alternierende Muster, für gewöhnlich äußerten sich diese in den Übergangszonen in einer bevorzugten Rotationsrichtung der einen Zone und in der nächsten Zone in die gegengleiche Rotationsrichtung. Siehe Abbildung 2

Dies fand John Gordon Zink vor allem in gesunden Personen, die besser mit Krankheit oder Stress umgehen konnten. Personen mit einem unkompensierten Muster, also wo die Rotationsrichtung nicht in jeder Zone wechselte, fühlten sich weniger gesund. Siehe Abbildung 3 (Pope, 2003)

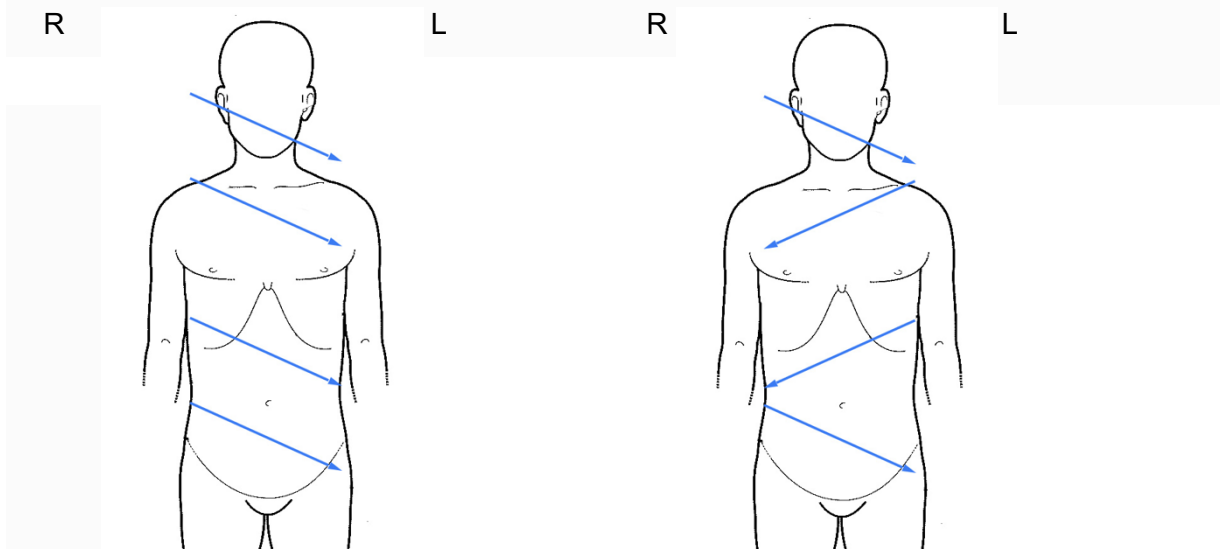


Abbildung 3: Uncompensated Pattern (UCP) modifizierte Abbildung (Parsons, 2006)

Das zentrale Merkmal im respiratorisch-zirkulatorischen Modell ist, dass für Gesundheit beziehungsweise die Homöostase eine gute Zirkulation aller Körperflüssigkeiten vorhanden sein muss. Die primäre „Pumpe“ ist laut Zink die Atmung und somit eine freie Bewegung im Diaphragma abdominalis, im Thorax und in der Lunge. Diese arbeitet in Synergie mit der „Druckpumpe“ des Herzens. (Parsons, 2006)

### 2.4.3 Behandlung der Diaphragmen

Die vier Diaphragmen sind nicht nur für den Flüssigkeitshaushalt wichtig, sondern auch in der Druckverteilung der Körperhöhlen. John Gordon Zink und BA TePooorton begründen ihr Modell des Common Compensatory Pattern auf die Übergänge zwischen den drei Bereichen Kopf, Thorax und Becken. Nicht nur die Wirbelsäulenübergänge, sondern eben auch die Diaphragmen haben darauf einen Einfluss. Sie sind auch verbunden mit den longitudinalen Faszien des Körpers. Somit haben Dysfunktionen in diesem Bereich einen großen Einfluss auf das gesamte fasziale Kontinuum und die Hauptgefäße, welche vorwiegend longitudinal verlaufen. (Parsons, 2006) [Siehe Tabelle 1 Seite 22](#)

Das CCP ist ein Ablauf von myofaszialen Torsionen in den Übergangszonen, die physiologische Ursachen haben und den Körper im Gleichgewicht halten. Sobald es zu einer Veränderung in einer der vier Torsionen kommt und die Muster nicht mehr alternierend sind, ist dies ein Hinweis auf Dysfunktionen im respiratorisch-zirkulatorischen Bereich und die mangelnde Gesundheit des Individuums. Dieses Muster bezeichnet John Gordon Zink als Uncommon Compensatory Pattern. [Siehe Abbildung 3 Seite 25](#) In diesem Fall sollte man das Gleichgewicht entweder durch eine direkte Technik oder eine indirekte Technik oder eine Kombination der beiden wiederherstellen. (Parsons, 2006) [Siehe Abbildung 2 Seite 24](#) Es werden viele Arten von osteopathischen Techniken eingesetzt um das Gleichgewicht der Patienten und der Patientinnen wieder herzustellen. Sowohl Artikulationen, High velocity thrust und indirekte Techniken oder craniale Techniken können je nach individuellem Beschwerdebild, Gesundheitszustand und den jeweiligen Fähigkeiten des Anwenders verwendet werden. (Parsons, 2006)

Martí-Salvador, Hidalgo-Moreno, Doménech-Fernández, Lisón und Arguisuelas (2018) haben in ihrer Studie eine signifikante Wirkung von osteopathischen Techniken am Diaphragma abdominalis auf Schmerz und Aktivitätseinschränkung beobachtet. Sie haben sich dabei an ein vorher entwickeltes Behandlungsprotokoll mit Diaphragma Techniken gehalten.

In der vorliegenden Studie wird das innere Gleichgewicht, das durch die Behandlung der Diaphragmen wiederhergestellt werden kann, auch auf das äußere umgelegt. Die Kernfrage lautet: Kann die Verbesserung der Homoöstate, die zu einem inneren Gleichgewicht führt auch äußerlich messbar gemacht werden durch die Veränderung der COP-Bewegung.

## 2.5 Osteopathische Relevanz

Rückenbeschwerden sind in Österreich weitverbreitet. Zahlreiche aktuelle Studien belegen, dass Personen mit Rückenbeschwerden Veränderungen der Bewegungen des COP aufweisen. Manche Studien zeigen, dass die Veränderung des COP direkt proportional mit der Stärke der Schmerzen zusammenhängt. Andere wiederum heben den Einfluss der körperlichen Konstitution, des Alters, Gewichts und Geschlechts der Probandinnen und Probanden hervor. Es gibt zahlreiche Studien in verschiedenen Disziplinen zur Behandlung, aber noch keine, die die osteopathische Behandlung der Diaphragmen in Zusammenhang bringt mit der Balancefähigkeit des gesamten Körpers und somit mit den Bewegungen des COP. Die individuelle Behandlung der Probandinnen und Probanden entspricht dem Prinzip der Ganzheitlichkeit der Osteopathie.

In der vorliegenden Studie wird untersucht, ob die osteopathische Behandlung der Diaphragmen einen nachweisbaren Einfluss auf die posturale Stabilität hat, die sich in der sichtbaren Veränderung der Parameter des Body Sway zeigt.

## 3. Methodik

### 3.1 Forschungsfrage

Lässt sich der positive Einfluss auf Rückenbeschwerden nach einer 20-minütigen osteopathischen Behandlung der vier Diaphragmen nach Zink durch eine Veränderung der COP-Parameter nachweisen, im Vergleich zu einer Kontrollgruppe, die im gleichen Zeitraum entspannt?

### 3.2 Forschungsdesign

Es handelt sich bei dieser Studie um eine verblindete, randomisiert kontrollierte Studie mit Kontrollgruppe.

Es wurden Personen mit Rückenbeschwerden sowohl im oberen, mittleren und unteren Rücken untersucht, da die osteopathische Behandlung der Diaphragmen nach John Gordon Zink den ganzen Körper miteinbezieht. Bei der praktischen Durchführung der Studie wurden 47 Personen mit Rückenbeschwerden akquiriert.

Die Behandlungsgruppe (n=24) erhält eine osteopathische Behandlung der vier Diaphragmen, wie sie bei John Gordon Zink definiert werden. Am Beginn der Behandlung werden die Zinkpattern getestet und notiert. Die Behandlung der Diaphragmen erfolgt individuell nach Beschwerdebild der Probanden und wird jeweils dokumentiert ([siehe Anhang D Seite 75](#)) Als Leitfaden in der Befundung dient das System der Zink Pattern. Angelehnt daran wird versucht, ein unkompensiertes Muster zu einem kompensierten Muster zurückzuführen. Die Auswahl der osteopathischen Techniken richtet sich dabei nach den Beschwerden der Probandinnen und der Probanden. Tester, Probandinnen und Probanden sind verblindet.

Die Probandinnen und die Probanden der Kontrollgruppe erhalten zur gleichen Zeit und im gleichen Zeitrahmen eine Sham-Behandlung, bei der sie im Liegen Musik hören, die zur Entspannung beitragen soll.

Die Veränderungen des Kraftangriffspunktes des Körpers in beiden Gruppen wurde gemessen und miteinander verglichen und zwar vor, und nach der Behandlung beziehungsweise Entspannung. Sämtliche Werte der beiden Gruppen wurden miteinander verglichen.

Da in mehreren, vorangegangenen Studien sowohl mit offenen, als auch mit geschlossenen Augen untersucht wurde, werden die Auswirkungen des Wegfalls des visuellen Systems in der vorliegenden Studie ebenfalls mituntersucht. So wurde jeweils ein Test mit offenen und gleich darauf ein zweiter mit geschlossenen Augen durchgeführt.

“About 53% of the trials were performed under both eyes closed (EC) and eyes open (EO) conditions. Most of the authors conducted less than three repetitions of postural sway recordings (9/16, 56%). Mean velocity (mVel), mean distance/displacement, root mean square (RMS) as well as sway area accounted for most of the COP parameters selected.” (Ruhe et al., 2011, S.361)

### 3.3 Flussdiagramm

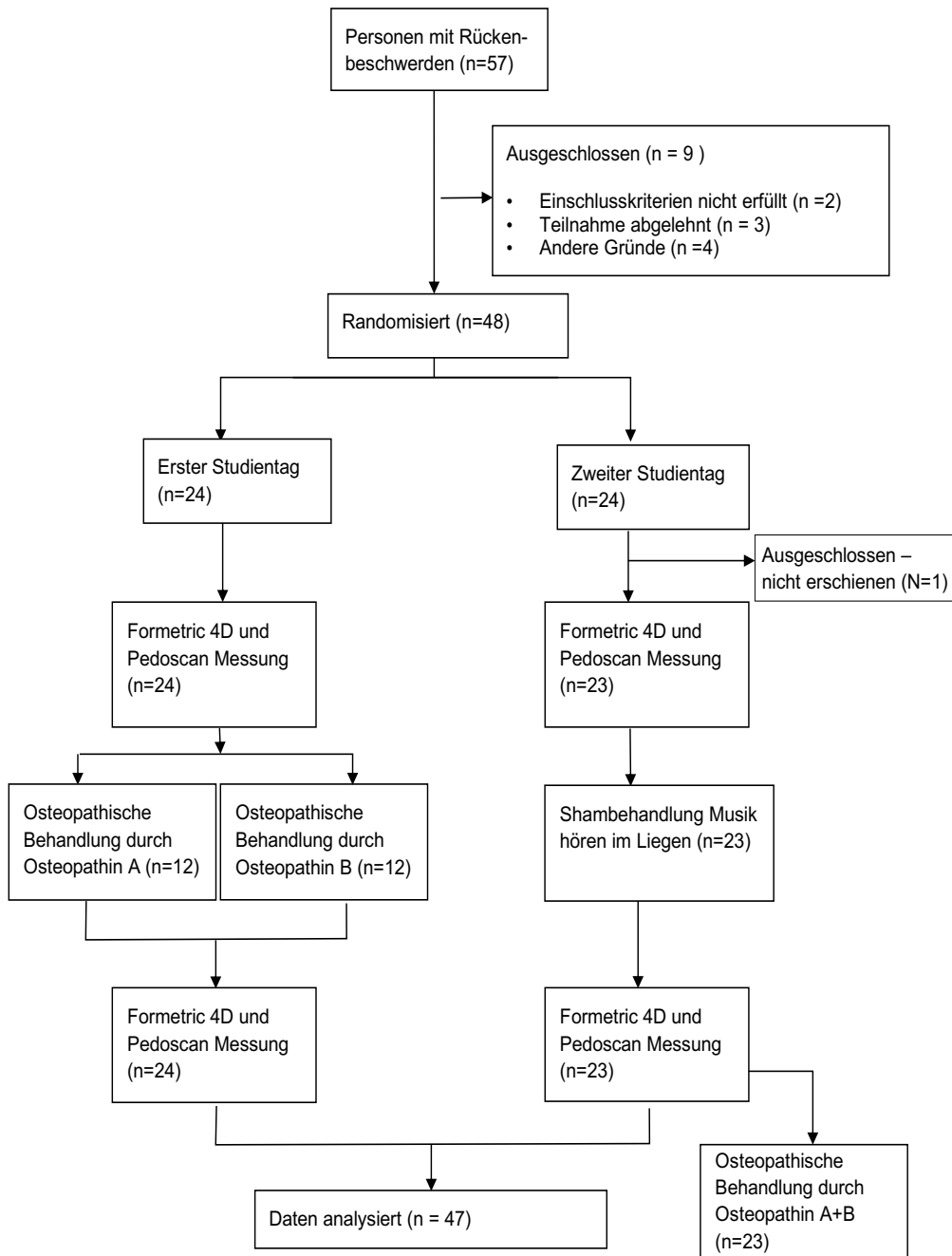


Abbildung 4 Flussdiagramm

## 3.4 Stichprobenbeschreibung

In diesem Kapitel werden die Auswahl der Probandinnen und der Probanden sowie die Gruppenzusammenstellung genauer beschrieben.

### 3.4.1 Stichprobengröße

Ursprünglich meldeten sich im Zeitraum von einem Monat 57 Probandinnen und Probanden mit Rückenbeschwerden für die Teilnahme an der Studie an. Nach Sichtung der Einschlusskriterien nahmen tatsächlich 48 Probandinnen und Probanden an der Studie teil. Durch eine kurzfristige Terminabsage kam es zu einem Ausfall einer Probandin in der Kontrollgruppe.

Die Aufteilung in Kontrollgruppe und Behandlungsgruppe zeigt Tabelle 2. In der Behandlungsgruppe waren 24 Probanden und Probandinnen sowie in der Kontrollgruppe auf Grund des Ausfalls einer Probandin 23 Personen.

*Tabelle 2 Gruppenverteilung*

<b>Gruppenverteilung</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Prozent</b>
<b>Behandlungsgruppe</b>	24	51%
<b>Kontrollgruppe</b>	23	49%
<b>Gesamt</b>	47	100%



### 3.4.2 Geschlechterverteilung

Tabelle 3 zeigt die Geschlechterverteilung der Stichprobe auf die zwei Gruppen aufgeteilt. Insgesamt nahmen 20 Männer und 27 Frauen an der Studie teil. Die Aufteilung in den Gruppen ist ausgeglichen. Jeweils 10 Männer und 14 beziehungsweise 13 Frauen waren in einer der beiden Gruppen.

*Tabelle 3 Geschlechterverteilung*

		<b>Behandlungsgruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Männlich</b>	Anzahl	10	10	20
	Prozent	42%	43%	
<b>Weiblich</b>	Anzahl	14	13	27
	Prozent	58%	57%	
<b>Gesamt</b>	Anzahl	24	23	47
	Prozent	100%	100%	

### 3.4.3 Altersverteilung und BMI

Die nun folgenden Tabellen zeigen die Mittelwerte sowie die Maximal- und Minimalwerte der Altersverteilung (Tabelle 4) und des BMI (Tabelle 5).

*Tabelle 4 Altersverteilung*

<b>Alter in Jahren</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Minimaler Wert</b>	<b>Maximaler Wert</b>
<b>Behandlungsgruppe</b>	48	22	84
<b>Kontrollgruppe</b>	54	31	68

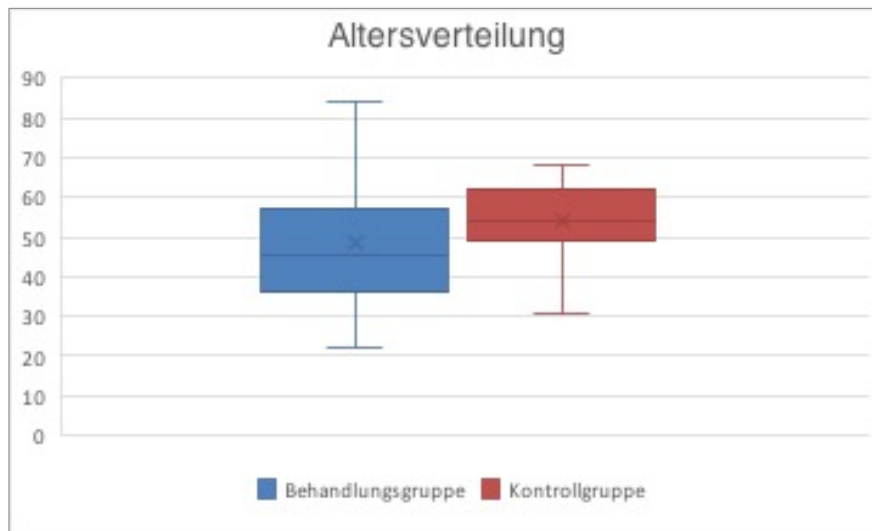


Abbildung 5 Altersverteilung

Abbildung 5 zeigt, dass die Streuung des Alters in der Behandlungsgruppe deutlich größer ist als in der Kontrollgruppe. Der Mittelwert in der Behandlungsgruppe ist mit 48 Jahren um 7 Jahre niedriger als in der Kontrollgruppe mit 54 Jahren. Der Maximalwert in der Behandlungsgruppe ist 84 und der Minimalwert 22. Hier ist die Streuung größer als in der Kontrollgruppe, wo das Alter zwischen 31 und 68 Jahren verteilt ist.

Tabelle 5 BMI Verteilung

BMI	Mittelwert	Minimaler Wert	Maximaler Wert
Behandlungsgruppe	25	19	43
Kontrollgruppe	25	18	32

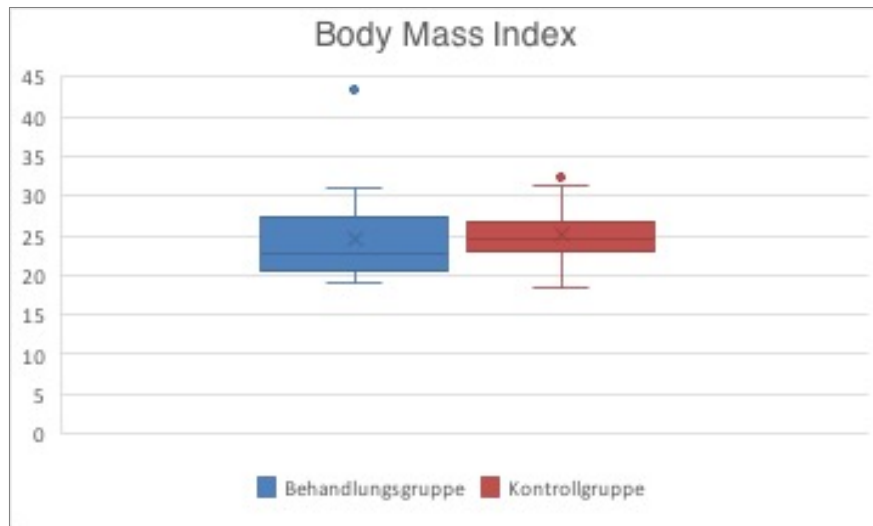


Abbildung 6 Body Mass Index

Abbildung 6 zeigt die Verteilung des Body Mass Index auf die beiden Gruppen. Hier sind die Werte ähnlicher. Beide Gruppen haben einen Mittelwert von 25. Die Behandlungsgruppe hat einen Minimalwert von 19 und einen maximal Wert von 43, wobei 43 als Ausreißer zu sehen ist. In der Kontrollgruppe liegt der Minimalwert bei 18 und der Maximalwert bei 32.

#### 3.4.4 Zink-Pattern

Tabelle 6 Zink Pattern

	Behandlungsgruppe	Prozent	Kontrollgruppe	Prozent	Gesamt		
<b>CCP</b>	3	13%	3	13%	6	13%	
<b>UCP</b>	21	88%	20	87%	41	87%	
	24	100%	23	100%	47	100%	

Tabelle 6 zeigt die Verteilung der Zink Pattern. In der Behandlungsgruppe finden sich gleich wie in der Kontrollgruppe drei kompensierte Pattern, also alternierende Muster der Übergangszone. 88% bzw. 87% der Probandinnen und Probanden weisen ein unkompensiertes Pattern (UCP) auf, was laut Zink darauf hindeutet, dass die Homoöstase im Körper gestört ist und die Selbstheilungskräfte beeinträchtigt sind.

### 3.4.5 Gruppen

Die Stichprobe wurde in zwei Gruppen geteilt. Die Aufteilung erfolgte per telefonischer Terminvereinbarung und wurde zufällig gewählt. Je nachdem, an welchem der beiden Tage die Probandinnen und Probanden Zeit hatten, wurden sie der Behandlungs- oder der Kontrollgruppe zugeordnet.

Die Hälfte der Behandlungsgruppe wurde von der Studienleiterin, die zweite Hälfte von einer zweiten Osteopathin, mit der gleichwertigen Ausbildung, 20 Minuten behandelt. Die Behandlungen wurden parallel in zwei getrennten Räumen durchgeführt.

Die Kontrollgruppe lag mit Entspannungsmusik in einem separaten Raum für die gleiche Zeit, die die Behandlung dauerte. Die Kontrollgruppe wurde nach der zweiten Testung, gleich wie die Behandlungsgruppe, von den zwei Osteopathinnen behandelt.

### 3.4.6 Einschlusskriterien

Die Einschlusskriterien wurden bewusst sehr allgemein gehalten, da sich die Behandlung der vier Diaphragmen auf keine konkrete Symptomatik auswirkt. Es wurden Probandinnen und Probanden mit akuten und chronischen Schmerzen oder Beschwerden im gesamten Rücken gesucht. In der Literatur finden sich Studien im Zusammenhang mit dem Körperangriffspunkt sowohl über Gesunde als auch über Personen mit unterschiedlichen Beschwerdebildern entlang der Wirbelsäule oder der Extremitäten.

“No correlation between the pain intensity and the magnitude of COP excursions could be identified.” (Ruhe u. a., 2011, S.358)

Für die Studie wurde lediglich das Alter ab 18 Jahren als Einschlusskriterium gewählt, da die Behandlung von Minderjährigen nur mit Einwilligung der Eltern möglich ist. Dieses Einschlusskriterium zeigte sich auch in den meisten Studien.

Stehen ohne Unterstützung war ein weiteres Einschlusskriterium, da sonst die Untersuchung mit der Pedoscan-Platte nicht durchgeführt werden konnte.

### 3.4.7 Ausschlusskriterien

In der Master-Thesis von Dr. Erich Mayer-Fally finden sich Kontraindikationen für eine osteopathische Behandlung (Mayer-Fally, 2006), diese wurden zur Absicherung der Probandinnen und Probanden als Ausschlusskriterien für die Studie verwendet.

- Hypertensive Krise: Blutdruckwerte über 190/110 mit Symptomen
- Akutes Abdomen
- Plötzlich unangeklärtes Erbrechen oder Durchfall
- Kollapsneigung: niedriger Blutdruck, Schwindel, starkes Schwitzen, Übelkeit in Zusammenhang mit Diabetes
- Schmerzen im Brustkorb mit vegetativen Symptomen ohne medizinische Abklärung
- Unbehandelte KHK II-IV
- Unbehandelte Tachykardie, Bradykardie, Arrhythmie
- Unerklärbare akute Atemnot
- Venöse Erkrankungen: Verdacht auf einen akuten vaskulären Verschluss, ungeklärte Schwellungen, Schmerzen
- Arterielle Erkrankungen: Blasse Extremitäten, livide Verfärbungen, Pulslosigkeit, starker Schmerz
- Akute, schwere Kopfschmerzen (Meningitis, Enzephalitis, Intracraniales Aneurysma, Tumor)
- Akute Nackensteifigkeit mit Fieber und Zeichen einer Meningitis
- Neu aufgetretene starker Schwindel unklarer Genese
- Unerklärliche akute Lähmungen
- Cauda-equina-Symptomatik
- Unerklärliche plötzliche Gesichtsfeldeinschränkungen oder Aphasie

Zusätzlich wurden keine schwangeren Probandinnen behandelt, da Schwangerschaft die Körperhaltung und den COP deutlich beeinflusst. In allen anderen Studien, die Rückenschmerzen und COP untersuchen, wurden ebenfalls keine schwangeren Frauen untersucht.

Um postoperative Komplikationen und Beeinflussungen auf das Flüssigkeitssystem zu vermeiden, wurden Personen, die in den letzten sechs Wochen operiert worden waren, aus der Studie ausgeschlossen.

### 3.5 DIERS Pedoscan-Druckmessplatte

Die Messplatte nimmt die Druckverteilung des Körpergewichtes auf der Fußsohle wahr. Das Computersystem kann für jeden Fuß einzeln jenen Punkt unter der Fußsohle ermitteln, der den höchsten Druck aufwies. Daraus ließ sich der Punkt errechnen, der bei zweibeinigem Stand den Druckschwerpunkt für das gesamte Körpergewicht darstellte. Dieser Druckschwerpunkt (centre of pressure = COP) und dessen Verlagerung wurde während der Untersuchung jeweils vor und nach der Intervention aufgezeichnet. Die COP-Messungen konnten in der Vergangenheit als verlässliche Methode zur Quantifizierung und Charakterisierung von Balancedefiziten bestätigt werden. (Allum & Carpenter, 2005; Ruhe et al., 2010) Einige Studien konnten bereits einen Zusammenhang zwischen den COP-Messungen und der Sturzneigung zeigen. (Anschütz, 2015)

Die DIERS Pedoscan-Platte ist eine 58cm x 48cm große Druckmessplatte mit einer aktiven Sensorfläche von 48cm x 32cm (Abbildung 7). Die Sensorfläche besteht aus 64 x 64 Drucksensoren mit einer Größe von 0,52cm Breite und 0,72cm Länge. Die Sensitivität der resistiven Sensoren liegt minimal bei 0,27 N/cm<sup>2</sup> und maximal bei 127 N/cm<sup>2</sup>. Das Funktionsprinzip der Druckmessplatte ist eine drucksensitive Membran (pressure sensitive layer = PSL) aus einem beschichteten Kunststoffgewebe (Anschütz, 2015).

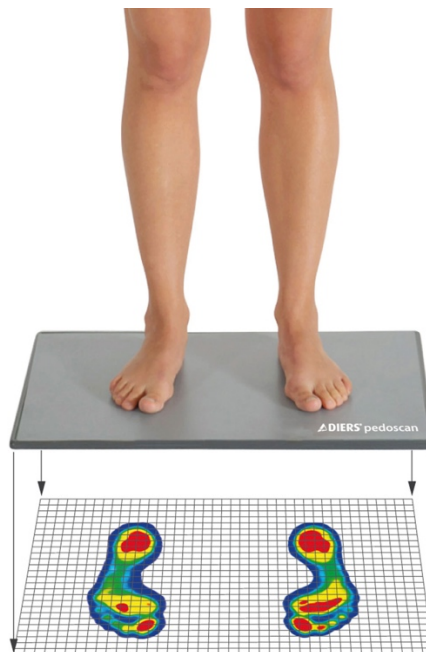


Abbildung 7 Diers Pedoscan Platte Quelle: Fa.Diers

Schröder et al. (2007) konnten in ihren Untersuchungen hohe Reliabilitätskoeffizienten der reinen Druckmessungen (maximaler und durchschnittlicher Druck) bestätigen. Da sich der Kraftangriffspunkt, der in dieser Studie untersucht wird, aus den Druckmessungen ergibt, erscheint die Pedoscan-Platte als geeignetes Messinstrument.

### 3.6 Parameter

Die häufigsten Parameter, die in Studien bislang gemessen wurden, sind folgende:

Maximale Pendelbewegung in anterior-posteriore sowie medial-laterale Richtung. Diese Messungen können für jeweils ein Bein oder für den gesamten Körper gemacht werden. In dieser Studie werden die Pendelbewegungen des gesamten Körpers miteinander verglichen.

Die COP-Fläche (= Sway-Fläche) [siehe Abbildung 1 Seite 9](#), angegeben in  $\text{cm}^2$ , ist jener Bereich, der durch die jeweilige Bewegung des COP während der Messung begrenzt ist. Meist ergibt sich eine ovale Fläche, welche sich aus den maximalen Pendelbewegungen anterior-posterior sowie medial-lateral errechnet.

Die COP-Geschwindigkeit in  $\text{cm/s}$  ist jene Geschwindigkeit, mit der sich der COP durchschnittlich bewegt. Sie wird mittels des zurückgelegten Gesamtweges des COP und der Messdauer berechnet.

Die ursprünglichen Parameter im bewilligten Konzept wurden nach Rücksprache mit dem Betreuer der Master-Thesis, Jan Porthun, am 22.11.2018 auf folgende geändert.

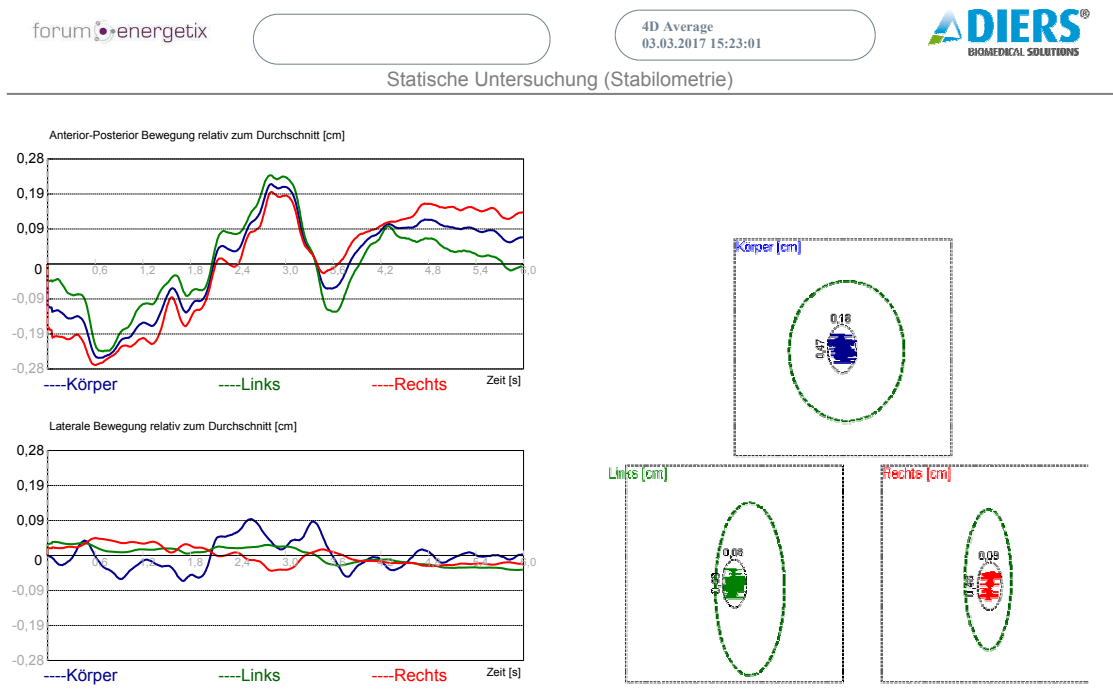
#### 3.6.1 Primäre Zielparameter

Sway-Fläche in  $\text{cm}^2$ : dazu werden die maximalen Bewegungen nach anterior, posterior, rechts und links des COP herangezogen und von der Studienleiterin berechnet.

Sway-Geschwindigkeit: die Gesamtstrecke wurde mit Hilfe einer Formel, die von der Firma DIERS angegeben wurde ([siehe Kapitel 3.10 Seite 42](#)), berechnet und durch die Messdauer (6 Sekunden) dividiert.

### 3.6.2 Sekundäre Zielparameter

Gesamtstrecke der COP-Bewegung, maximale Bewegung nach anterior, posterior und maximale Bewegung nach rechts und links.



FORUM Energetix, Leopold-Figl-Str. 1, 8430 Leibnitz

Abbildung 8: Auswertung Pedoscan

Abbildung 8 zeigt die Auswertung einer statischen Untersuchung auf der DIERS Pedoscan Messplatte. Man sieht unter anderem die Sway-Fläche für den gesamten Körper (blau), für das linke Bein (grün) und für das rechte Bein (rot).

### 3.7 Studiendurchführung

Die Akquise der Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer erfolgte mit Unterstützung des Gesundheitszentrums Forum Energetix in Leibnitz. Weiters wurden Listen für Interessentinnen und Interessenten in physiotherapeutischen Praxen und in Krankenhäusern der Umgebung



Leibnitz und Graz ausgehängt. Es erfolgte auch eine Ausschreibung über die Vida Gewerkschaft.

Die Aufteilung der Stichprobe in zwei Gruppen erfolgte nach dem Zufallsprinzip bei der Terminvereinbarung. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden telefonisch von der Assistentin kontaktiert. Am ersten Tag wurden alle Probandinnen und Probanden der Behandlungsgruppe behandelt. Drei Wochen später wurden alle Probandinnen und Probanden der Kontrollgruppe eingeteilt.

Die Studie verlief anonym, die Teilnahme daran war freiwillig und konnte jederzeit ohne Angaben von Gründen beendet werden.

Die Probandinnen und Probanden wurden im Vorfeld telefonisch über den Ablauf informiert und bekamen ein Formular zur Abfrage allgemeiner und Gesundheitsdaten per E-Mail zugesandt. Auch eine Überweisung zur Osteopathie vom jeweiligen Hausarzt war notwendig. Diese brachten die Probandinnen und Probanden im Original mit.

Eine Assistentin kümmerte sich um die Administration an beiden Studientagen. Sie führte das Informationsgespräch und half beim Ausfüllen des Fragebogens, kontrollierte die Einwilligungserklärung und die Überweisung. Sie begleitete die Probandin/den Probanden in den jeweiligen Raum. Die zwei Osteopathinnen hielten sich in zwei getrennten Behandlungsräumen auf, der Tester im Testraum. Die Probandin/der Proband ging vom Testraum in den Behandlungsraum und nach der Behandlung wieder zur Testung. Am zweiten Studientag wurden die Probandin/der Proband nach der Testung in einen separaten Raum zur Entspannungstherapie (= Shambehandlung) begleitet und kam dann wieder zur Testung. Erst nach der zweiten Testung ging sie/er in den jeweiligen Behandlungsraum und bekam eine osteopathische Behandlung. [Siehe Abbildung 4 Seite 30](#)

Der Tester, ein zuvor geschulter Physiotherapeut und Osteopath war verblindet. Er hatte keine Informationen darüber, an welchem Tag die osteopathischen Behandlungen bzw. die Sham-Behandlungen durchgeführt wurden.

Beide Behandlerinnen sind Physiotherapeutinnen und Osteopathinnen. Eine der beiden Osteopathinnen ist ebenso die Autorin der vorliegenden Arbeit.

### 3.8 Beschreibung der osteopathischen Techniken

In diesem Kapitel werden die angewandten osteopathischen Techniken beschrieben. Im Anhang finden sich die einzelnen Dokumentationen. Die Probanden wurden je nach individuellem Beschwerdebild behandelt, wie es der osteopathischen Praxis entspricht. Die Techniken wurden von zwei Osteopathinnen auf dem gleichen Ausbildungsstand ausgeführt.

**Direkte Technik:** Es wird Druck oder Zug in die Richtung der pathologischen motorischen Barriere ausgeübt. (Huss & Wentzel, 2015; Liem, Puylaert, & Puylaert, 2005) Beispiele für direkte Techniken, die angewandt wurden, sind Dehnungen und Recoil Techniken.

**Indirekte Technik:** Es wird Druck oder Zug in die entgegengesetzte Richtung der Blockade ausgeübt. (Liem et al., 2005) Die Bewegung erfolgt in die freie und schmerzlose Richtung. (Assche, 2014) Die Position wird solange gehalten, bis es zu einem Release im Gewebe kommt. Beispiele für indirekte Techniken, die verwendet wurden sind Strain-Counterstrain und Triggerpunkt-Technik.

**Strain-Counterstrain (SCS):** Nachdem ein Triggerpunkt oder Tenderpoint gefunden wird, wird dieser gehalten und die Patientin bzw. der Patient in eine Position gebracht, in der der Schmerz verschwunden ist. Die Patientin bzw. der Patient wird dann passiv in dieser Position für 90 Sekunden gehalten und danach langsam in die Neutralposition zurückgebracht. (Liem, Chila, & Tozzi, 2017)

**Triggerpunkt-Technik (TPP):** Druck auf den Triggerpunkt ausüben, bis der Schmerz nachlässt.

**Mobilisation:** Das zu behandelnde Gebiet wird sanft in alle Bewegungsrichtungen bewegt, bis es zu einem Release im Gewebe kommt. (Liem et al., 2005) Dies schließt auch die Narbenmobilisation mit ein.

**Recoil-Technik:** Das zu behandelnde Gebiet wird unter Spannung gebracht und durch ein plötzliches Loslassen mobilisiert. (Liem et al., 2005)

### 3.9 Literaturrecherche

Es wurden von Juni 2016 bis März 2017 folgende Datenbanken auf Studien durchsucht: Osteopathic Research, Pubmed, Google Scholar, WSO Bibliothek.

Folgende Stichwörter wurden dafür verwendet: diaphragma, pedo scan, zink, posture, balance, center of pressure, center of gravity, back pain,

Weiters wurden Experten befragt (Paolo Tozzi Msc. Ost, DO PT, Michael Kuchera D.O., F.A.A.O., Raphael van Assche Msc. DO) und bei aktuellen Studien nach dem Schneeballverfahren noch weitere relevante Studien gesucht.

Vor Abgabe der Endfassung im Mai 2019 wurde erneut eine Literatursuche mit denselben Stichwörtern durchgeführt.

### 3.10 Auswertung der Daten

In dieser Studie wird der Einfluss einer osteopathischen Behandlung auf die Bewegungen des COP, gemessen mittels Druckmessplatte, gegenüber einer Entspannung im Liegen erforscht.

Die statistische Auswertung wird mit Unterstützung von Herrn Dr. Harald Lothaller durchgeführt.

Die maximale Bewegung des COP nach anterior, posterior, rechts und links wurde vom Messgerät in einer Microsoft Excel-Tabelle ausgewertet. Die Sway-Fläche wurde von der Autorin auf Grundlage dieser Daten berechnet.

Formel zu Berechnung der Sway-Fläche  $e = \sqrt{a^2 - b^2}$

Die Berechnung der Gesamtstrecke wurde mittels folgender Formel anschließend in Microsoft Excel berechnet.

$$TOTEX = \sum_{n=1}^{N-1} \sqrt{[(AP[n+1] - AP[n])^2 + (ML[n+1] - ML[n])^2]}$$

Aus der Gesamtstrecke wurden dann die Parameter der Sway-Geschwindigkeit berechnet.

Formel zur Berechnung der Geschwindigkeit  $v$  ( $s$ =Strecke,  $t$ =Zeit)

$$v = s / t$$

Die Ergebnisse wurden Computer unterstützt mittels Statistiksoftware IBM SPSS Statistics 21 ausgewertet. Für die Beantwortung der Fragestellung werden Varianzanalysen mit Messwiederholung und einem Gruppierungsfaktor für die Parameter Sway-Fläche, Sway-Geschwindigkeit und maximale Strecken anterior/posterior, rechts/links durchgeführt. Dabei werden die Mittelwerte je Gruppe und Messung miteinander verglichen, um zu erkennen, ob es generelle signifikante Veränderungen über die Zeit oder generelle signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen oder eine sogenannte Wechselwirkung gibt. Das Signifikanzniveau wurde mit einem p-Wert von  $< 0,05$  angenommen.

## 4. Ergebnisse

Im nun folgenden Ergebnisteil werden die Studienergebnisse beschrieben. Für die Beantwortung der Forschungsfrage wird die Sway-Fläche, die Sway-Geschwindigkeit, die maximale Strecke rechts/links, anterior/posterior herangezogen. Diese Parameter zeigen ein vollständiges Bild über die Veränderungen des COP, wie auch in mehreren Studien über den Körperschwerpunkt festgestellt wurde. (Ruhe et al., 2011)

Vor der Varianzanalyse wurde mittel Chi-Quadratstest berechnet, ob Geschlecht, Größe und Gewicht sowie Zink Pattern auf beide Gruppen gleichverteilt sind. Alle Merkmale sind gleichverteilt und haben somit keinen Nebeneffekt auf die Ergebnisse.

Bei der Varianzanalyse wurden die Wechselwirkungen folgender drei Faktoren miteinander getestet.

1. Messung
  - a. Messzeitpunkt t1 vor der Intervention
  - b. Messzeitpunkt t2 nach der Intervention
2. Gruppe
  - a. Behandlungsgruppe
  - b. Kontrollgruppe
3. Art
  - a. Augen offen
  - b. Augen geschlossen (az)

### 4.1 Sway-Fläche

Abbildung 9 zeigt die Mittelwerte mit offenen Augen. Der Mittelwert der Kontrollgruppe sinkt in der zweiten Messung von  $0,23\text{cm}^2$  auf  $0,15\text{cm}^2$ , während der Mittelwert in der Kontrollgruppe steigt von  $0,39\text{cm}^2$  auf  $0,80\text{cm}^2$  steigt.

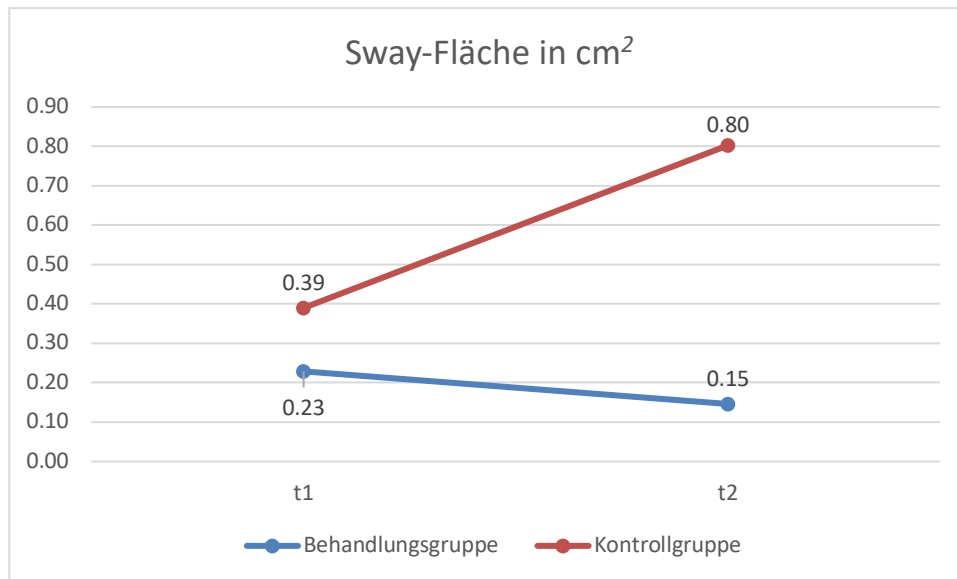


Abbildung 9 Sway-Fläche

In Abbildung 10 werden die Mittelwerte bei den Messungen mit geschlossenen Augen dargestellt. Die Mittelwerte bleiben in der Behandlungsgruppe vor und nach der Behandlung gleich (0,16cm<sup>2</sup>) und sinken in der Kontrollgruppe von 0,77cm<sup>2</sup> auf 0,32cm<sup>2</sup>.

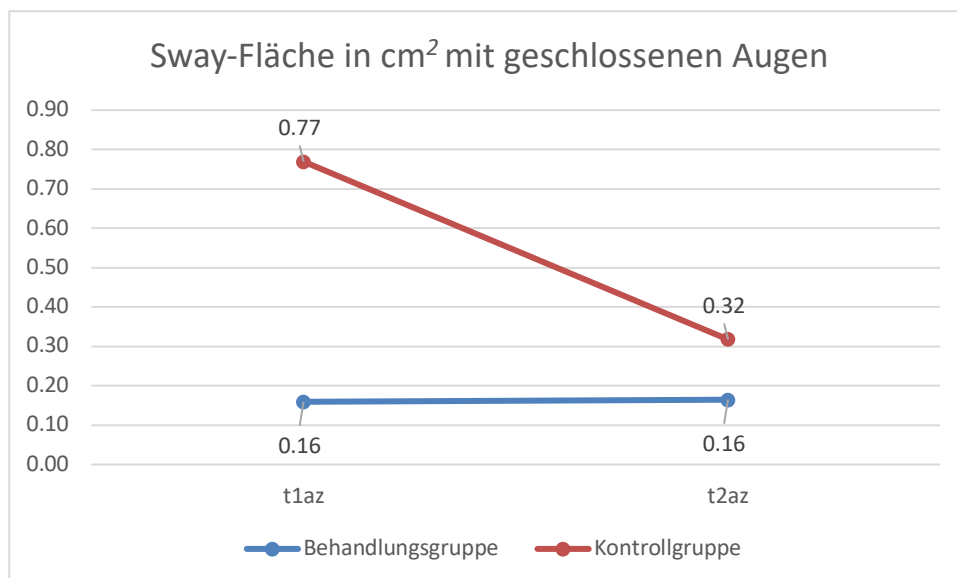


Abbildung 10 Sway-Fläche mit geschlossenen Augen

Bei der Testung der Innersubjektkontraste zeigt sich in Bezug auf die Messzeitpunkte kein signifikanter Unterschied ( $p=0,866$ ) zwischen den Messungen (über beide Gruppen und Arten der Messung hinweg). Es gibt keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Messung und Gruppe (über Arten hinweg). Das bedeutet, die Veränderungen vor und nach der Intervention

in der Kontroll- und der Behandlungsgruppe sind gleich ( $p=0,955$ ). Weiters zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Arten der Messung (über Gruppe und Messung hinweg  $p=0,823$ ) sowie keine signifikante Wechselwirkung zwischen Art und Gruppe ( $p=0,937$ ). Das bedeutet, die Veränderung bei offenen Augen und geschlossenen Augen ist gleich für Behandlungs- und Kontrollgruppe. Auch die Wechselwirkung zwischen Messung mit offenen Augen und mit geschlossenen Augen ist nicht signifikant ( $p=0,249$ ) und die dreifache Wechselwirkung zwischen Messung Art und Gruppe zeigt ebenso keine Signifikanz ( $p=0,159$ ).

Das allgemeine Niveau der beiden Gruppen ist mit einem Wert von 0,031 signifikant unterschiedlich.

## 4.2 Sway-Geschwindigkeit

Abbildung 11 zeigt die Mittelwerte mit offenen Augen. Der Mittelwert der Kontrollgruppe bleibt in der zweiten Messung annähernd gleich, während der Mittelwert in der Kontrollgruppe deutlicher von 0,67cm/s auf 0,93cm/s steigt.

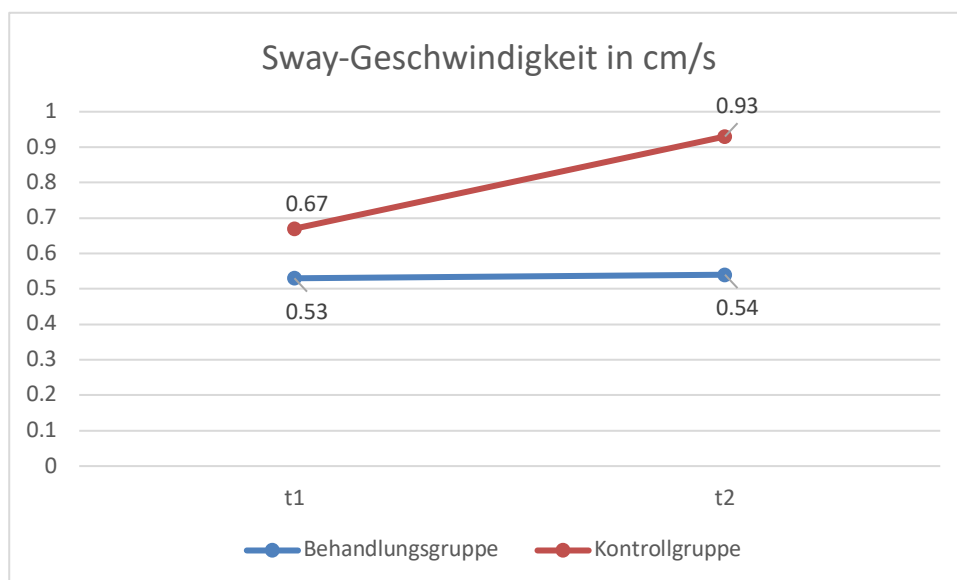


Abbildung 11 Sway-Geschwindigkeit

In der nachfolgenden Abbildung werden die Mittelwerte bei den Messungen mit geschlossenen Augen dargestellt. Die Mittelwerte bleiben in der Behandlungsgruppe vor und nach der Behandlung gleich (0,65cm/s) und sinken leicht in der Kontrollgruppe von 0,82cm/s auf 0,76cm/s.

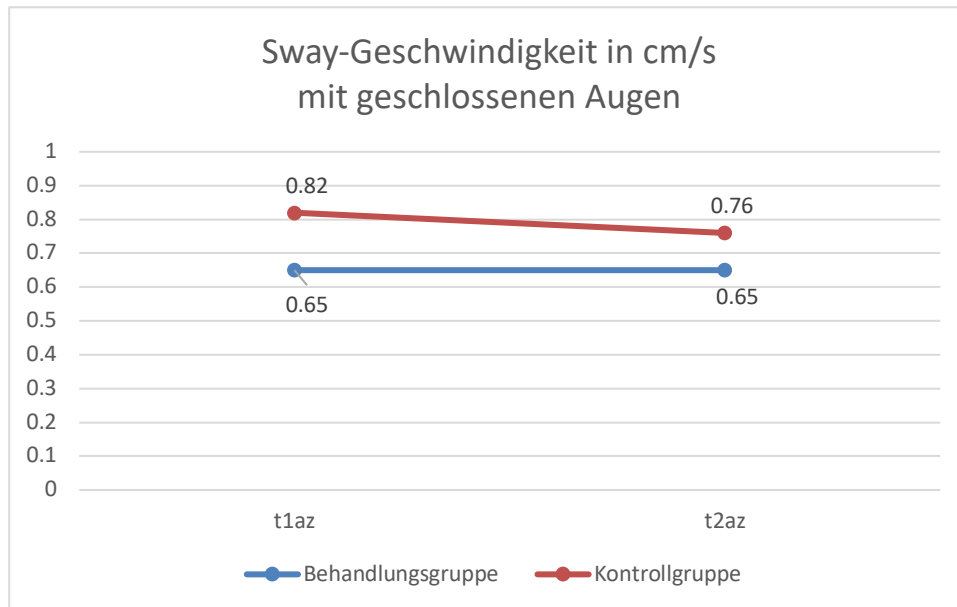


Abbildung 12 Sway-Geschwindigkeit mit geschlossenen Augen

Bei der Testung der Innersubjektkontraste zeigt sich in Bezug auf die Messzeitpunkte kein signifikanter Unterschied ( $p=0,458$ ) zwischen den Messungen (über beide Gruppen und Arten der Messung hinweg). Es gibt keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Messung und Gruppe (über Arten hinweg). Das bedeutet, die Veränderungen vor und nach der Intervention in der Kontroll- und der Behandlungsgruppe sind gleich ( $p=0,499$ ). Weiters zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Arten der Messung (über Gruppe und Messung hinweg  $p=0,562$ ) sowie keine signifikante Wechselwirkung zwischen Art und Gruppe ( $p=0,423$ ). Das bedeutet, die Veränderung bei offenen Augen und geschlossenen Augen ist gleich für Behandlungs- und die Kontrollgruppe. Auch die Wechselwirkung zwischen der Messung mit offenen Augen und mit geschlossenen Augen ist nicht signifikant ( $p=0,232$ ) und die dreifache Wechselwirkung zwischen Messung, Art und Gruppe zeigt ebenso keine Signifikanz ( $p=0,263$ ).

Das allgemeine Niveau der beiden Gruppen ist mit einem Wert von 0.038 signifikant unterschiedlich.



### 4.3 COP-Gesamtstrecke

Beim Vergleich der Mittelwerte wurden die Gruppen je nach Art getrennt. Abbildung 13 zeigt die Mittelwerte mit offenen Augen. Hier zeigt sich, dass die COP-Gesamtstrecke bei der Kontrollgruppe vor der Behandlung von 4cm auf 5,6cm nach der Behandlung gestiegen ist. In der Behandlungsgruppe blieb die Gesamtstrecke mit 3,2cm vor und 3,3cm nach der Behandlung annähernd gleich.

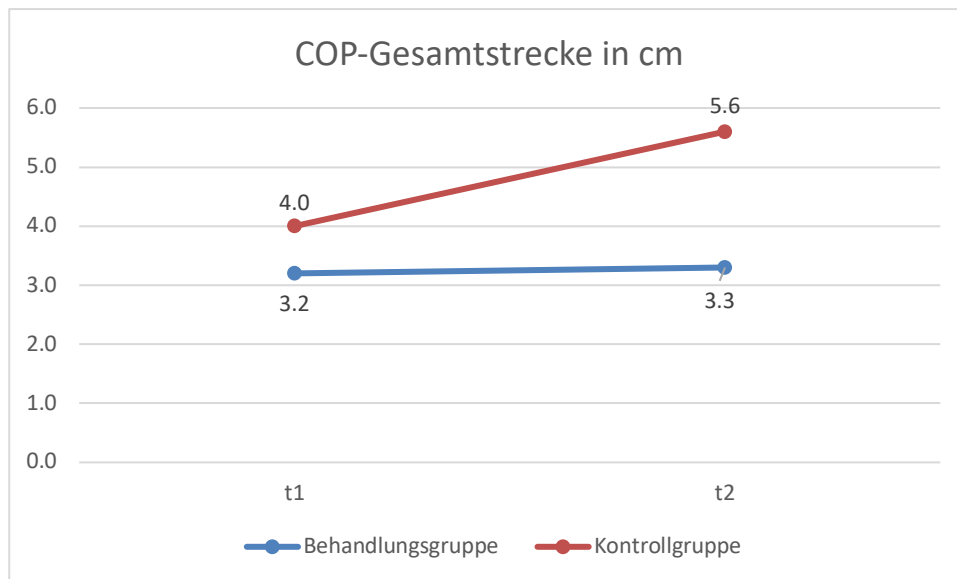


Abbildung 13 COP-Gesamtstrecke

In Abbildung 14 werden die Mittelwerte bei den Messungen mit geschlossenen Augen dargestellt. Der Mittelwert bleibt in der Behandlungsgruppe vor und nach der Behandlung annähernd gleich. Während er in der Kontrollgruppe von 4,90cm auf 4,54cm leicht sinkt.

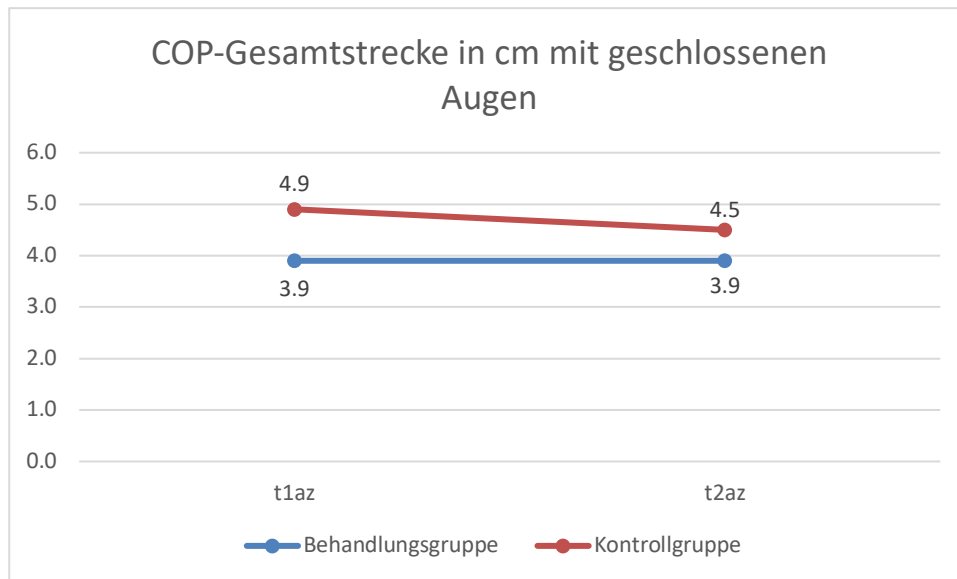


Abbildung 14 COP-Gesamtstrecke mit geschlossenen Augen

Bei der Testung der Innersubjektkontraste zeigt sich in Bezug auf die Messzeitpunkte kein signifikanter Unterschied ( $p=0,458$ ) zwischen den Messungen (über beide Gruppen und Arten der Messung hinweg). Es gibt keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Messung und Gruppe (über Arten hinweg). Das bedeutet die Veränderungen vor und nach der Intervention in der Kontroll- und der Behandlungsgruppe sind gleich ( $p=0,499$ ). Weiters zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Arten der Messung (über Gruppe und Messung hinweg  $p=0,562$ ) sowie keine signifikante Wechselwirkung zwischen Art und Gruppe ( $p=0,423$ ). Das bedeutet, die Veränderung bei offenen Augen und geschlossenen Augen ist gleich für Behandlungs- und Kontrollgruppe. Auch die Wechselwirkung zwischen der Messung mit offenen Augen und geschlossenen ist nicht signifikant ( $p=0,232$ ) und die dreifache Wechselwirkung zwischen Messung Art und Gruppe zeigt ebenso keine Signifikanz ( $p=0,263$ ).

Das allgemeine Niveau der beiden Gruppen ist mit einem Wert von 0,038 signifikant unterschiedlich.

#### 4.4 Maximale Bewegung anterior/posterior

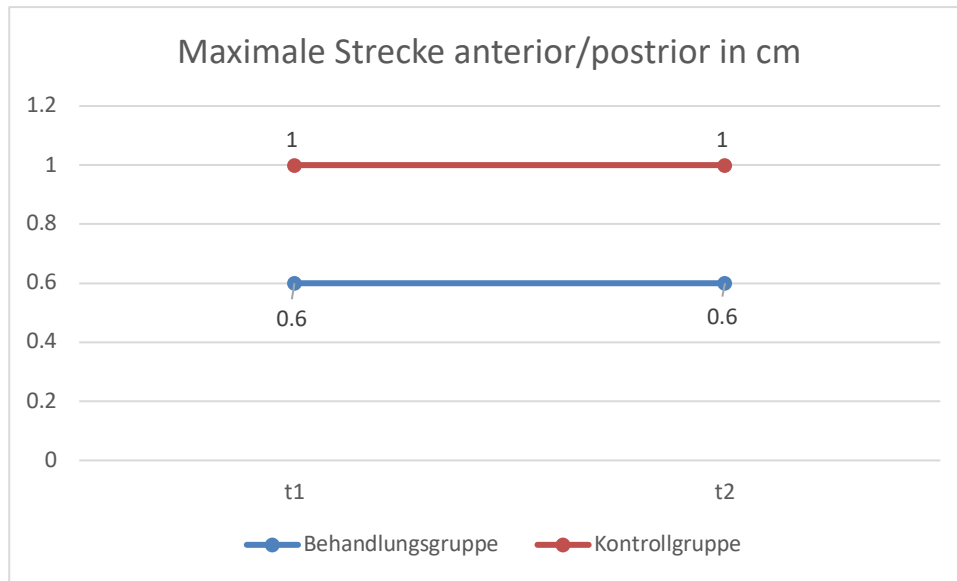


Abbildung 15 Maximale Strecke anterior/posterior

Abbildung 15 zeigt die Mittelwerte der maximalen Strecken nach anterior und posterior in Zentimeter. Hier zeigte sich weder in der Behandlungs- noch in der Kontrollgruppe eine Veränderung.

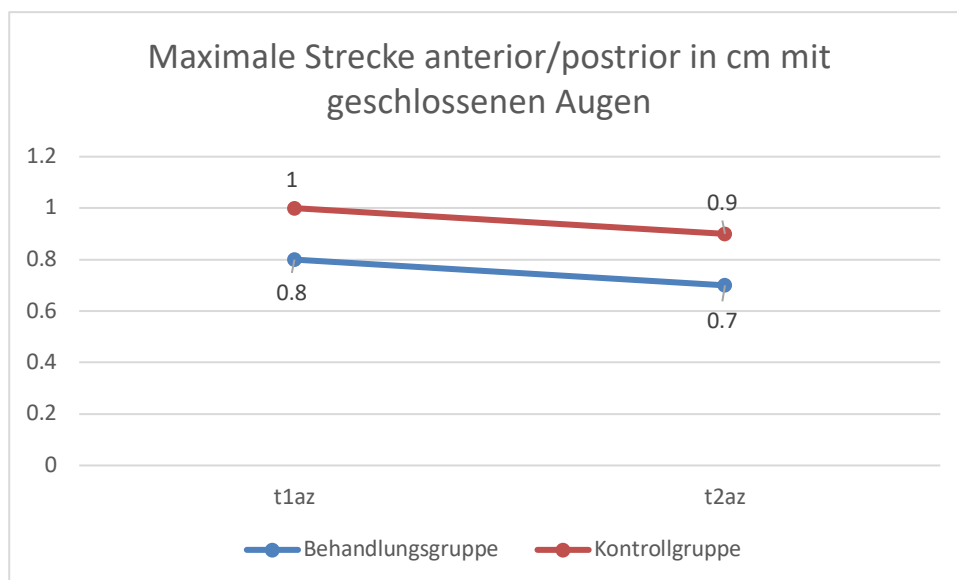


Abbildung 16 Maximale Strecke anterior/posterior mit geschlossenen Augen

Mit geschlossenen Augen gibt es eine minimale Verbesserung der Strecke wie man an Abbildung 16 sieht. Das heißt, in der Behandlungsgruppe verkürzt sich die Strecke anterior/posterior von 1cm auf 0,9cm und in der Kontrollgruppe von 0,8cm auf 0,7cm.

Bei der Testung der Innersubjektkontraste zeigt sich in Bezug auf die Messzeitpunkte kein signifikanter Unterschied ( $p=0,478$ ) zwischen den Messungen (über beide Gruppen und Arten der Messung hinweg). Es gibt keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Messung und Gruppe (über Arten hinweg). Das bedeutet, die Veränderungen vor und nach der Intervention in der Kontroll- und der Behandlungsgruppe sind gleich ( $p=0,943$ ). Weiters zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Arten der Messung (über Gruppe und Messung hinweg)  $p=0,855$  sowie keine signifikante Wechselwirkung zwischen Art und Gruppe ( $p=0,549$ ). Das bedeutet die Veränderung bei offenen Augen und geschlossenen Augen ist gleich für Behandlungsgruppe und Kontrollgruppe. Auch die Wechselwirkung zwischen Messung mit offenen Augen und mit geschlossenen Augen ist nicht signifikant ( $p=0,703$ ) und die dreifache Wechselwirkung zwischen Messung, Art und Gruppe zeigt ebenso keine Signifikanz ( $p=0,963$ ).

Das allgemeine Niveau der beiden Gruppen ist mit einem Wert von 0,008 signifikant unterschiedlich.

## 4.5 Maximale Bewegung rechts/links

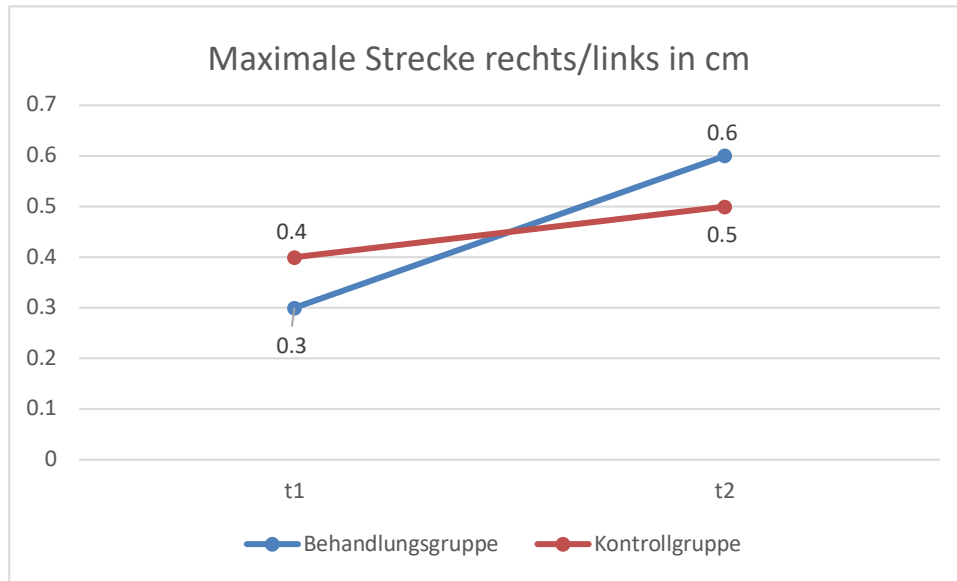


Abbildung 17 Maximale Strecke rechts/links

In Abbildung 17 sind die Mittelwerte der maximalen Strecke von rechts/links in Zentimeter dargestellt. Hierbei sieht man in der Behandlungsgruppe eine Verdoppelung der Strecke von 0,3cm auf 0,6cm und auch in der Kontrollgruppe einer Verlängerung von 0,4cm auf 0,5cm.

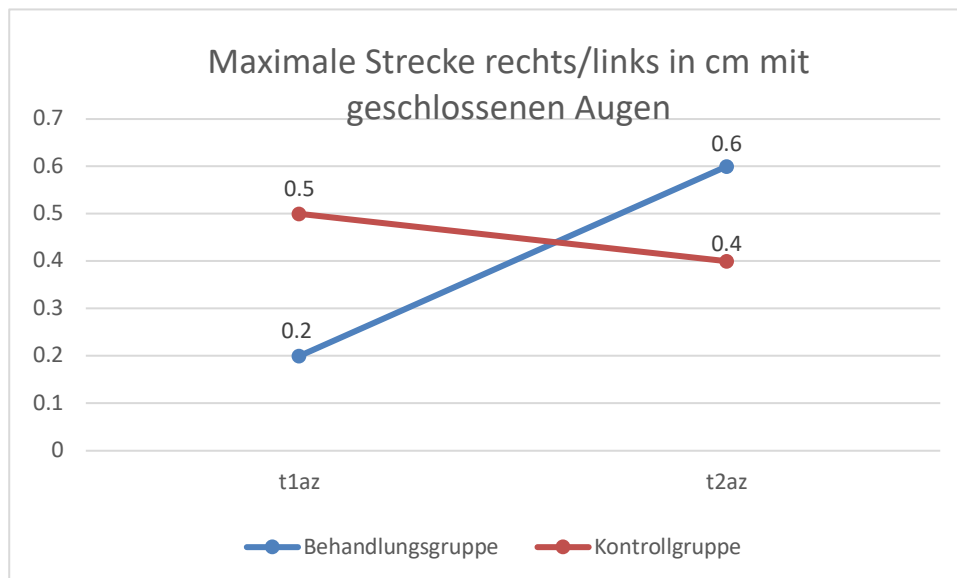


Abbildung 18 Maximale Strecke rechts/links mit geschlossenen Augen

Bei Abbildung 18 zeigt sich die Mittelwerte der maximalen Strecke rechts/links mit geschlossenen Augen. Hierbei zeigt sich eine deutliche Veränderung in der

Behandlungsgruppe von 0,2cm auf 0,6cm und in der Kontrollgruppe eine Veränderung von 0,5cm auf 0,4cm.

Bei der Testung der Innersubjektkontraste zeigt sich in Bezug auf die Messzeitpunkte kein signifikanter Unterschied ( $p=0,687$ ) zwischen den Messungen (über beide Gruppen und Arten der Messung hinweg). Es gibt keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Messung und Gruppe (über Arten hinweg). Das bedeutet, die Veränderungen vor und nach der Intervention in der Kontrollgruppe und der Behandlungsgruppe sind gleich ( $p=0,848$ ). Weiters zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Arten der Messung (über Gruppe und Messung hinweg  $p=0,686$ ) sowie keine signifikante Wechselwirkung zwischen Art und Gruppe ( $p=0,887$ ). Das bedeutet die Veränderung bei offenen Augen und geschlossenen Augen ist gleich für Behandlungsgruppe und Kontrollgruppe. Auch die Wechselwirkung zwischen Messung mit offenen Augen und mit geschlossenen Augen ist nicht signifikant ( $p=0,612$ ) und die dreifache Wechselwirkung zwischen Messung Art und Gruppe zeigt ebenso keine Signifikanz ( $p=0,297$ ).

Das allgemeine Niveau der beiden Gruppen ist mit einem Wert von 0,013 signifikant unterschiedlich.

#### 4.6 Veränderungs-Wert

Tabelle 7 zeigt, dass das Ausmaß der Veränderung sehr breit gestreut ist. Der Veränderungs-Wert ist zu interpretieren als „t2-Wert in % vom t1-Wert“. Damit geht es nur um die relative Veränderung zwischen der ersten und der zweiten Testung der Personen, neutralisiert also u.a. die Unterschiedlichkeit der Personen in der absoluten Höhe.

Tabelle 7: Veränderungswert t

		Lateral links	Lateral links az	Lateral rechts	Lateral rechts az	Anterior	Anterior az	Posterior	Posterior az
<b>N</b>	Gültig	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Fehlend	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Mittelwert</b>		1,23	1,41	1,34	1,18	1,40	0,99	1,29	1,06
<b>Median</b>		0,93	0,87	0,96	1,11	1,32	0,87	1,24	0,84
<b>Standardabweichung</b>		1,13	1,42	1,46	0,64	0,74	0,53	0,65	0,73
<b>Spannweite</b>		5,71	5,99	6,69	2,45	2,64	1,94	2,72	3,04
<b>Minimum</b>		0,29	0,21	0,31	0,31	0,28	0,22	0,20	0,18
<b>Maximum</b>		6,00	6,20	7,00	2,76	2,92	2,16	2,92	3,22

An Minimum und Maximum erkennt man, dass die Veränderungen sehr unterschiedlich waren! Lateral links hat ein Minimum von 0,29, das bedeutet eine Person hatte bei der zweiten Messung weniger als ein Drittel von der Strecke, wie bei der ersten. Ein Maximum von 6 bedeutet, dass eine andere Person eine sechsfache Strecke hatte.

#### 4.7 Zusammenfassung der Ergebnisse

Ruhe et al. (2011) haben in einem Review Studien verglichen, die den Zusammenhang von COP-Parameterveränderung und Rückenschmerzen analysieren. Vor allem die Fläche, in der sich der COP befindet, als auch die Geschwindigkeit, in der er sich bewegt, zeigten deutliche Unterschiede zwischen gesunden Probandinnen und Probanden sowie jenen mit Rückenschmerzen.

In dieser Studie zeigt sich ebenfalls die deutlichste Wirkung im Vergleich der Mittelwerte der Sway-Fläche. Sowohl mit offenen als auch mit geschlossenen Augen bleibt die Sway-Fläche bei der Behandlungsgruppe vor und nach der Behandlung gleich, während sich in der Kontrollgruppe die Fläche mit offenen Augen vergrößert und mit geschlossenen Augen verkleinert. Hieraus lässt sich schließen, dass die osteopathische Behandlung zur Stabilisierung der Sway-Fläche beigetragen hat. Dies ist unabhängig von offenen oder geschlossenen Augen, da die Behandlung auf das propriozeptive System wirkt.

Bei der Sway-Geschwindigkeit zeigt sich ein ähnliches Bild. Bei der Behandlungsgruppe bleibt im Mittelwertvergleich vor und nach der Behandlung annähernd gleich. Bei der Kontrollgruppe gibt es unterschiedliche Veränderungen.

Silva et al. (2017) zeigten in einer Studie mit Personen mit LBP signifikante Unterschiede der COP-Fläche zwischen den Gruppen. Personen mit LBP haben eine signifikant größere Sway-Fläche und eine höhere Sway-Geschwindigkeit als beschwerdefreie Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

Die Auswertung der maximalen Strecken und deren Vergleich ist auch in vorherigen Studien sehr unterschiedlich ausgefallen.

In der Studie von Popa et al. (2016) wurde festgestellt, dass mehrere Testungen zu einer Verbesserung der COP-Werte führen, da sich ein Gewöhnungseffekt einstellt. Personen mit

chronischen Rückenschmerzen verhalten sich signifikant anders als Personen ohne Rückenschmerzen. Vor allem die anterior-posteriore Bewegung war signifikant unterschiedlich zwischen den zwei Gruppen.

Es können Rückschlüsse darauf gezogen werden, dass die Maximalwerte nicht ideal sind für eine Balancemessung, da bereits eine einmalige Schwankung gemessen wird und somit die Streuung sehr groß ist. Auch in dieser Studie zeigt sich kein einheitliches Bild beim Vergleich der Mittelwerte.

Die relative Veränderung zwischen Messung t1 und Messung t2 zeigt vor allem bei der maximalen Strecke rechts/links eine sehr hohe Streuung. An Minimum und Maximum sieht man, dass die Veränderungen sehr unterschiedlich waren.

Die Varianzanalysen ergaben keine signifikanten Zusammenhänge.

Auf Grund der Ergebnisse kann die Forschungsfrage „Lässt sich der positive Einfluss auf Rückenbeschwerden nach einer 20-minütigen osteopathischen Behandlung der vier Diaphragmen nach Zink durch eine Veränderung der COP-Parameter nachweisen, im Vergleich zu einer Kontrollgruppe die im gleichen Zeitraum im Liegen entspannt?“ mit Ja beantwortet werden. Sway-Fläche und Sway-Geschwindigkeit bleiben bei der Behandlungsgruppe gleich, während sie in der Kontrollgruppe verändert sind. Somit zeigt es sich, dass die osteopathische Behandlung einen positiven Effekt im Sinne einer Stabilisierung des Körpers hat.



## 5. Diskussion

### 5.1 Überblick

Der vorliegenden Arbeit liegt die These zugrunde, dass sich eine osteopathische Behandlung der vier Diaphragmen nach Zink positiv auf die innere Balance auswirkt. Weiters wurde angenommen, dass diese direkt die äußere Balance, also das Gleichgewicht des Körpers, beeinflusst. Dieses äußere Gleichgewicht ist messbar und deren Veränderungen wissenschaftlich nachvollziehbar. Als valide Messmethode für das Gleichgewicht steht die DIERS Pedoscan Messplatte zu Verfügung. (Allum & Carpenter, 2005; Ruhe et al., 2010) [Siehe auch Kapitel 3.5 Seite 37](#) Mit dieser lassen sich unter anderem die Veränderung des COP, vor und nach der Intervention, messen. Die, für diese Studie, wichtigsten Parameter der Messung sind: Sway-Fläche, Sway-Geschwindigkeit und COP-Gesamtstrecke.

Ausgehend von der Annahme, dass sich die osteopathische Behandlung der vier Diaphragmen nach Zink positiv auf die Rückengesundheit auswirkt, liegt der Schluss nahe, dass diese Auswirkung durch einen veränderten COP nachvollziehbar gemessen werden kann.

Bei der Auswahl der Probanden wurde darauf geachtet, dass sich die angenommene Veränderung des COP durch die Intervention deutlich ablesen lässt. Diverse Studien zeigen einen Zusammenhang von Rückenbeschwerden und verändertem COP. [Siehe Kapitel 2.2 Seite 11](#) Dass die osteopathische Behandlung der Diaphragmen bei chronischen Rückenbeschwerden eine signifikante Verbesserung bringt, belegt eine Studie von Martí-Salvador et al. (2018). Hierbei wurden Personen mit chronischen Rückenbeschwerden fünf Mal in vier Wochen am Diaphragma abdominalis behandelt. Dabei wurde festgestellt, dass sich bei den Schmerzen, dem Schmerzverhalten und dem Schmerz-Vermeidungsverhalten bei der Behandlungsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikante Verbesserungen einstellen.

“An OMT protocol that includes diaphragm techniques produces significant and clinically relevant improvements in pain and disability in patients with NS-CLBP compared to the same OMT protocol using sham diaphragm-techniques.” (Martí-Salvador et al., 2018, S. 2)

Da sich durch die Auswertung der praktischen Durchführung der Studie gezeigt hat, dass die Parameter des COP keine signifikante Veränderung aufweisen, wird davon ausgegangen, dass die Art der Messung suboptimal gewählt war und nicht etwa die Behandlungen

wirkungslos waren. Hinzu kommt, dass die Auswahlkriterien für die Teilnehmenden sehr weit gesteckt waren. Gründe für die Annahme einer verbesserungswürdigen Testung sind im weiteren Verlauf der Diskussion zu finden. Die Wirksamkeit der osteopathischen Behandlung hätte durch eine persönliche Befragung bezüglich des subjektiven Gesundheitsgefühls und durch weitere Balancetests vor und nach der Behandlung überprüft werden können. Ein gutes Beispiel für eine umfangreichere Testung bietet die vorangegangene Studie von Martí-Salvador et al., (2018).

Die Ergebnisse der subjektiven Befragung könnten mit der Intensität der Veränderung im COP verglichen werden, um zu überprüfen, ob die Messmethode überhaupt valide Ergebnisse liefern kann. In der vorliegenden Studie wurde auf subjektive Parameter verzichtet, da die quantitative Messung der Wirksamkeit einer osteopathischen Behandlung im Zentrum stand. Dies wäre eine interessante Fragestellung für Folgestudien.

Es wurde pro Probandin beziehungsweise pro Proband nur eine Behandlung durchgeführt, um weitere Einflussfaktoren auszuschließen und möglichst viele Probandinnen und Probanden zu behandeln. Eine Follow-up-Studie mit mehreren Messungen würde sich in weiterer Folge anbieten. Über die optimale Anzahl an osteopathischen Behandlungen gibt bis dato keine Studie Aufschluss.

Weiters kann die Wirkung auf das Flüssigkeitssystem auch verzögert auftreten, hierzu finden sich noch keine Studien. In der Studie von Arman und Fried (2015) wurde eine destabilisierende Wirkung nach einer Diaphragmabehandlung beobachtet. Hier kam es zum Teil sogar zu einer Verschlechterung der Werte, vermutlich ausgelöst durch den allgemeinen Tonusverlust durch die Behandlung. In dieser Studie kam es in der Behandlungsgruppe zu einer Stabilisierung, vermutlich hervorgerufen durch die ganzheitliche Behandlung aller vier Diaphragmen.

## 5.2 Stichprobe

Es wurden in dieser Studie Personen mit Rückenbeschwerden unabhängig von Dauer und Lokalisation behandelt. Die meisten Studien befassen sich mit bestimmten Regionen der Wirbelsäule und deren Auswirkung auf die Bewegungen des COP beziehungsweise den Body Sway. (Ruhe et al., 2011) Um möglichst viele Probandinnen und Probanden für die Studie zu

finden, wurden die Einschlusskriterien bewusst allgemein gehalten. Es liegt die Vermutung nahe, dass diese Heterogenität einen starken Einfluss auf die Ergebnisse hat.

Gründe für die suboptimale Messmethode können bereits bei der qualitativen, wie der quantitativen Auswahl der Probandinnen und Probanden gesucht werden. So war die Gruppe der getesteten Personen durchaus heterogen, was die Beschwerden betrifft. Der pauschale Begriff der Rückenbeschwerden war weder nach Dauer, Intensität, Art der Beschwerden noch etwaigen, temporären Einwirkungen sortiert. Dies sorgt für eine unüberschaubare Vielzahl an möglichen Gründen für die Beschwerden, denen teilweise nicht durch eine Behandlung der Diaphragmen beizukommen ist. Ein Verbesserungsvorschlag für weitere Studien lautet, die Art der Beschwerden bei den Einschlusskriterien genauer zu spezifizieren.

Hinzu kommen Faktoren, die sich auf den Körperschwerpunkt auswirken können, jedoch nicht näher im Vorfeld bei den möglichen Probanden und Probandinnen abgefragt wurden. Dazu zählen die Einnahme von bestimmten Medikamenten, eine zurückliegende Operation, diverse Narben, die Art und Intensität des Schmerzes sowie die körperliche Konstitution.

“This is a consequence not only of group differences in the means but also of the fact that all static parameters, especially for the CLBP group displayed a large spread, as evidenced by the high values of their standard deviations.” (Tsigkanos et al., 2016, S.890)

Zusammenfassend lässt sich bislang feststellen, dass die Auswahl der Probandinnen und Probanden nach genaueren, oder enger eingeschränkten Kriterien zu erfolgen hat, um hohe Varianz und Heterogenität der Ergebnisse zu vermeiden.

Weiters gilt zu bedenken, dass Personen mit Rückenbeschwerden auch eine veränderte Becken- und Hüftbeweglichkeit aufweisen können. Dadurch würde die Bewegung des COP deutlich beeinflusst sein. Auch umgekehrt haben Einschränkungen der unteren Extremitäten Einfluss auf die Bewegung des COP, wie in der Studie von Vosatek et al. (2013) untersucht wurde.

Ein weiterer Verbesserungsvorschlag ergibt sich aus der relativ geringen Stichprobengröße von 47 Personen. In Kombination mit den oben genannten Punkten, insbesondere der Heterogenität der Testgruppe, ist die geringe Anzahl an Personen ein möglicher Grund für die Ermangelung signifikanter Ergebnisse. Durch eine größere Anzahl an Personen würde die Varianz ihrer Attribute gegebenenfalls weniger ins Gewicht fallen. Dies würde jedoch mit erheblich mehr zeitlichem und personellem Aufwand einhergehen.

### 5.3 Behandlungsmethode

Die Beschränkung auf die Behandlung nach dem respiratorisch-zirkulatorischen Modell wurde aus mehreren Gründen gewählt. Einerseits hat die Gesundheit des Flüssigkeitssystems nachweislich Einfluss auf die Selbstheilungskräfte des Körpers, was diesen in die Balance bringt, andererseits wurden die Probandinnen und Probanden von zwei Osteopathinnen behandelt, die sich auf einen gemeinsamen Standard einigen mussten.

Der Zusammenhang zwischen Rückenbeschwerden und Diaphragmadysfunktionen wurde bereits in Studien festgestellt (Bordoni & Marelli, 2016), jedoch können Schmerzen und Einschränkungen der Wirbelsäule auch von anderen Strukturen ausgehen. Diese sollten dann bei einer individuellen osteopathischen Behandlung gefunden und behandelt werden.

In der vorliegenden Studie wurden ausschließlich die Diaphragmen des Rumpfes behandelt, einige Osteopathen verweisen allerdings auch auf die Wichtigkeit der Diaphragmen in der unteren Extremität. (Huss & Wentzel, 2015) Diese gehören bei einer vollständigen osteopathischen Behandlung miteinbezogen. Gerade die untere Extremität kann auch einen starken Einfluss auf den COP haben. (Morasiewicz, Dragan, Dragan, Wrzosek, & Pawik, 2016)

### 5.4 Messmethode

Obzwar sich die Messung via DIERS Pedoscan-Druckmessplatte als nützlich erwiesen hat, ist es möglich, dass zwischen dem Zeitraum der Behandlung und dem Zeitpunkt der zweiten Messung zu wenig Zeit verstrichen ist, um signifikante Ergebnisse zu liefern. Vor allem da sich die Osteopathie an die Selbstheilungskräfte des Körpers richtet, ist es möglich, dass nach dem, durch die Behandlung angeregten, Selbstheilungsprozess, die messbaren Parameter des COP Schwankungen unterlegen sind. Selbst nach einer nachhaltig den Gesamtzustand verbessernden Veränderung kann die unmittelbare Reaktion eben darauf eine kurzfristige Verschlechterung des Zustands zur Folge haben, die sich nach dem Gewöhnungsprozess sozusagen erst einpendeln muss.

In einigen Studien wurde festgestellt, dass die COP-Messungen mehrmals hintereinander durchgeführt werden sollten und auch mindestens 60 Sekunden dauern sollten. Darauf wurde in dieser Studie verzichtet, da die Testung gleichzeitig mit einer Wirbelsäulenvermessung

stattgefunden hat und diese mit einer Messdauer von sechs Sekunden vorgeben war. (Ruhe et al., 2011)

“Generally, the most important factors for reliable data appear to be sampling duration, number of trials and visual condition.” (Ruhe et al., 2011, S.361)

Braga et al. (2012) haben in ihrer Studie festgestellt, dass die Sway-Fläche bei Frauen mit Low-Back-Pain signifikant größer ist, unabhängig ob mit offenen und geschlossenen Augen. Das deckt sich mit den Ergebnissen dieser Studie.

## 5.5 Subjektives Empfinden

Obgleich sich die Osteopathie mitunter als Ziel setzt, das persönliche Wohlbefinden zu steigern, wurde die subjektive Wahrnehmung der Probandinnen und Probanden in dieser Studie außer Acht gelassen. Eine zwar via COP-Parametern messbare, aber subjektiv nicht wahrnehmbare Verbesserung der Balance würde den Patienten und Patientinnen kein zufriedenstellendes Ergebnis beschieren. Auf das subjektive Empfinden sollte bei Folgestudien demnach näher eingegangen werden, gegebenenfalls mithilfe eines standardisierten Fragebogen wie er auch von Martí-Salvador et al. (2018) verwendet worden ist.

In der Studie von Hemmati, Rojhani-Shirazi, Malek-Hoseini, und Mobaraki (2017) hat man Personen mit einem erhöhten Angstlevel nicht miteinbezogen. Das subjektive Schmerzempfinden und das Vermeiden von Schmerzen können möglicherweise auch Einfluss auf die Balance haben.

“Also, they were asked to respond to Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) before testing. If participants had an anxiety score lower than 8, they were included in this study. Because the level of anxiety affects postural control, we included only patients with low levels of anxiety to control the confounding factors.” (Hemmati et al., 2017, S. 2)

## 5.6 Zusammenhang von Balance und Rückenbeschwerden

In einer Vielzahl der genannten Studien wird auf einen Zusammenhang von Bewegungen des Körperschwerpunktes sowie Beschwerden im Rückenbereich eingegangen. [Siehe Kapitel 2.2 Seite 11](#). Gründe für Rückenbeschwerden können vielfältig sein. So sind beispielsweise bei sportlichen Personen mit hohem Balancegefühl und gut strukturierter Kernmuskulatur die Rückenprobleme durch temporäre Überlastung beziehungsweise Übersäuerung der

Muskulatur erklärbar. Bei Probandinnen und Probanden, die hauptsächlich sitzende Tätigkeiten ausführen und ihre Rückenmuskulatur kaum stärken, kann das Schmerzgefühl von mangelnder Stütz- und Muskulatur rühren. Rheumatische Erkrankungen, Läsionen im Wirbelkörperbereich, altersbedingte Abnutzung, all das wären mögliche Gründe für Rückenbeschwerden, die sich in unterschiedlicher Intensität auf das Balancegefühl auswirken. Die Osteopathie bietet individuelle Behandlungsmöglichkeiten für genannte Beschwerden, nicht alle mögen sich jedoch gleichermaßen in der Veränderung des COP messbar niederschlagen.

Um die Veränderung des COP als valide Messmethode für die Verbesserung der Patientengesundheit einsetzen zu können, sollte bei der Testung, wie bereits genannt, auf ähnliche Parameter innerhalb der Testgruppe geachtet werden, da sich je nach Art der Beschwerde eine Verbesserung anders auf die Balance auswirken kann.

## 6. Conclusio

Diese Studie wirft mehr Fragen auf als sie beantwortet. Es gibt einen nachweisbaren Effekt auf die COP Bewegung nach einer 20-minütigen, osteopathischen Behandlung der vier Diaphragmen. Der Vergleich der Mittelwert der beiden Messungen zeigt eine stabilisierende Wirkung durch die osteopathische Behandlung. Die Sway-Fläche verkleinert sich und die Geschwindigkeit bleiben vor und nach der Behandlung annähernd gleich. Die Maximalwerte stellen, wie auch von Ruhe et al. (2011) festgestellt, keine aussagekräftigen Werte dar.

Die Gründe für die Beschwerden der Probandinnen und Probanden waren dermaßen unterschiedlich, dass sich keine signifikante Veränderung der COP-Bewegungen feststellen lassen können. Um in einer wissenschaftlichen Arbeit die Auswirkungen einer osteopathischen Behandlung valide nachvollziehbar zu machen, bedarf es zusätzlich zu den quantitativen Messmethoden ergänzende Balancetests und/oder subjektive Aussagen, evaluiert mithilfe von Fragebögen.

Folgende Fragen ergeben sich außerdem:

Wie kann man einen signifikanten Effekt erzeugen?

Hierzu braucht es noch weitere Studien, die sich sowohl mit der Dauer der Behandlung, als auch mit einer Mindestanzahl von Behandlungen auseinandersetzt, um eine Verbesserung des Body Sway zeigen zu können..

Wie würde sich nach mehrmaliger Behandlung der Body-Sway verändern?

Hier bietet sich eine Follow-up Studie an.

Welchen Einfluss haben Grunderkrankungen, Verletzungen, Operationen und oder Medikamente auf die COP Bewegung?

Das führt zu einer Spezifizierung der Einschlusskriterien und somit einer größeren Homogenität der Gruppe.

Fühlen sich Personen nach einer osteopathischen Behandlung mehr in ihrer Mitte?

In Folgestudien zielführend wäre mit Sicherheit die Frage nach dem subjektiven Wohlbefinden der Probandinnen und Probanden.

## Literaturverzeichnis

- Allum, J. H., & Carpenter, M. G. (2005). A speedy solution for balance and gait analysis: angular velocity measured at the centre of body mass. *Current Opinion in Neurology*, 18(1), 15–21.
- Alt, W. (2009). *Handbuch Sportbiomechanik*. Hofmann.
- Anschütz, W. M. (2015). *Untersuchungen von Einflussfaktoren auf den Body Sway mit besonderer Berücksichtigung des Vitamin D-Spiegels* (unveröffentlichte Dissertation). Universität Hamburg.
- Armann, J., & Fried, T. (2015). *Einfluss einer osteopathischen Behandlung des Diaphragma thorakolumbale auf die Statik des Körpers. Eine randomisierte kontrollierte Studie.* (unveröffentlichte Bachelor Arbeit) Hochschule Fresenius.
- Assche, R. van. (2014). *Das neue Strain-Counterstrain: autonome osteopathische Repositionstechniken (AORT)*. Systemische Medizin.
- BMG. (2014). *Österreichische Gesundheitsbefragung 2014*. Abgerufen von Bundesministerium für Gesundheit. Zugriff am 30.6.2016 unter [http://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/1/6/8/CH1066/CMS1448449619038/gesundheitsbefragung\\_2014.pdf](http://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/1/6/8/CH1066/CMS1448449619038/gesundheitsbefragung_2014.pdf)
- Bordoni, B., & Marelli, F. (2016). Failed back surgery syndrome: review and new hypotheses. *Journal of Pain Research*, 9, 17–22. <https://doi.org/10.2147/JPR.S96754>
- Bordoni, B., & Simonelli, M. (2018). The Awareness of the Fascial System. *Cureus*, 10(10), e3397. <https://doi.org/10.7759/cureus.3397>
- Bordoni, B., & Zanier, E. (2013). Anatomic connections of the diaphragm: influence of respiration on the body system. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 6, 281–291. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S45443>
- Bordoni, B., & Zanier, E. (2014). Clinical and symptomatological reflections: the fascial system. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 7, 401–411. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S68308>
- Denk, C. (2016). *Analysis of breathing pattern using the Hi Lo method and its relation to core stability and postural sway*. (unpublished Thesis), European School of Osteopathy.
- Guimberteau, J.-C., & Armstrong, C. (2016). *Faszien - Architektur des menschlichen Fasziengewebes*. Berlin: KVM- Medizinverlag Dr. Kolster Verlags-GmbH.
- Hamaoui, A., Hudson, A. L., Laviolette, L., Nierat, M.-C., Do, M.-C., & Similowski, T. (2014). Postural disturbances resulting from unilateral and bilateral diaphragm contractions: a phrenic nerve stimulation study. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 117(8), 825–832. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00369.2014>



- Hemmati, L., Rojhani-Shirazi, Z., Malek-Hoseini, H., & Mobaraki, I. (2017). Evaluation of Static and Dynamic Balance Tests in Single and Dual Task Conditions in Participants With Nonspecific Chronic Low Back Pain. *Journal of Chiropractic Medicine*, 16(3):189-194. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2017.06.001>
- Huss, S., & Wentzel, B. (2015). *Diaphragmen und die Zirkulation*. Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.
- Janssens, L., Brumagne, S., McConnell, A. K., Hermans, G., Troosters, T., & Gayan-Ramirez, G. (2013). Greater diaphragm fatigability in individuals with recurrent low back pain. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 188(2), 119–123. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2013.05.028>
- Liem, T., Chila, A., & Tozzi, P. (2017). *Fascia in the Osteopathic Field*. Handspring Publishing Limited.
- Liem, T., Puylaert, M., & Puylaert, M. (2005). Kapitel 2 - Diagnostik- und Behandlungsprinzipien. In T. Liem, T. K. Dobler, M. Puylaert, S. G. v. Pfeil, R. Breul, H. H. von Dorsche, ... H. Rintelen (Hrsg.), *Leitfaden Viszerale Osteopathie* (S. 39–76). <https://doi.org/10.1016/B978-343756010-1.50007-5>
- Lord, S. R., Clark, R. D., & Webster, I. W. (1991). Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *Journal of Gerontology*, 46(3), M69-76.
- Madeleine, P., Prietzel, H., Svarrer, H., & Arendt-Nielsen, L. (2004). Quantitative posturography in altered sensory conditions: a way to assess balance instability in patients with chronic whiplash injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(3), 432–438. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.03.003>
- Martí-Salvador, M., Hidalgo-Moreno, L., Doménech-Fernández, J., Lisón, J. F., & Arguisuelas, M. D. (2018). Osteopathic Manipulative Treatment Including Specific Diaphragm Techniques Improves Pain and Disability in Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Randomized Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(9), 1720–1729. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.04.022>
- Mayer-Fally, E. (2006). *Klinische Osteopathie. Bestandsaufnahme und Stellenwert der klinischen Arbeit in der Osteopathie* (unveröffentlichte Masterthesis). Donau Universität Krems.
- Morasiewicz, P., Dragan, S., Dragan, S. Ł., Wrzosek, Z., & Pawik, Ł. (2016). Pedobarographic analysis of body weight distribution on the lower limbs and balance after Ilizarov corticotomies. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 31, 2–6. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2015.10.009>
- Nota, A., Tecco, S., Ehsani, S., Padulo, J., & Baldini, A. (2017). Postural stability in subjects with temporomandibular disorders and healthy controls: A comparative assessment. *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 37, 21–24. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.08.006>

- Paoletti, S. (2011). *Faszien - Anatomie, Strukturen, Techniken, Spezielle Osteopathie* (2. Auflage). München: Elsevier GmbH.
- Paolucci, T., Fusco, A., Iosa, M., Grasso, M. R., Spadini, E., Paolucci, S., ... Morone, G. (2012). The efficacy of a perceptive rehabilitation on postural control in patients with chronic nonspecific low back pain. *International Journal of Rehabilitation Research. Internationale Zeitschrift Für Rehabilitationsforschung. Revue Internationale De Recherches De Réadaptation*, 35(4), 360–366. <https://doi.org/10.1097/MRR.0b013e328356427c>
- Parsons, J. (2006). The respiratory-circulatory model of osteopathic care. In *Osteopathy - Models for Diagnosis, Treatment and Practice* (S. 159–164). Churchill Livingstone: Elsevier.
- Popa, T., Bonifazi, M., Della Volpe, R., Rossi, A., & Mazzocchio, R. (2007). Adaptive changes in postural strategy selection in chronic low back pain. *Experimental Brain Research*, 177(3), 411–418. <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0683-4>
- Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2010). The test–retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions – A systematic review of the literature. *Gait & Posture*, 32(4), 436–445. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.09.012>
- Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2011). Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *European Spine Journal*, 20(3), 358–368. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1543-2>
- Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2011). Is there a relationship between pain intensity and postural sway in patients with non-specific low back pain? *BMC Musculoskeletal Disorders*, 12, 162. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-12-162>
- Schröder, J., Schaar, H., Korn, M., Färber, I., Braumann, K.-M., Reer, R., & Mattes, K. (2007). Zur Sensitivität und Reproduzierbarkeit der Pedobarographie mit dem System PedoScan®. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58(7+8). Zugriff am 30.6.2016 unter [http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/content/archiv2007/heft07\\_08/Do\\_vormittag.pdf](http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/content/archiv2007/heft07_08/Do_vormittag.pdf)
- Silva, R. A. da, Vieira, E. R., Fernandes, K. B. P., Andraus, R. A., Oliveira, M. R., Sturion, L. A., & Calderon, M. G. (2017). People with chronic low back pain have poorer balance than controls in challenging tasks. *Disability and Rehabilitation*, 0(0), 1–7. <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1294627>
- Smith, M., Coppieters, M. W., & Hodges, P. W. (2005). Effect of experimentally induced low back pain on postural sway with breathing. *Experimental Brain Research*, 166(1), 109–117. <https://doi.org/10.1007/s00221-005-2352-4>
- Tsigkanos, C., Gaskell, L., Smirniotou, A., & Tsigkanos, G. (2016). Static and dynamic balance deficiencies in chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 29(4), 887–893. <https://doi.org/10.3233/BMR-160721>

Vostatek, P., Novák, D., Rychnovský, T., & Rychnovská, S. (2013). Diaphragm postural function analysis using magnetic resonance imaging. *PloS One*, 8(3), e56724. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056724>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übergangszonen (Pope, 2003).....	22
Tabelle 2 Gruppenverteilung.....	31
Tabelle 3 Geschlechterverteilung .....	32
Tabelle 4 Altersverteilung .....	32
Tabelle 5 BMI Verteilung .....	33
Tabelle 6 Zink Pattern.....	34
Tabelle 7: Veränderungswert t.....	53

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 COP-Spur (Anschütz, 2015) .....	9
Abbildung 2: Common compensatory pattern (CCP) und uncommon compensatory pattern (uCCP) - modifizierte Abbildung (Parsons, 2006) .....	24
Abbildung 3: Uncompensated Pattern (UCP) modifizierte Abbildung (Parsons, 2006) .....	25
Abbildung 4 Flussdiagramm.....	30
Abbildung 5 Altersverteilung.....	33
Abbildung 6 Body Mass Index.....	34
Abbildung 7 Diers Pedoscan Platte Quelle: Fa.Diers .....	37
Abbildung 8: Auswertung Pedoscan.....	39
Abbildung 9 Sway-Fläche.....	45
Abbildung 10 Sway-Fläche mit geschlossenen Augen.....	45
Abbildung 11 Sway-Geschwindigkeit .....	46
Abbildung 12 Sway-Geschwindigkeit mit geschlossenen Augen.....	47
Abbildung 13 COP-Gesamtstrecke.....	48
Abbildung 14 COP-Gesamtstrecke mit geschlossenen Augen.....	49
Abbildung 15 Maximale Strecke anterior/posterior .....	50
Abbildung 16 Maximale Strecke anterior/posterior mit geschlossenen Augen.....	50
Abbildung 17 Maximale Strecke rechts/links .....	52
Abbildung 18 Maximale Strecke rechts/links mit geschlossenen Augen.....	52

## Abkürzungsverzeichnis

COP – Center of pressure

CCP – Common Compensatory Pattern

UCP – Uncompensated Pattern

BMI – Body Mass Index

LBP – Low Back Pain

NSLBP – Non specific LBP

CLBP – Chronic Low Back Pain

SCS – Strain-Counterstrain

SCM – M. Sternocleidomastoideus

COC1 – Übergang Occiput 1. Halswirbel

CTÜ – Übergang 7. Halswirbel auf 1. Thorakalenwirbel

TLÜ – Übergang 12. Thorakalwirbel auf 1. Lendenwirbel

LSÜ – Übergang 5. Lendenwirbel auf Sakrum

TP – Triggerpoint

TMD – Temporomandibular Disorders

CMD – Craniomandibuläre Dysfunktion

ISG - Iliosakralgelenk

LWS - Lendenwirbelsäule

BWS - Brustwirbelsäule

HWS - Halswirbelsäule

CV4 – Kompression 4. Ventrikel

SSB – Sutura Sphenobasilaris

## ANHANG A Probandenrekrutierung

Haben Sie Probleme mit Ihrem Rücken?

Wir suchen TeilnehmerInnen für eine osteopathische Studie.

Drei OsteopathInnen führen im Juni 2017 in Leibnitz, eine Behandlungsstudie durch. Die kostenlosen Behandlungen werden im Forum Energetix Gesundheits- und Lebensenergiezentrum GmbH im Basta Center (Leopold-Figlstraße 1), 8430 Leibnitz durchgeführt.

Sollten sie zeitweise Probleme mit ihrem Rücken und Interesse an einer kostenlosen Behandlung haben, dann melden sie sich als TeilnehmerIn an. Die Teilnahme an der Studie wird ungefähr eine Stunde und 15 Minuten in Anspruch nehmen, dazu zählt die Vermessung der Wirbelsäule vor und nach der Behandlung, die Untersuchung durch zwei Osteopathinnen und die Behandlung selbst.

Die Plätze sind begrenzt.

Für genauere Informationen und Anmeldung erreichen sie uns unter 0650 44 21 21 4.

Msc.PT Marcia Lima-Plank, PT Michael Hansmann, Bakk.PT Andrea Arztmann

## Anhang B Fragebogen

**Ich freue mich sehr über Ihre Teilnahme. Herzlichen Dank!**

Damit wir die Daten gut auswerten kann, brauchen wir noch einige Informationen über Sie:

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

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Beruf: \_\_\_\_\_

Gewicht: \_\_\_\_\_

Körpergröße: \_\_\_\_\_

### Information zum Ablauf:

1. Füllen Sie nach bestem Gewissen diesen Fragebogen aus. Alle Informationen werden anonym und streng vertraulich behandelt.
2. Sie werden von unserem Mitarbeiter aufgerufen, um die Erstmessung durchzuführen. Hierfür bitten wir sie Schmuck und Uhren zu abzulegen. Lange Haare bitte hochstecken.
3. Im Behandlungsraum werden Sie anschließend von zwei Osteopathinnen untersucht. Eine der beiden wird Sie danach für ca. 30 Minuten behandeln.
4. Nach der Behandlung nehmen Sie bitte im Warteraum Platz. In Kürze werden Sie aufgerufen um die Zweitmessung durchzuführen.

Generell sind durch eine osteopathische Behandlung kaum oder wenn dann nur geringe Nebenwirkungen zu erwarten. Sollten jedoch während der Behandlung Symptome egal welcher Art auftreten, bitten wir sie diese der Behandlerin sofort mitzuteilen. Sie wird die Intensität der Behandlung

anpassen oder gegebenenfalls ganz abbrechen. Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Sie können ihre Teilnahme jederzeit ohne Angabe von Gründen beenden.

Durch die Behandlung kann es kurzfristig zu einer Symptomverschlimmerung kommen. Dies stellt eine normale Reaktion auf manuelle Behandlung dar. In diese Gruppe der Behandlungsreaktionen sind auch vorübergehende Beschwerden wie Müdigkeit, Schwindel, Kopfschmerz, Fieber, Veränderung der Körperausscheidungen und/oder des Menstrationszyklus oder Schlafstörungen einzuordnen.

### **Einverständniserklärung**

Ich habe alle Informationen über meinen Gesundheitszustand selbstständig ausgefüllt und bin damit einverstanden, dass diese Daten anonymisiert verwendet werden. Ich möchte an der Studie teilnehmen, bin über alle etwaigen Nebenwirkungen einer osteopathischen Behandlung aufgeklärt worden und habe keine weiteren Fragen.



**Haben Sie Beschwerden im Rückenbereich?**

nein, keine Beschwerden

**Nackengebiet, Oberer Rücken:**

Links

Mitte

Rechts

weniger als 6 Wochen

seit 6 - 12 Wochen

seit über 12 Wochen

**Mittlerer Rücken:**

Links

Mitte

Rechts

weniger als 6 Wochen

seit 6 - 12 Wochen

seit über 12 Wochen

**Unterer Rücken:**

Links

Mitte

Rechts

weniger als 6 Wochen

seit 6 - 12 Wochen

seit über 12 Wochen

**Wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?**

sehr schlecht

Ihr subjektiver Gesundheitszustand

sehr gut

gering

Ihr durchschnittliches Stress-Level

hoch

gering

Ihr durchschnittliches Energie-Level

hoch

**Bitte füllen sie kurz die folgenden Fragen zu ihrer Vorgeschichte aus:**

Vorbefunde inkl. vorherige Therapien:

\_\_\_\_\_ Keine

Weitere Erkrankungen: (Lunge, Herz, Magen, Nieren, Blase, Geschlechtsorgane, Hals-Nasen Ohren, Augen, Kopfschmerzen, Schwindel)

\_\_\_\_\_ Keine

Frühere Erkrankungen:

\_\_\_\_\_ Keine

Operationen:

\_\_\_\_\_ Keine

Unfälle, Verletzungen:

\_\_\_\_\_ Keine

Medikamente:

\_\_\_\_\_ Keine

Sport, wenn ja wie viele Stunden pro Woche?

\_\_\_\_\_ Keine

Nikotin, wenn ja wieviel Zigaretten pro Tag?

\_\_\_\_\_ Keine

Alkohol, wenn ja wie häufig die Woche?

\_\_\_\_\_ Keine

Verdauung (Unverträglichkeiten, Allergien, Verstopfung, Durchfall)

\_\_\_\_\_

Schlaf (Einschlafschwierigkeiten, Durchschlafschwierigkeiten)

\_\_\_\_\_

**Bitte kreuzen sie an ob diese Symptome bei Ihnen im Moment bestehen:**

- Blutdruck über 190/110 mit Symptomatik  
(Kopfschmerzen, Sehstörungen, Lähmungserscheinungen, Sprachstörungen...)  Ja  Nein
- Starke Bauchschmerzen mit Abwehrspannung, Übelkeit, Erbrechen  Ja  Nein
- Plötzliches, unklares heftiges Erbrechen und/oder Durchfall  Ja  Nein
- Kollapsneigung > niederer Blutdruck, Schwindel, starkes Schwitzen, Übelkeit  Ja  Nein
- Belastungsabhängige Schmerzen im Brustkorb ohne  
vorhergehende vollständige Abklärung  Ja  Nein
- Unbehandelte Herzinsuffizienz II-IV  Ja  Nein
- Unbehandelte Herz-Rhythmusstörungen  Ja  Nein
- Unklare akute Atemnot  Ja  Nein
- Stark erhöhte Körpertemperatur und starker körperlicher Beeinträchtigung?  Ja  Nein
- Verdacht auf akute Gefäßverschlüsse  
(unklare Schwellungen, Ödeme, Druckschmerz)  Ja  Nein
- Deutliche Blässe einer Extremität  Ja  Nein
- Operation in den letzten sechs Wochen  Ja  Nein
- Skoliose (Cobbwinkel >20°)  Ja  Nein
- Beinlängendifferenz > 12mm  Ja  Nein
- Sind sie schwanger?  Ja  Nein

## Anhang C Befundbogen

Name:

Datum

### Zink Pattern

Links  
Links  
Links  
Links

**Kopf**  
**Schultergürtel**  
**Diaphragma**  
**Becken**

Rechts  
Rechts  
Rechts  
Rechts

Behandlung

## Anhang D Dokumentation der Behandlungen

### Codierung: P1

#### Zink Pattern

CO/1 links  
CTÜ links  
TLÜ links  
LSÜ links

#### Behandlung

CO/1: Mobilisation HWS und indirekte Technik C0C1  
CTÜ: Mobilisation obere Thoraxapertur und indirekte Technik C7T1  
TLÜ: Mobilisation Diaphragma und indirekte Technik T12L1  
LSÜ: Mobilisation Beckengürtel und indirekte Technik L5/S1

### Codierung: P2

#### Zink Pattern

CO/1 links  
CTÜ links  
TLÜ rechts  
LSÜ rechts

#### Behandlung

CO/1: HWS Mobilisation, indirekte Technik C0C1  
CTÜ: SCS Trapezium links, SCS SCM links  
TLÜ: Mobilisation Diaphragma, SCS Diaphragma links  
LSÜ: Indirekte Technik Beckenboden

### Codierung: P3

### **Zink Pattern**

CO/1 links  
CTÜ rechts  
TLÜ rechts  
LSÜ links

### **Behandlung**

CO/1: Mobilisation und indirekte Technik C0C1  
CTÜ: Mobilisation und indirekte Technik C7T1  
TLÜ: Mobilisation und indirekte Technik Diaphragma, TP Diaphragma links  
LSÜ: Mobilisation und indirekte Technik Beckengürtel, TP Beckenboden links

### **Codierung: P4**

### **Zink Pattern**

CO/1 rechts  
CTÜ links  
TLÜ links  
LSÜ links

### **Behandlung**

CO/1: Indirekte Technik C0C1  
CTÜ: Indirekte Technik obere Thoraxapertur  
TLÜ: Mobilisation Diaphragma, SCS Diaphragma links  
LSÜ: Narbenmobilisation LWS

### **Codierung: P5**

### **Zink Pattern**

CO/1 rechts  
CTÜ rechts  
TLÜ rechts  
LSÜ links

### **Behandlung**

CO/1: Indirekte Technik C0C1  
TLÜ: Mobilisation Diaphragma  
LSÜ: SCS Piriformis rechts, Indirekte Technik Bauchlage LWS, Indirekte Technik Sakrum

### **Codierung: P6**

### **Zink Pattern**

CO/1 links  
CTÜ links  
TLÜ rechts  
LSÜ rechts

## **Behandlung**

CO/1: Indirekte Technik C0C1

CTÜ: Mobilisation und indirekte Technik obere Thoraxapertur

TLÜ: Mobilisation und indirekte Technik Diaphragma

LSÜ: Indirekte Technik Sakrum

## **Codierung: P7**

### **Zink Pattern**

CO/1 rechts

CTÜ links

TLÜ rechts

LSÜ links

## **Behandlung**

CTÜ: Indirekte Technik obere Thoraxapertur, Indirekte Technik 1. Rippe beidseits

TLÜ: Mobilisation Diaphragma

LSÜ: Mobilisation Beckengürtel

## **Codierung: P8**

### **Zink Pattern**

CO/1 links

CTÜ links

TLÜ links

LSÜ rechts

## **Behandlung**

CO/1: Direkte Technik C0C1

CTÜ: Direkte Technik C7T1

TLÜ: Mobilisation Diaphragma

LSÜ: Mobilisation Beckengürtel

## **Codierung: P9**

### **Zink Pattern**

CO/1 rechts

CTÜ links

TLÜ rechts

LSÜ links

## **Behandlung**

CO/1: Indirekte Technik C0C1

CTÜ: Narbenmobilisation Halsfaszie, Indirekte Technik obere Thoraxapertur

TLÜ: Mobilisation Diaphragma

## **Codierung: P10**

### **Zink Pattern**

CO/1 rechts  
CTÜ links  
TLÜ rechts  
LSÜ rechts

### **Behandlung**

CO/1: Indirekte Technik C0C1  
CTÜ: Indirekte Technik obere Thoraxapertur  
TLÜ: Indirekte Technik Diaphragma  
LSÜ: Indirekte Technik Beckengürtel

### **Codierung: P11**

### **Zink Pattern**

CO/1 links  
CTÜ links  
TLÜ rechts  
LSÜ rechts

### **Behandlung**

CO/1: Mobilisation HWS, CV4  
CTÜ: Recoil Sternum  
TLÜ: Mobilisation Diaphragma  
LSÜ: Indirekte Technik Sakrum

### **Codierung: P12**

### **Zink Pattern**

CO/1 rechts  
CTÜ links  
TLÜ rechts  
LSÜ rechts

### **Behandlung**

CO/1: Mobilisation HWS,  
CTÜ: Recoil Sternum  
TLÜ: Mobilisation Diaphragma, SCS Diaphragma rechts  
LSÜ: Indirekte Technik Beckengürtel,

### **Codierung: P13**

### **Zink Pattern**

CO/1 rechts  
CTÜ links  
TLÜ rechts  
LSÜ rechts

### **Behandlung**

CO/1: Indirekte Technik C0C1, Mobilisation HWS,  
CTÜ: Indirekte Technik obere Thoraxapertur  
TLÜ: Mobilisation Diaphragma  
LSÜ: Indirekte Technik Beckengürtel, Indirekte Technik rechtes Hüftgelenk

### **Codierung: P14**

### **Zink Pattern**

CO/1 rechts  
CTÜ rechts  
TLÜ links  
LSÜ rechts

### **Behandlung**

CO/1: Indirekte Technik C0C1  
CTÜ: TP Trapezius beidseits  
TLÜ: TP Diaphragma  
LSÜ: Mobilisation Beckengürtel

### **Codierung: P15**

### **Zink Pattern**

CO/1 rechts  
CTÜ links  
TLÜ links  
LSÜ links

### **Behandlung**

CO/1: Indirekte Technik C0C1  
CTÜ: Indirekte Technik C7T1  
TLÜ: Mobilisation Diaphragma  
LSÜ: Mobilisation Beckengürtel

### **Codierung: P16**

### **Zink Pattern**

CO/1 rechts  
CTÜ links  
TLÜ rechts  
LSÜ rechts



## **Behandlung**

CO/1: Indirekte Technik C0C1

CTÜ: Indirekte Technik obere Thoraxapertur, Mobilisation Trapezius rechts

LSÜ: SCS Piriformis links, Indirekte Technik Beckengürtel

**Codierung: P17**

## **Zink Pattern**

CO/1 rechts

CTÜ links

TLÜ rechts

LSÜ rechts

## **Behandlung**

CTÜ: SCS Trapezius rechts

TLÜ: Mobilisation Rippen (VIII-XII) beidseits, Mobilisation Diaphragma

LSÜ: Mobilisation ISG beidseits

**Codierung: P18**

## **Zink Pattern**

CO/1 rechts

CTÜ links

TLÜ rechts

LSÜ links

## **Behandlung**

CO/1: HWS Mobilisation, Indirekte Technik C0C1

CTÜ: Mobilisation obere Thoraxapertur

TLÜ: Mobilisation Diaphragma

LSÜ: Indirekte Technik Sakrum, Indirekte Technik Beckenboden

**Codierung: P19**

## **Zink Pattern**

CO/1 links

CTÜ links

TLÜ rechts

LSÜ rechts

## **Behandlung**

CO/1: Mobilisation C0C1

CTÜ: Indirekte Technik obere Thoraxapertur

TLÜ: TP Diaphragma

LSÜ: Mobilisation Beckengürtel

**Codierung: P20**

### **Zink Pattern**

CO/1 links  
CTÜ links  
TLÜ rechts  
LSÜ links

### **Behandlung**

CO/1: Mobilisation HWS  
CTÜ: SCS Trapezium beidseits  
TLÜ: Recoil Sternum, Mobilisation Diaphragma

### **Codierung: P21**

### **Zink Pattern**

CO/1 rechts  
CTÜ links  
TLÜ rechts  
LSÜ links

### **Behandlung**

CO/1: Indirekte Technik C0C1  
CTÜ: Mobilisation C7T1  
TLÜ: Indirekte Technik Diaphragma  
LSÜ: Mobilisation Narbe Kaiserschnitt links, Mobilisation Hüfte beidseits

### **Codierung: P22**

### **Zink Pattern**

CO/1 rechts  
CTÜ links  
TLÜ links  
LSÜ rechts

### **Behandlung**

CO/1: Indirekte Technik C0C1  
CTÜ: TP Trapezium  
TLÜ: Indirekte Technik Diaphragma  
LSÜ: TP Piriformis und Iliopsoas beidseits

### **Codierung: P23**

### **Zink Pattern**

CO/1 links  
CTÜ links  
TLÜ links  
LSÜ links

## **Behandlung**

CO/1: Mobilisation HWS, Indirekte Technik C0C1

CTÜ: Indirekte Technik Trapezius beidseits

TLÜ: Mobilisation Diaphragma

LSÜ: Indirekte Technik Beckenboden

**Codierung: P24**

## **Zink Pattern**

CO/1 links

CTÜ links

TLÜ links

LSÜ rechts

## **Behandlung**

CTÜ: SCS Scalenii ant. und med.

TLÜ: Mobilisation Diaphragma, indirekte Technik Leber

LSÜ: Indirekte Technik Sakrum

## Anhang E Statistische Daten

**Kreuztabellen: Analyse ob Zink Pattern bzw. Geschlecht gleichverteilt sind auf Behandlungsgruppe/Kontrollgruppe**

**ZinkPattern \* Gruppe**

Kreuztabelle

Anzahl

		Gruppe		Gesamt
		Behandlungsgruppe	Kontrollgruppe	
Zink Pattern	CCP	3	3	6
	UCP	21	20	41
Gesamt		24	23	47

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,003	1	,955
Anzahl der gültigen Fälle	47		

**Geschlecht \* Gruppe****Kreuztabelle**

Anzahl

		Gruppe		Gesamt
		Behandlungs- gruppe	Kontrollgruppe	
Geschlecht	m	10	10	20
	w	14	13	27
Gesamt		24	23	47

**Chi-Quadrat-Tests**

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	Exakte Signifikanz (2- seitig)	Exakte Signifikanz (1- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,016	1	,900		
Anzahl der gültigen Fälle	47				

**Allgemeines Lineares Modell COP Gesamtstrecke**

### Innersubjektfaktoren

Maß: MASS\_1

Messung	Art	Abhängige Variable
1	1	t1_COP_Gesamtstrecke_cm
	2	t1az_COP_Gesamtstrecke_cm
2	1	t2_COP_Gesamtstrecke_cm
	2	t2az_COP_Gesamtstrecke_cm

### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Gruppe	1	Behandlungsgruppe	24
	2	Kontrollgruppe	23

### Deskriptive Statistiken

Gruppe		Mittelwert	Standardabweichung	N
t1_COP_Gesamtstrecke_cm	Behandlungsgruppe	3.21	.77	24
	Kontrollgruppe	4.05	1.63	23
	Gesamt	3.62	1.32	47
t1az_COP_Gesamtstrecke_cm	Behandlungsgruppe	3.90	2.21	24
	Kontrollgruppe	4.90	4.46	23
	Gesamt	4.39	3.50	47
t2_COP_Gesamtstrecke_cm	Behandlungsgruppe	3.27	.59	24
	Kontrollgruppe	5.61	6.99	23
	Gesamt	4.41	5.00	47
t2az_COP_Gesamtstrecke_cm	Behandlungsgruppe	3.89	2.10	24
	Kontrollgruppe	4.54	1.66	23
	Gesamt	4.21	1.91	47

### Tests der Innersubjektkontraste

Maß: MASS\_1

Quelle	Messung	Art	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.

Messung	Linear		4.673	1	4.673	.561	.458
Messung * Gruppe	Linear		3.866	1	3.866	.464	.499
Fehler(Messung)	Linear		375.088	45	8.335		
Art		Linear	3.570	1	3.570	.342	.562
Art * Gruppe		Linear	6.826	1	6.826	.653	.423
Fehler(Art)		Linear	470.119	45	10.447		
Messung * Art	Linear	Linear	11.476	1	11.476	1.470	.232
Messung * Art * Gruppe	Linear	Linear	10.043	1	10.043	1.287	.263
Fehler(Messung*Art)	Linear	Linear	351.221	45	7.805		

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Konstanter Term	3267.782	1	3267.782	218.431	.000
Gruppe	68.438	1	68.438	4.575	.038
Fehler	673.210	45	14.960		



**Allgemeines Lineares Modell COP Geschwindigkeit**

**Innersubjektfaktoren**

Maß: MASS\_1

Messung	Art	Abhängige Variable
1	1	t1_Geschwindigkeit_cms
	2	t1az_Geschwindigkeit_cms
2	1	t2_Geschwindigkeit_cms
	2	t2az_Geschwindigkeit_cms

**Zwischensubjektfaktoren**

	Wertelabel	N
Gruppe	1 Behandlungsgruppe	24
	2 Kontrollgruppe	23

**Deskriptive Statistiken**

	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	N
t1_Geschwindigkeit_cms	Behandlungsgruppe	.53	.13	24
	Kontrollgruppe	.67	.27	23
	Gesamt	.60	.22	47

	Behandlungsgruppe	.65	.37	24
t1az_Geschwindigkeit_cms	Kontrollgruppe	.82	.74	23
	Gesamt	.73	.58	47
	Behandlungsgruppe	.54	.098	24
t2_Geschwindigkeit_cms	Kontrollgruppe	.93	1.17	23
	Gesamt	.74	.83	47
	Behandlungsgruppe	.65	.35	24
t2az_Geschwindigkeit_cms	Kontrollgruppe	.76	.28	23
	Gesamt	.70	.32	47

#### Tests der Innersubjektkontraste

Maß: MASS\_1

Quelle	Messung	Art	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Messung	Linear		.130	1	.130	.561	.458
Messung * Gruppe	Linear		.107	1	.107	.464	.499
Fehler(Messung)	Linear		10.419	45	.232		
Art		Linear	.099	1	.099	.342	.562
Art * Gruppe		Linear	.190	1	.190	.653	.423

Fehler(Art)		Line ar	13.059	45	.290		
Messung * Art	Linear	Line ar	.319	1	.319	1.470	.232
Messung * Art * Gruppe	Linear	Line ar	.279	1	.279	1.287	.263
Fehler(Messung*Art)	Linear	Line ar	9.756	45	.217		

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Konstanter Term	90.772	1	90.772	218.431	.000
Gruppe	1.901	1	1.901	4.575	.038
Fehler	18.700	45	.416		

**Allgemeines Lineares Modell Maximale Strecke re/li**

**Innersubjektfaktoren**

Maß: MASS\_1

Messung	Art	Abhängige Variable
1	1	t1_MaxStrecke_reli
	2	t1az_MaxStrecke_reli
2	1	t2_MaxStrecke_reli
	2	t2az_MaxStrecke_reli

**Zwischensubjektfaktoren**

		Wertelabel	N
Gruppe	1	Behandlungsgruppe	24
	2	Kontrollgruppe	23

### Deskriptive Statistiken

	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	N
t1_MaxStrecke_reli	Behandlungsgruppe	.28	.22	24
	Kontrollgruppe	.38	.24	23
	Gesamt	.33	.24	47
t1az_MaxStrecke_reli	Behandlungsgruppe	.22	.11	24
	Kontrollgruppe	.46	.73	23
	Gesamt	.34	.53	47
t2_MaxStrecke_reli	Behandlungsgruppe	.26	.17	24
	Kontrollgruppe	.50	.71	23
	Gesamt	.38	.52	47
t2az_MaxStrecke_reli	Behandlungsgruppe	.26	.25	24
	Kontrollgruppe	.40	.24	23
	Gesamt	.33	.25	47

Tests der Innersubjektkontraste

Maß: MASS\_1

Quelle	Messung	Art	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Messung	Linear		.024	1	.024	.165	.687
Messung * Gruppe	Linear		.005	1	.005	.037	.848
Fehler(Messung)	Linear		6.540	45	.145		
Art		Linear	.022	1	.022	.166	.686
Art * Gruppe		Linear	.003	1	.003	.020	.887
Fehler(Art)		Linear	6.035	45	.134		
Messung * Art	Linear	Linear	.036	1	.036	.261	.612
Messung * Art * Gruppe	Linear	Linear	.152	1	.152	1.113	.297
Fehler(Messung*Art)	Linear	Linear	6.166	45	.137		

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Konstanter Term	22.519	1	22.519	97.991	.000
Gruppe	1.523	1	1.523	6.627	.013
Fehler	10.341	45	.230		

### Allgemeines Lineares Modell Maximale Strecke ant/post

#### Innersubjektfaktoren

Maß: MASS\_1

Messung	Art	Abhängige Variable
1	1	t1_MaxStrecke_antpost
	2	t1az_MaxStrecke_antpost
2	1	t2_MaxStrecke_antpost
	2	t2az_MaxStrecke_antpost

**Zwischensubjektfaktoren**

		Wertelabel	N
Gruppe	1	Behandlungsgruppe	24
	2	Kontrollgruppe	23

**Deskriptive Statistiken**

	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	N
t1_MaxStrecke_antpost	Behandlungsgruppe	.63	.66	24
	Kontrollgruppe	1.03	.96	23
	Gesamt	.82	.84	47
t1az_MaxStrecke_antpost	Behandlungsgruppe	.75	.60	24
	Kontrollgruppe	1.02	1.02	23
	Gesamt	.88	.83	47
t2_MaxStrecke_antpost	Behandlungsgruppe	.61	.28	24
	Kontrollgruppe	.99	.87	23
	Gesamt	.80	.66	47
t2az_MaxStrecke_antpost	Behandlungsgruppe	.65	.46	24
	Kontrollgruppe	.91	.34	23
	Gesamt	.78	.43	47



Tests der Innersubjektkontraste

Maß: MASS\_1

Quelle	Messung	Art	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Messung	Linear		.188	1	.188	.512	.478
Messung * Gruppe	Linear		.002	1	.002	.005	.943
Fehler(Messung)	Linear		16.500	45	.367		
Art		Linear	.017	1	.017	.034	.855
Art * Gruppe		Linear	.183	1	.183	.364	.549
Fehler(Art)		Linear	22.678	45	.504		
Messung * Art	Linear	Linear	.062	1	.062	.148	.703
Messung * Art * Gruppe	Linear	Linear	.001	1	.001	.002	.963
Fehler(Messung*Art)	Linear	Linear	18.756	45	.417		

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Konstanter Term	127.411	1	127.411	195.238	.000
Gruppe	5.012	1	5.012	7.680	.008
Fehler	29.367	45	.653		

### Allgemeines Lineares Modell Sway Fläche

#### Innersubjektfaktoren

Maß: MASS\_1

Messung	Art	Abhängige Variable
1	1	t1_SwayFläche
	2	t1az_SwayFläche
2	1	t2_SwayFläche
	2	t2az_SwayFläche

**Zwischensubjektfaktoren**

		Wertelabel	N
Gruppe	1	Behandlungsgruppe	24
	2	Kontrollgruppe	23

**Deskriptive Statistiken**

	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	N
t1_SwayFläche	Behandlungsgruppe	.23	.57	24
	Kontrollgruppe	.39	.51	23
	Gesamt	.31	.54	47
t1az_SwayFläche	Behandlungsgruppe	.16	.20	24
	Kontrollgruppe	.77	2.04	23
	Gesamt	.46	1.45	47
t2_SwayFläche	Behandlungsgruppe	.146	.14	24
	Kontrollgruppe	.80	2.55	23
	Gesamt	.47	1.79	47
t2az_SwayFläche	Behandlungsgruppe	.17	.21	24
	Kontrollgruppe	.32	.27	23
	Gesamt	.24	.25	47

Tests der Innersubjektkontraste

Maß: MASS\_1

Quelle	Messung	Art	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Messung	Linear		.040	1	.040	.029	.866
Messung * Gruppe	Linear		.004	1	.004	.003	.955
Fehler(Messung)	Linear		62.491	45	1.389		
Art		Linear	.072	1	.072	.051	.823
Art * Gruppe		Linear	.009	1	.009	.006	.937
Fehler(Art)		Linear	63.929	45	1.421		
Messung * Art	Linear	Linear	1.770	1	1.770	1.363	.249
Messung * Art * Gruppe	Linear	Linear	2.665	1	2.665	2.052	.159
Fehler(Messung*Art)	Linear	Linear	58.453	45	1.299		

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Konstanter Term	26.046	1	26.046	17.657	.000
Gruppe	7.339	1	7.339	4.975	.031
Fehler	66.380	45	1.475		