

# Messung des Effekts einer Midline-Behandlung

Eine randomisierte kontrollierte Studie mit gesunden Erwachsenen

## MASTERTHESIS

zur Erlangung des akademischen Grades

**Master of Science**

im Universitätslehrgang Osteopathie

vorgelegt von

**Miriam Galoppi, BSc.**

00947850

**Department für Gesundheitswissenschaften und Biomedizin**

an der Donau-Universität Krems

Betreuerin 1: Mag. Dr. Astrid Grant Hay

Betreuerin 2: Katharina Wimmer, MSc



26.5.2018

## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich, Miriam Galoppi, BSc., geboren am 30.07.1988 in Korneuburg, erkläre,

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

## **DANKSAGUNG**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich während meiner Ausbildung und vor allem in den letzten Monaten während der Erstellung dieser Masterthesis unterstützt haben.

In der Ausbildung haben zahlreiche Vortragende mit ihren unterschiedlichen Zugängen zum Unterrichten mein Interesse konstant aufrechterhalten, aber auch durch ihre persönlichen Ansichten zur Osteopathie die Grundlage für fachliche Diskussionen und kritisches Denken geschaffen. Mein besonderer Dank gilt Mag. Dr. Astrid Grant Hay, die mich mit ihrem Enthusiasmus für den wissenschaftlichen Prozess anstecken konnte und damit viel Mut für das große Projekt Masterthesis gemacht hat. Außerdem bedanke ich mich bei meiner Betreuerin Katharina Wimmer, MSc, die für alle Fragen stets rasche Antworten parat hatte.

Außerdem bedanke ich mich bei allen Teilnehmern und Teilnehmerinnen, die sich die Zeit für diese Studie genommen haben.

Mein größter Dank gilt jedoch meiner Familie, auf die ich immer zählen kann. Bei meinen Eltern möchte ich mich bedanken, dass sie mich schon immer unterstützt und in meinem Selbstvertrauen gestärkt haben. Sie sind maßgeblich daran beteiligt, dass ich diese Ausbildung inklusive der finalen Masterthesis abschließen konnte. Danke für zahlreiche ideengebende und motivierende Gespräche und für die vielen Stunden des Mitdenkens und Korrekturlesens. Danke auch an meinen Verlobten, der das Wort „These“ in den letzten Monaten wohl so oft gehört hat, wie kein anderer, der dabei immer geduldig geblieben ist und mir zuhause den Rücken freigehalten hat.

## ABSTRACT

### **Messung des Effekts einer Midline-Behandlung (Miriam Galoppi)**

**Ziel:** Die Studie untersucht, ob der Effekt einer Midline-Behandlung anhand der Verlagerung des center of pressure (CoP) messbar gemacht werden kann.

**Studiendesign:** randomisierte kontrollierte Studie

**Methode:** 32 gesunde Erwachsene (Alter 37,84; SD 14,35) wurden per Los auf zwei Gruppen aufgeteilt. Die Versuchsgruppe erhielt eine Midline-, die Kontrollgruppe eine Scheinbehandlung. Vor und nach der (Schein-) Behandlung wurde je eine Messung mit einer Kraftmessplatte durchgeführt. Erhoben wurden die Länge der CoP-Strecke, die Schwankungsfläche sowie die Schwankung nach anterior-posterior (APsway) und medio-lateral (MLsway) in verschiedenen Positionen (frei gewählter und standardisierter Stand mit jeweils offenen und geschlossenen Augen). Die CoP-Strecke und der APsway in den Situationen *FreiAG* (freigewählter Stand, Augen geschlossen) und *StdAG* (standardisierter Stand, Augen geschlossen) wurden aufgrund ihrer Reliabilität ausgewertet.

**Ergebnisse:** Die Versuchsgruppe zeigte signifikante Verbesserungen im Setting *FreiAG* in Bezug auf die CoP-Strecke ( $p=0,019$ ) und den APsway ( $p=0,007$ ) sowie im Setting *StdAG* bezogen auf die CoP-Strecke ( $p=0,026$ ) und den APsway ( $p=0,029$ ). In der Kontrollgruppe reduzierte sich die CoP-Strecke ( $p=0,026$ ) und der APsway ( $p=0,006$ ) in der Testsituation *FreiAG* signifikant, aber nicht im Setting *StdAG*, welches die bessere Vergleichbarkeit der einzelnen ProbandInnen ermöglichte. Es konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p>0,05$ ).

**Diskussion:** Die Versuchsgruppe verbesserte sich signifikant bei allen vier reliablen Testsituationen/-parametern, die Kontrollgruppe bei zwei. Dennoch bestand bei der zweiten Messung kein signifikanter Gruppenunterschied. Es muss geschlussfolgert werden, dass der Effekt einer Midline-Behandlung nicht anhand der CoP-Verlagerung im Stand gemessen werden kann. Die erhobenen Tendenzen ermutigen zu weiterer Forschung.

**Schlüsselwörter:** biodynamische Osteopathie, Midline, center of pressure, posturale Kontrolle

## ABSTRACT

### Measuring the effect of a midline treatment (Miriam Galoppi)

**Aims:** The study examines whether the effect of midline treatment can be measured by changes in the shifting of the center of pressure (CoP).

**Study design:** a randomized controlled trial

**Methods:** 32 healthy adults (age 37.84; SD 14.35) were randomized into an experimental group receiving a single midline treatment and a control group receiving a sham treatment. One measurement each was carried out before and after the (sham) treatment using a force plate. The length of the CoP path, the area of sway and the anterior-posterior (APsway) and medio-lateral (MLsway) sway in different positions (freely chosen and standardized stance with open and closed eyes) were recorded. Based on their reliability the CoP path and the APsway in the test situations *freeEC* (free standing, eyes closed) and *stdEC* (standardized stand, eyes closed) were evaluated.

**Results:** The experimental group showed significant improvements in the *freeEC* setting relating to the CoP path ( $p = 0.019$ ) and the APsway ( $p = 0.007$ ) and in the *stdEC* setting relating to the CoP path ( $p = 0.026$ ) and the APsway ( $p = 0.029$ ). In the control group, the CoP path ( $p = 0.026$ ) and the APsway ( $p = 0.006$ ) were significantly reduced in the test situation *freeEC*, but not in the setting *stdEC*, which enabled better comparability of the individual subjects. No significant group difference was found ( $p > 0.05$ ).

**Discussion:** The experimental group improved significantly in all four reliable test situations/parameters, whereas the control group improved in two. Nevertheless, there was no significant group difference in the second measurement. It can be concluded that the effect of midline treatment cannot be measured by recording the CoP shift in standing position. The tendencies encourage further research.

**Keywords:** biodynamic osteopathy, midline, center of pressure, postural control

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Theorieteil.....</b>	<b>4</b>
2.1	Midline .....	4
2.1.1	Das biodynamische Modell.....	4
2.1.2	Die Midline im Fokus .....	6
2.1.3	Verschiedene Ansätze zur Midline-Idee .....	8
2.1.4	Einflüsse auf die Midline .....	10
2.2	Postura .....	11
2.2.1	Begriffsdefinition.....	11
2.2.2	Grundlagen zum Thema Haltung.....	13
2.2.3	Bedeutung von Haltung und posturaler Kontrolle in der Therapie .....	14
2.2.4	Messverfahren .....	16
2.3	Weg zur Forschungsfrage .....	17
2.3.1	Midline und Symmetrie .....	17
2.3.2	Interventionsstudien und Haltung.....	18
2.3.3	Postura und Midline.....	21
<b>3</b>	<b>Methodenteil.....</b>	<b>23</b>
3.1	Forschungsfrage und Hypothese .....	23
3.2	Forschungsdesign.....	23
3.3	Literaturrecherche .....	24
3.4	Stichprobenbeschreibung .....	24
3.4.1	Einschlusskriterien .....	24
3.4.2	Ausschlusskriterien .....	26
3.4.3	Stichprobengröße und Rekrutierung .....	28
3.5	Materialien .....	28
3.5.1	Zielparameter.....	28
3.5.2	Kraftmessplatte .....	28
3.5.3	Validität und Reliabilität .....	29
3.6	Studienablauf .....	29
3.6.1	Probedurchlauf.....	29
3.6.2	Randomisierung.....	29

3.6.3	Messung .....	30
3.6.4	Intervention und Scheinbehandlung .....	30
3.7	Datenaufbereitung .....	32
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>33</b>
4.1	Baselineerhebung .....	33
4.1.1	Stichprobe .....	33
4.1.2	Zielparameter .....	34
4.2	Vergleichsmessung .....	35
4.2.1	Versuchsgruppe „Midline“ .....	35
4.2.2	Kontrollgruppe „Scheinbehandlung“ .....	35
4.2.3	Intergruppenvergleich zur Beantwortung der Forschungsfrage .....	37
4.3	Sonstige Ergebnisse .....	40
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>41</b>
5.1	Interpretation der Ergebnisse .....	41
5.1.1	Auswahl der interpretierbaren Messwerte .....	41
5.1.2	Hypothesenprüfung .....	42
5.1.3	Nebenergebnisse .....	45
5.2	Kritik an der Studie .....	47
5.2.1	Planungsphase .....	47
5.2.2	Stichprobe .....	48
5.2.3	Durchführung der Messung .....	48
5.2.4	Durchführung der (Schein-)behandlung .....	49
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerung .....</b>	<b>52</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>54</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>60</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>61</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>62</b>
	<b>Anhang A .....</b>	<b>63</b>
	<b>Anhang B .....</b>	<b>68</b>

## 1 EINLEITUNG

Der Begriff „Midline“ ist im Rahmen der Ausbildung an der Wiener Schule für Osteopathie (WSO) früh gefallen und wurde dabei als eine Herangehensweise präsentiert, die mit den osteopathischen Grundprinzipien übereinstimmt. Dieser reihte sich unter andere Begriffe ein, wie „Primärer Respiratorischer Mechanismus“, „Breath of life“ oder „Fulcrum“. Eine ähnliche Erfahrung machte auch Dunshirn (2006), eine ehemalige Studentin der WSO. Sie stellte sich der Herausforderung, dieses komplexe Thema im Rahmen ihrer Masterthese wissenschaftlich aufzuarbeiten. In einer qualitativen Studie suchte sie mittels leitfadengestützter Interviews mit sieben Experten nach einer Definition der Midline und nach deren Einordnung zwischen Struktur und Spiritualität. Aufgrund der Vielschichtigkeit des Midline-Konzepts konnte keine klare Antwort gefunden werden. Sie konkludiert die Midline-Osteopathie als „balancing act, not so much between structure and spirituality, but more between a scientifically explainable and a non-scientifically explainable method“ (Dunshirn, 2006, S. 151).

Jealous, dessen Bedeutung für das Thema Midline noch ausgeführt wird, sagt über den Behandlungseffekt in der Einleitung zu seiner Audio-CD-Reihe „The biodynamics of osteopathy“: „And maybe we cannot detail it scientifically. But we do know from our experience that the techniques that we use are safe (...) and they are effective“ (Jealous, 2000a, Track 2). Tatsächlich wurden seit der Masterthese von Dunshirn (2006) nach Stand der Literaturrecherche keine weiteren Studie zum Thema „Midline“ veröffentlicht. Dementsprechend wurden bisher keine Messversuche unternommen, um den von Jealous (2000a) angesprochenen klinischen Effekt sichtbar zu machen. In Zeiten wachsender Nachfrage nach komplementärmedizinischen Behandlungen, in denen laut Statistik Austria bereits 14,7 % der ÖsterreicherInnen solche in Anspruch nehmen (Klimont, Kytir & Leitner, 2007, S. 237), und der zeitgleichen Forderung nach evidenzbasierter Medizin, muss auch die Osteopathie dem Ruf nach wissenschaftlicher Forschung nachkommen. Die Midline ist ein Begriff, der vieles zugleich beinhaltet, da er die Grundprinzipien der Osteopathie bedient (Dunshirn, 2006, S. 16). Die Frage nach messbaren Effekten eines solch fundamentalen Behandlungskonzepts mag vermessen wirken. Dennoch möchte ich diesen Versuch unternehmen, im Sinne von Paul Klein, einem Osteopathieprofessor, der sagte: „Prinzipien dürfen nicht für sich selbst und noch weniger, weil jemand sie aufgeführt hätte, aufrecht erhalten werden“ (Liem, 2010b, S. VI). Er unterstützt das Infragestellen von Lehrmeinungen, um die Qualität der Osteopathie zu erhalten.

## 2 THEORIETEIL

Im folgenden Abschnitt wird der theoretische Hintergrund dieser Arbeit umrissen. Das erste Kapitel soll einen Überblick über den Begriff „Midline“ geben, über deren Entstehung, die mögliche Wirkungsweise und über den aktuellen Stand der Forschung. Um den Weg zur Forschungsfrage verständlich zu machen, wird im darauffolgenden Kapitel der Terminus „Postura“ beschrieben. Was wird unter diesem Begriff zusammengefasst und welche Messmethoden gibt es für die posturale Kontrolle? Abschließend sollen beide Inhalte zusammengeführt werden, woraus sich die Forschungsfrage und die Hypothese erklären.

### 2.1 Midline

#### 2.1.1 *Das biodynamische Modell*

Andrew Taylor Still (1828–1917), der Urvater der Osteopathie, war davon überzeugt, dass es die Aufgabe eines Arztes/einer Ärztin oder Therapeuten/Therapeutin ist, nach der Gesundheit in jedem Patienten/jeder Patientin zu suchen und Obstruktionen zu beheben, die das freie Fließen von Flüssigkeiten behindern, sodass der Patient/die Patientin sich selbst heilen kann. Aus seinen Lehren leiten sich die zentralen Grundprinzipien der Osteopathie ab, nämlich dass der Körper eine Einheit ist, bestehend aus dem physischen Körper, Geist und Seele, dass jeder Organismus die Fähigkeit zur Selbstregulation und Heilung besitzt und dass Struktur und Funktion in wechselseitiger Beziehung stehen (Liem, 2010a, S. 2–8).

Diese Grundgedanken wurden von Stills Studenten weitergeführt, unter anderem von William Garner Sutherland (1873–1954), der die osteopathischen Prinzipien auf das Kranium anwendete und so die kraniale Osteopathie (osteopathy in the cranial field = OCF) begründete. Der Arzt James S. Jealous (\*1943) führte dessen Arbeit fort. Inspiriert vor allem von den Arbeiten des deutschen Embryologen Erich Blechschmidt entwickelte er das biodynamische Modell der kranialen Osteopathie (biodynamic model of osteopathy in the cranial field = BOCF), in dem die Idee der Midline, die Untersuchungsgegenstand der vorliegenden These ist, ein integraler Bestandteil der Behandlung ist. Im BOCF steht die Kraft der Embryogenese, die nach der Geburt zur Selbstheilungskraft wird, im Mittelpunkt der Therapie (McPartland & Skinner, 2014a, S. 348–350).

Die Embryogenese beschreibt die Entwicklung des Embryoblasten, der sich über das Stadium der zwei- und dreiblättrigen Keimscheibe zum Embryo entwickelt. Dies geschieht zwischen dem 16. und dem 60. Tag der Schwangerschaft („Pscyrembel. Klinisches Wörterbuch“, 2004, S. 478). Das Wissen über die Embryologie gilt als vorrangig für das Verstehen der Prozesse im menschlichen Körper und ist Grundlage für die osteopathische Behandlung (Dunshirn, 2006, S. 65). Dieser Zeitabschnitt soll nun kurz umrissen werden, da er essenziell ist für das Verständnis der Kraft der Midline. Dabei wird nur auf die Abschnitte eingegangen, die mit dem Midline-Konzept in Verbindung stehen.

In der zweiten Schwangerschaftswoche kommt es nach der Einnistung der befruchteten Eizelle, die mittlerweile gereift und in das Blastozystenstadium übergegangen ist, zu Differenzierungsprozessen. Der Embryoblast, der die früheste Embryonalanlage darstellt, bildet in dieser Zeit die zweiblättrige Keimscheibe mit dem Epiblast, der sich später zum Ektoderm entwickelt, und dem Hypoblast, der zum Entoderm wird. In der dritten Woche entstehen die ersten organisierenden Strukturen. In der Oberfläche des Epiblasten erscheint der median gelegene Primitivstreifen, der von kaudal nach kranial wächst und im Primitivknoten endet. Ab diesem Moment kann zwischen kranial und kaudal, ventral und dorsal sowie rechts und links unterschieden werden. Die Entwicklung setzt sich in zeitgleich ablaufenden Prozessen fort. Epiblastzellen wandern auf den Primitivstreifen zu, in die Primitivrinne hinein und bilden eine neue Zellschicht, das Mesoderm. Die Phase der dreiblättrigen Keimscheibe ist erreicht. Am kranialen Ende, beim Primitivknoten, wandern ebenfalls Epiblastzellen aus. Sie verdrängen zum einen die Hypoblastzellen und bilden so das Entoderm. Zum anderen wandern sie in der Medianebene nach cranial und bilden letztlich die Chorda dorsalis, die als primitiver Achsenstab des Embryos gilt. Die Chorda dorsalis induziert nun die Differenzierung von benachbarten Strukturen. Das direkt seitlich gelegene Mesoderm entwickelt sich weiter zu den Somiten, das dorsalgelegene Ektoderm entwickelt sich bis zum Ende der vierten Schwangerschaftswoche zum Neuralrohr, welches parallel zur Chorda dorsalis liegt. Durch das unterschiedlich schnelle Wachstum der einzelnen Strukturen kommt es zur kranio-kaudalen und lateralen Abfaltung. Der dreidimensionale embryonale Körper ist zu erkennen (Ulfig, 2005, S. 22–42).

Über die Reihenfolge dieser Abschnitte herrscht in der Wissenschaft Einigkeit. Debattiert wird jedoch darüber, warum die einzelnen Prozesse so ablaufen. Während eine Seite die Meinung vertritt, dass diese Entwicklung aktiv durch die molekulare Aktivität der Gene bzw. durch bestimmte Marker gesteuert wird (Corallo, Trapani & Bonaldo, 2015), sieht die andere Seite passive Prozesse getrieben von fluiden Dynamiken als ausschlaggebend. Diese zweite Meinung vertrat auch Blechschmidt, jener Embryologe, der Jealous

inspirierte. Er meinte, dass jede Bewegung in der Entwicklung des Embryos zur nachfolgenden Entwicklung führt (McPartland & Skinner, 2014a, S. 355–357). Jealous selbst sieht die Ursache für die Entwicklung der Mittellinie nicht in den Genen, sondern in einer größeren Intelligenz (Jealous, 2000b, Track 3).

AnwenderInnen des BOCF beschreiben – bedingt durch Sutherlands Erbe – neben den fluiden Mechanismen noch eine weitere Kraft als essenziell für die Entwicklung des Embryos. Nachdem sich Sutherland zunächst vor allem mit der Funktion der Schädelknochen und der Hirnhäute beschäftigt hatte, interessierte er sich in weiterer Folge für die Fluktuation des Liquor cerebrospinalis (LCS). Als Motor hinter dieser Flüssigkeitsbewegung sah er den primären respiratorischen Mechanismus (PRM), der in der kranialen Osteopathie ein gängiger Begriff ist. Der PRM setzt sich zusammen aus der Motilität von Gehirn und Rückenmark, der Fluktuation des LCS, der Mobilität der Membranen und der Schädelknochen sowie der unwillkürlichen Mobilität des Sakrums (Liem, 2010a, S. 19; McPartland & Skinner, 2014b, S. 351). Gegen Ende seines Lebens führte Sutherland noch einen weiteren Begriff ein, den „Breath of Life“ (BoL), der seiner Meinung nach als externe Kraft den PRM erst induziert (McPartland & Skinner, 2014a, S. 351). Diese Annahme einer externen Kraft, die auch im BOCF verankert ist, wird durch die Forschung von Blechschmidt unterstützt. Für Jealous ist der BoL der Ursprung von Bewegungen in den Körperflüssigkeiten (Liem, 2010a, S. 682).

Das BOCF stellt also die Dynamiken hinter der Entwicklung in den Mittelpunkt der Betrachtungsweise. Jede Entwicklung bringt Bewegung, die wiederum den nächsten Entwicklungsschritt auslöst. Die dahinterstehende Kraft der fluiden Dynamiken ist es, die in jedem Organismus steckt und der Selbstregulation dient. In der Behandlung soll mit jener Kraft Kontakt aufgenommen werden, um Selbstheilung zu initiieren.

### *2.1.2 Die Midline im Fokus*

Aus naturwissenschaftlicher Sicht braucht es eine organisierende Mittellinienstruktur, damit sich ein bilateraler Körperplan entwickeln kann, welcher ein zentrales Merkmal von höher entwickelten Lebewesen darstellt (Corallo et al., 2015; Meinhardt, 2004). Aus dem Überblick über die Embryogenese ist bereits die Chorda dorsalis, die in der dritten Schwangerschaftswoche entsteht, bekannt. Der Biologe Meinhardt betont die Bedeutung dieses, wie er es nennt, „future midline organizers“ (2004, S. 503). Ohne diesen Organisator wäre die Ausbildung einer Mittellinienstruktur, wie des Neuralrohrs, nicht möglich. Corallo et al. (2015) fassten in einem Review die Bedeutung vor allem der Chorda dorsalis für die Entwicklung zusammen und zeichneten diese als maßgeblich für

die normale Entwicklung eines Embryos aus. Die Struktur und die Funktion der Chorda dorsalis sind laut diesen Autoren eng verwoben.

Mit dieser Sichtweise wird ein zentraler Grundgedanke der Osteopathie hervorgehoben, nämlich dass Funktion und Struktur immer in wechselseitiger Beziehung stehen. Im BOCF ist jene zentrale Mittelstruktur von großer Bedeutung für die Behandlung von Patienten. Die AnwenderInnen des BOCF beschäftigen sich in diesem Zusammenhang mit dem „Konzept der funktionellen Midline, um die herum sich der Körper und die Gesundheit organisieren muss. ... Die funktionelle Midline bleibt unser Leben lang bestehen und unsere Struktur und unsere physiologischen Bewegungen bleiben an der Midline ausgerichtet“ (McPartland & Skinner, 2014a, S. 357). Die Bedeutung der Midline als organisierende Kraft beschränkt sich dabei nicht nur auf die Zeit der embryologischen Entwicklung, sondern überdauert das ganze Leben, da sie Ausgangspunkt für die Gesundheit ist.

Liem (2014c, S. 303) beschreibt ebenfalls den Wert dieser Längsachse in der Funktion als Fulcrum, das für die embryonale Entwicklung, aber auch für das gesamte Leben wichtig ist. Die Midline stellt ein Fulcrum für die Selbstheilungsfähigkeit des Menschen dar, womit wieder der Bezug zu einem osteopathischen Grundprinzip hergestellt wird (Dunshirn, 2006, S. 18). Der Begriff „Fulcrum“ ist zwar in der Osteopathie gängig, jedoch im allgemeinen Sprachgebrauch eher unbekannt. Aus diesem Grund soll er kurz erklärt werden, da er im Rahmen der Osteopathie, vor allem in der kranialen Osteopathie, häufig erwähnt wird und auch für das Verständnis der oben angeführten Aussagen wichtig ist. Fulcra sind ganz global betrachtet Ruhepunkte, sogenannte „still points“, in denen keine Bewegung stattfindet. Von ihnen ausgehend können Hebel aber erst arbeiten. Daher gelten Fulcra als Kraftquelle für Bewegung. In der Osteopathie ist zum Beispiel das Sutherland-Fulcrum bekannt, am Schnittpunkt zwischen Falx cerebri, Falx cerebelli und dem Tentorium im Bereich des Sinus rectus, das als Ruhepunkt für die Bewegung der kranialen Membranen gilt, sich selbst jedoch auch bewegen kann. Auch Dysfunktionen stellen Fulcra dar, wobei in diesen Situationen von ihnen keine Stille, sprich keine gesundheitsfördernde Kraft, ausgeht, sondern der Körper auf diese Dysfunktion fokussiert wird. In der Behandlung werden Fulcra eingesetzt, indem man sie als Ruhepunkt für die Bewegung nimmt, um so den selbstheilenden Kräften des Körpers Raum zu geben (Paulus, 2014, S. 195-200). Bildlich gesehen gibt es in der Natur zahlreiche Beispiele für Fulcra. So stellt das Auge eines Wirbelsturms dessen Ruhepunkt und gleichzeitig dessen Kraftquelle dar. Auch die Achse eines Rads ist ein Fulcrum, welches die Funktion des Rads, nämlich Bewegung, erst ermöglicht. Beide erwähnten Fulcra sind auch

anschauliche Beispiele dafür, dass Fulcren zwar in sich selbst Ruhepunkte sind, sich aber dennoch bewegen können, wie es bereits in Bezug auf das Sutherland-Fulcrum erwähnt wurde (Liem, 2014a, S. 263).

Midlines – es gibt im Körper viele, wie in Kapitel 2.1.3 näher beschrieben wird – gelten als lineare Fulcren, also als Ruhelinien, die der Ausrichtung der embryologischen Achsen und später der Körperachsen dienen. Außerdem verkörpern sie Funktion innerhalb von Strukturen, wie zum Beispiel die Achsen in jedem Organ, um die sich das Organ bewegt und dadurch seine Arbeit leisten kann (Paulus, 2014, S. 197).

Setzt man sich mit der Anatomie auseinander, erinnern auch beim ausgewachsenen Körper zahlreiche Strukturen an jene erste organisierende Mittellinie aus der frühen Schwangerschaft. Ein Beispiel ist die anteriore Wand des dritten Ventrikels, die ehemals den kranialen Verschluss des Neuralrohrs darstellte (McPartland & Skinner, 2014b, S. 316). Jiang et al. (2017) wiederum unterstreichen mit ihrer retrospektiven Studie die strukturgebende Funktion der median gelegenen, anterioren Falx cerebri. McPartland und Skinner (2014a, S. 357) weisen ebenfalls die Falx cerebri als wichtige Mittellinienstruktur aus. Die Interviewpartner von Dunshirn (2006, S. 73) erwähnen neben einigen anderen vor allem das Sphenoid, die Chorda dorsalis und das Os coccygis in Bezug auf die Midline. Diese sind nach ihrem Ermessen gute Zugangspunkte für die Behandlung.

Es ist wissenschaftlich belegt, dass sich die Chorda dorsalis weitgehend zurückentwickelt. Einige Zellen bleiben jedoch im Nucleus pulposus erhalten (Lawson & Harfe, 2015). Für Jealous (2000b, Track 7) bleibt der Nucleus pulposus damit ein Fulcrum und Orientierungspunkt für Wachstum und Entwicklung aller segmentalen Strukturen. Er bespricht dabei besonders die Bedeutung des autonomen Nervensystems, das sich ebenfalls segmental und damit in Bezug auf dieses Fulcrum bildet und in der Osteopathie eine entscheidende Rolle für Gesundheit und Krankheit spielt. Auch die Schulmedizin sieht in den Zellen des Nucleus pulposus aufgrund ihres Ursprungs eine mögliche Heilungsressource, da sie eine große Potenz besitzen. Auf diesem Gebiet wird geforscht (Corallo et al., 2015).

### *2.1.3 Verschiedene Ansätze zur Midline-Idee*

Der Begriff der Midline ist nicht ausschließlich der Osteopathie vorbehalten. Das medizinische Wörterbuch „Medline“ (2018) bietet folgende Definition: „the median line or median plane of the body or some part of the body“. Diese Definition zeigt die Midline als strukturgebend, weil sie die Mitte beschreibt, und weist darauf hin, dass es mehrere

Midlines gibt. Weitere Therapieformen wie zum Beispiel die Chiropraktik, das Rolfing, die Alexander-Technik, das Ayurveda oder die chinesische Medizin haben ebenfalls Vorstellungen zur Midline, wie McPartland und Skinner (2014b, S.316-317) ausführen.

Der Osteopath James Jealous beschreibt in einem Interview die Midline als „a bioelectric line that's a remnant of the notochord formed in the embryonic plate. It's a primary line of orientation for all spatial dynamics“ (Horrrigan, 1997, S. 73). Jealous (2000b, Track 5) präzisiert diese Beschreibung auf einer seiner Audio-CDs aus der Reihe „The biodynamics of osteopathy“. Die Midline ist für ihn dynamische Stille, wobei Stille in diesem Zusammenhang wieder als Kraftquelle sowie Ausgangspunkt für Entwicklung und in weiterer Folge Heilung zu verstehen ist. Aus dieser Quelle heraus entsteht das oben genannte bioelektrische Feld, das sich um die Stille der Midline legt. Und so entsteht laut ihm die organisierende Struktur für den gesamten Organismus, sei es nun für Bewegung, Gewebe oder Flüssigkeiten, aber ebenso ein Orientierungspunkt für Bewusstsein und Wahrnehmung. Die Chorda dorsalis, also die erste sagittale Struktur des Embryos, ist „nur“ eine zelluläre Einheit, die sich um das bioelektrische Feld der Midline legt.

Die Autorin der These möchte an dieser Stelle darauf hinweisen, dass Jealous den Begriff Midline nicht einer bestimmten materiellen oder anatomischen Struktur zuordnet, wie es im Kapitel 2.1.2 dargestellt wurde. Er betont, dass die Midline eigentlich die Stille, im bereits erklärten Sinn, ist und damit eine Funktion, aus seiner Sicht die erste Funktion des Menschen. Anatomische und embryologische Formationen, wie die Chorda dorsalis, sind in seiner Idee nur eine von vielen Ausprägungen der Midline.

Andere Autoren ergänzen Jealous' Idee. Van den Heede systematisiert seine Erfahrung zur Midline, indem er drei verschiedene Midlines definiert: eine dorsale Midline (Neuralrohr), eine mittlere (bzw. ehemals ventrale) Midline (Chorda dorsalis) und eine anteriore Midline (Verbindung vom Nasion über das Hyoid, das Sternum und die Linea alba bis zur Symphysis pubica). Alle drei Linien haben spezifische Aufgaben inne. Dabei schreibt er der mittleren Midline die Aufgabe als Stütze für den Körper zu (Liem, 2014c, S. 305). Dunshirn (2006, S. 52) zieht die Parallele zwischen den drei Keimblattschichten aus der embryologischen Entwicklung und den drei Midlines nach van den Heede. Sie fasst aus ihren Interviews unterschiedliche modellhafte Ideen zu verschiedenen Midlines zusammen, die sich zum Teil widersprechen, zum Teil jedoch gut ergänzen, ohne letztlich eine klare Definition zu bieten.

Liem (2014c, S. 306) erklärt ebenso, dass jeder Körper viele Midlines hat, um die er sich organisiert, wie es auch die medizinische Definition von „Medline“ (2018) zeigt. Zeitgleich

findet laut diesem Autor auch eine Orientierung der vielen Midlines um eine primäre Midline statt. McPartland und Skinner (2014b) gehen ebenfalls von mehreren Midlines aus, welche zu einer „integrierten Midline von Körper, Geist und Seele der gesamten Person“ (S. 312) zusammenkommen.

Dunshirn (2006, S. 40) konnte in ihrer These verschiedene Annäherungsmöglichkeiten an das Thema „Midline“ herausarbeiten, ohne dass sich die interviewten Experten auf eine klare Definition eben jener einigen konnten. Sie erkannte einen embryologischen, einen strukturellen, einen funktionellen, einen spirituellen und einen psychotherapeutischen Zugang zur Thematik. Aus ihrer Arbeit kristallisiert sich heraus, dass der embryologische Zugang unter Midline-Therapeuten der populärste ist.

#### *2.1.4 Einflüsse auf die Midline*

Während die Midline beim gesunden Menschen als Orientierungspunkt dient, kann sich die Beziehung zur primären Midline durch traumatische und andere Faktoren verändern (Liem, 2014c, S. 306). McPartland und Skinner (2014b, S. 321) beschreiben den negativen Einfluss einer, wie sie es nennen, nicht physiologischen Midline auf die unwillkürlichen Bewegungen des Zentralnervensystem (ZNS) und der Eingeweide, denen dann in so einer Situation die Zentrierung auf eine organisierende Struktur der Mitte fehlt. Beide Autoren sind sich einig, dass die Midline, die sonst ein Fulcrum für die Gesundheit darstellt, durch äußere Einflüsse verändert sein kann. Jealous betont, dass die Midline selbst keine Läsion bekommen kann, sehr wohl jedoch jede Funktion, wodurch diese ihre Orientierung zur Mitte verliert (Jealous, 2000b, Track 12).

Rollin E. Becker (1910–1996), ein Student Sutherlands, der dessen Arbeit fortführte und ebenfalls zur Weiterentwicklung der kranialen Osteopathie beitrug, präzisiert seine Gedanken zu Veränderungen im Körper. Bei einem traumatischen Geschehen dringt biokinetische Energie ein, beeinflusst die fluide Matrix und bildet neue Spannungsmuster im Körper aus, die bei längerem Bestehen zur Fazilitierung des Nervensystems führen. Um nun Gesundheit wieder erreichen zu können, versucht der Körper im Sinne der Homöostase bzw. des Ausgleichs die biokinetische Kraft wieder nach außen abzuführen (Liem, 2014a, S. 264; Liem & Patterson, 2014, S. 184). Becker spricht in diesem Zusammenhang zwar nicht wörtlich von einer Midline, bringt jedoch mit seiner Erklärung auch jene Selbstheilungskraft der Körpers ins Spiel, die im BOCF die inhärente Kraft der Embryogenese fortsetzt. Die zitierten Autoren sind sich einig, dass es das Ziel einer osteopathischen Behandlung ist, den Körper in dessen Selbstheilungsbestreben zu unterstützen (Liem, 2014c, S.306; Liem & Patterson, 2014, S.184; McPartland & Skinner,

2014b, S.321). Dunshirn (2006, S. 21) kommt durch die Meinung der Experten zu dem Schluss, dass eine ganzheitliche Behandlung, egal welcher Art, die Midline inkludieren muss. Die Behandlung der Midline kann vielfältig sein und muss nicht ausschließlich auf einem energetischen Level erfolgen, wie in der geplanten Studie. Auch ein struktureller Zugang, wie zum Beispiel über Manipulationstechniken – hier wird vor allem die Dog-Technik zur Behandlung der Brustwirbelsäule erwähnt – kann zur erfolgreichen Behandlung der Midline führen, wobei der Fokus wichtig ist für den Erfolg (Dunshirn, 2006, S. 80; Dunshirn, 2006, S. 127).

Damit soll herausgehoben werden, dass die Osteopathie verschiedene Therapiemöglichkeiten für die Midline bietet und sich dabei nicht auf eine „Technik“ versteift. In der OCF kennt man zum Beispiel als konkrete Behandlungstechnik den CV-4 (compression of the 4th ventricle), der nach dem Behandlungsprinzip fluider Körper wirkt. Das Ziel ist, dass sich dysfunktionelle Zustände zur Midline und damit zur Gesundheit ausrichten, wodurch Symmetrie entstehen kann (Liem, 2014b, S. 326). Auf diesen Gedanken der Symmetrie wird im Kapitel 2.3 „Weg zur Forschungsfrage“ näher eingegangen.

## **2.2 Postura**

Das lateinische Wort „Postura“ kann im Deutschen mit Haltung oder Körperposition übersetzt werden. Gemeint ist damit, die „Art und Weise, besonders beim Stehen, Gehen oder Sitzen, den Körper, besonders das Rückgrat, zu halten“ (Dudenredaktion, o. J.). Andere Sprachen lehnen sich deutlich an das Lateinische an, wie die englische „posture“ zeigt. Dadurch hat sich der Wortstamm in der Forschung durchgesetzt. Im medizinischen und therapeutischen Setting kennt man auch im deutschen Sprachraum Begriffe wie Posturographie und posturale Kontrolle. Im folgenden Kapitel wird dieses Thema genauer beleuchtet. Was sind die biomechanischen Grundvoraussetzungen, welche Termini muss man kennen, wenn es um Haltungsforschung geht, und welche Möglichkeiten gibt es, um posturale Kontrolle zu messen?

### *2.2.1 Begriffsdefinition*

Wenn man sich mit den Themen Haltung und posturale Kontrolle auseinandersetzen will, kommt man nicht umhin, sich mit einigen Begriffen vertraut zu machen, die im therapeutischen Setting meist synonym eingesetzt werden, was letztlich jedoch zu Interpretationsfehlern führt, wie bereits Winter (2009, S. 127) feststellte.

Um ruhig stehen zu können, muss die Schwerlinie des gesamten Körpers in die Unterstützungsfläche fallen. Die Schwerlinie ist die Wirkungslinie der Schwerkraft. Sie setzt im Schwerpunkt an, also jenem Punkt, an dem ein Körper aufgehängt werden kann und im Gleichgewicht bleibt, da sich alle Drehmomente aufheben. Im klinischen Alltag und in therapeutischen Erklärungsmodellen wird es fälschlicherweise oft so dargestellt, als gäbe es nur „einen“ Körperschwerpunkt. Der Körper hat jedoch viele sogenannte partielle Schwerpunkte, die sich nach der Höhe des zu untersuchenden Segments richten. So ist zum Beispiel für die Analyse der Beanspruchung des Hüftgelenks nur die kranial gelegene Masse, also Rumpf, Kopf und Arme, und deren Schwerpunkt von Bedeutung (Klein & Sommerfeld, 2007, S. 9-13).

Aufgrund der Relevanz für diese Masterthese ist im Weiteren immer der Schwerpunkt des ganzen Körpers gemeint in Bezug auf die Drehachse Sprunggelenk, der mit CoM (engl. center of mass) bezeichnet wird. Klein und Sommerfeld (2007) fassen zusammen, dass je nach Studie die Höhe des CoM zwischen L5 und S5 variiert. Gemeinsam ist den verschiedenen Ergebnissen jedoch, dass der CoM immer anterior des Drehpunkts im oberen Sprunggelenk zum Liegen kommt, was zu einem permanenten flektorischen Drehmoment führt, welches durch Kräfte im posterioren Bereich ausgeglichen werden muss.

Zuvor wurde der Terminus „ruhig stehen“ verwendet. Es ist ein allgemeiner Irrglaube, dass der Mensch jemals wirklich ruhig steht. Tatsächlich schwankt der Körper in alle Richtungen, um unter anderem die nach vorne verlagerte Position des CoM auszugleichen. Die Schwankung ist vor allem nach anterior und posterior, aber auch nach lateral gerichtet, was im Englischen als postural sway bezeichnet wird. Um diese Schwankung zu stabilisieren, gibt es verschiedene Ausgleichsstrategien, die jeweils unterschiedliche Muskelaktivitäten erfordern. Dadurch kommt es zu einer zusätzlichen Kraft, die über den Fuß auf den Untergrund einwirkt. Die Resultierende aus allen nach unten gerichteten Kräften trifft im Kraftangriffspunkt CoP (engl. center of pressure) auf den Boden und kann mithilfe einer Kraftmessplatte untersucht werden (Klein & Sommerfeld, 2007, S. 22).

Winter (2009, S. 127) betont, dass die Bewegungsbahn des CoP komplett unabhängig von dem CoM ist. Er beschreibt den CoP als neuromuskuläre Antwort auf die Unausgeglichenheit des CoM. Das heißt, dass jede Verlagerung des CoM eine Gegenregulation benötigt, damit dieser letztlich nicht die Unterstützungsfläche verlässt und der Körper somit aus der Balance gerät. Die Gegenregulation, die auf unterschiedliche Arten ablaufen kann, auf die im nächsten Kapitel 2.2.2 eingegangen

wird, bringt immer eine Muskelaktivierung mit sich, die zu einer Steigerung der auf den Untergrund wirkenden Kraft und damit zu einer Verlagerung des CoP führt. Im Rahmen des postural sway bewegt sich die Projektionslinie des CoM nach anterior und posterior bzw. lateral. Der CoP folgt in der gleichen Richtung und im gleichen Rhythmus, sein Bewegungsausschlag ist jedoch größer. Die Verlagerung des CoP ist daher nicht der postural sway, sondern die Antwort des Körpers auf eben jenen (Winter, 2009, S. 128). Um eine stabile Situation zu erreichen, muss der Abstand zwischen CoP und der Projektion von CoM auf die Horizontalebene im Durchschnitt gleich Null bleiben (Crétual, 2015, S. 2). Dieser Punkt ist für das Verständnis der Aussagekraft des gewählten Messverfahrens wichtig.

### *2.2.2 Grundlagen zum Thema Haltung*

Die posturale Kontrolle ist die Fähigkeit des Körpers, zur Ruhe zu kommen oder zu bleiben, um die Balance in jeder Haltung und bei jeder Aktivität zu halten (Pollock, Durward, Rowe & Paul, 2000). Dazu muss der postural sway ausgeglichen werden. Während der Schwankung nach anterior muss diese Bewegung durch die posteriore Muskulatur gebremst werden, um das Gleichgewicht halten zu können. Klein und Sommerfeld (2007, S. 25-27) beschreiben diesbezüglich zwei Strategien. Huber (2014) spricht in diesem Zusammenhang von posturalen Synergien. Der Standard ist die Sprunggelenksstrategie, die wie ein umgekehrtes Pendel mit dem Drehpunkt im Sprunggelenk funktioniert. Der entscheidende Muskel ist hierbei der M. triceps surae. Im Gegensatz dazu steht die Hüftgelenksstrategie, ein Doppelpendel-System mit Drehpunkten in Hüft- und Sprunggelenk, wobei die untere Extremitäten und der Rumpf in die gegenläufige Richtung pendeln. Diese Strategie benötigt das Zusammenspiel von autochtoner Rückenmuskulatur mit den ischiocruralen Muskeln, in die andere Richtung von abdominalen Muskeln mit dem M. rectus femoris. Die Wahl der Strategie ist abhängig von den Anforderungen an das Gleichgewichtssystem sowie Faktoren wie Alter und Begleiterkrankung, was später für die vorliegende Studie noch weiter erläutert wird. Gatev, Thomas, Kepple und Hallett (1999) kommen zu dem Schluss, dass im normalen Stand die Sprunggelenksstrategie überwiegt. Bei erhöhter Anforderung an das Gleichgewicht, wie etwa im engen Stand, nimmt der Anteil der Hüftgelenksstrategie zu.

Während in der anterioren und posterioren Richtung vor allem die Plantarflexoren und Dorsalextensoren des Sprunggelenks regulierend arbeiten, müssen die in der Frontalebene stattfindenden Schwankungen nach medial und lateral durch die Hüftabduktoren und -adduktoren stabilisiert werden. Hierbei ist vor allem das ZNS in der

Synchronisation der Aktivität jener Muskeln zwischen rechtem und linkem Bein gefordert. Schwankt der Körper nach lateral, müssen auf der ipsilateralen Seite die Hüftabduktoren kontrahieren, während die Muskelaktivität auf der kontralateralen Seite sinkt (Winter, 2009, S. 286-289). Generell erfordert die Aufrechterhaltung der posturalen Kontrolle eine komplexe Verarbeitung von visuellen, vestibulären und sensomotorischen Afferenzen auf neurologischer Ebene (Klein & Sommerfeld, 2007, S. 24). Diese kann durch diverse Erkrankungen gestört sein. Dieser Punkt wird im Rahme der Ein- und Ausschlusskriterien genauer erläutert.

Bei jeder Bewegung eines Körpersegments ändert sich die Lage des CoM für den gesamten Körper. Um den Alltag zu bewältigen, muss der Mensch permanent auf diese dynamischen Anforderungen reagieren, um den CoM über der Unterstützungsfläche zu halten und so in Balance zu bleiben (Winter, 2009, S. 130). Ein Beispiel dafür ist der Vorbeugetest bzw. Vorlauftest, der in der therapeutischen Befunderhebung häufig eingesetzt wird und eine alltägliche Bewegung, die der Mensch jedesmal beim Bücken braucht, widerspiegelt. Durch die Flexion des Oberkörpers nach vorne, verlagert sich der CoM ebenfalls nach vorne. Um das Gleichgewicht zu halten, bewegt sich das Becken automatisch nach hinten, sodass der CoM nun wieder innerhalb der Unterstützungsfläche liegt. Diese unwillkürlich ablaufenden Ausgleichsbewegungen sind wichtig zur Stabilisierung.

Noch interessanter wird die Verlagerung des CoM bei komplexen Bewegungsabläufen, wie man sie zum Beispiel im Sport finden kann. Hierbei kann es sogar sein, dass der CoM außerhalb des Körpers liegt. So bewegt sich etwa beim Hochsprung der CoM unterhalb der Latte durch (Klein & Sommerfeld, 2007, S. 18-20).

### *2.2.3 Bedeutung von Haltung und posturaler Kontrolle in der Therapie*

In der Therapie und in der Medizin nimmt die Haltung eine eminent wichtige Funktion ein. Nicht umsonst umfasst die Befunderhebung im ärztlichen oder therapeutischen Setting, immer eine Inspektion der Haltung und Statik als Hinweis auf mögliche Dysfunktionen (Ciranna-Raab, Fossum & Och, 2010, S. 81; Imhoff, Baumgartner & Linke, 2006, S. 2).

In der Osteopathie werden ein ventrales und ein dorsales Haltungsschema postuliert, die zu typischen Läsionsmustern führen. Die Haltung soll mit bestimmten Spannungszonen korrelieren und erste Hinweise auf die Grundproblematik und den Behandlungsansatz liefern (Ciranna-Raab et al., 2010, S. 81). Im Widerspruch zu dieser Theorie, und besonders zur Annahme eines dorsalen Haltungsschemas, steht die in Relation zum

Drehpunkt permanent anteriore Lage des CoM, deren Auswirkung auf den Körper durch die posterioren Muskeln kontrolliert wird. Dieses Bauprinzip wirkt im ersten Moment unökonomisch. Letztlich dient es dem Schutz und dem verbesserten Stoffwechsel der Wirbelsäule. Läge die Schwerlinie in der Wirbelsäule, würden die passiven Strukturen durch die gleichförmige Kompression verstärkt abnützen. Durch die ausgleichende Pendelbewegung kommt es zur zyklischen Kontraktion und Relaxation der Muskulatur und damit zur Be- und Entlastung der Wirbelsäule. Es handelt sich dabei außerdem um ein effektives Stoßdämpfersystem (Klein & Sommerfeld, 2007, S. 14).

Der Zusammenhang zwischen Veränderungen der posturalen Kontrolle und Schmerzzuständen der Wirbelsäule wurde wiederholt erforscht. In ihrem systematischen Review fassen Ruhe, Fejer und Walker (2011) die Ergebnisse aus letztlich 16 Studien zusammen, die die Veränderungen der Balanceperformance zwischen gesunden ProbandInnen und PatientInnen mit unspezifischen Rückenschmerzen im unteren Wirbelsäulenbereich (non-specific low back pain = NSLBP) untersucht haben. NSLBP wurde dabei als Schmerzzustand der Wirbelsäule definiert, ohne neurologische Symptomatik oder strukturellen Schaden. Dabei zeigt sich, dass sich der CoP bei NSLBP-PatientInnen mit einer höheren Geschwindigkeit bewegt und generell eine größere Bewegungsexkursion erfährt, vor allem in anterior-posteriorer Richtung. Verstärkt wurde dieser Effekt durch das Unterbinden der visuellen Kontrolle. Auch diese Autoren halten fest, dass die Verlagerung des CoP nicht mit dem postural sway gleichzusetzen ist, jedoch als Ausdruck der Aktivität des motorischen Systems interpretiert werden kann. Durch diese Ergebnisse kann zwar keine kausale Beziehung bestätigt werden, sie zeigen dennoch, dass sich Veränderungen im motorischen System, zum Beispiel durch Schmerzen, auf den CoP auswirken und so sichtbar gemacht werden können. Dieser Gedanke ist wichtig und führt zur Forschungsidee der vorliegenden These, die sich letztlich mit Mittellinienstrukturen wie der Wirbelsäule auseinandersetzt.

Neben der reinen Inspektion ist auch der Global-Listening-Test, oder Ecoute-Test, ein integraler Teil der Haltungsanalyse in der osteopathischen Befundung, durch den das aufgefundene Haltungsschema bestätigt oder widerlegt werden soll. Bei diesem Test legt der Therapeut/die Therapeutin je eine Hand auf den Kopf und die Brustwirbelsäule oder den lumbosakralen Übergang des Patienten/der Patientin. Er oder sie wird aufgefordert, die Augen zu schließen, während der Therapeut/die Therapeutin die Bewegung des Körpers wahrnimmt und damit weitere Schlüsse auf eine Dysfunktion ziehen kann (Ciranna-Raab et al., 2010, S. 83). Veränderungen der Haltung werden vor und nach der Therapie verglichen, um so den Behandlungserfolg zu evaluieren.

#### 2.2.4 Messverfahren

Um nun die Kräfte zu messen, die der Körper im Rahmen der posturalen Kontrolle auf das Umfeld ausübt, braucht es ein geeignetes Kraftmessgerät. Sogenannte Kraftaufnehmer (= force transducer) nehmen die Kräfte auf und rechnen diese proportional in elektrische Signale um. Möchte man nun zwei oder mehr Richtungen berechnen, braucht es entsprechend zwei oder mehr Kraftaufnehmer, die im rechten Winkel zueinander stehen und diese Kräfte messen. Sobald der Mensch seine Füße belastet, sei es nun im Stehen oder Gehen, wirkt die Bodenreaktionskraft auf den Körper ein. Diese ist eine dreidimensionale Kraft mit einer vertikalen und zwei translatorischen Komponenten. Eine Kraftmessplatte, wie sie auch in der vorliegenden Studie verwendet wird, ist geeignet, um alle drei Kraftkomponenten zu messen. Es handelt sich dabei um eine flache Platte, die auf drei oder vier dreiachsigen Kraftaufnehmern ruht. Diese messen die einwirkenden vertikalen Kräfte und berechnen daraus den CoP. Würde auf alle Ecken die exakt gleiche Kraft wirken, läge der CoP in der Mitte der Kraftmessplatte (Winter, 2009, S. 117).

Crétual (2015) kritisiert in seinem Review die Tatsache, dass die Verlagerung des CoP oft synonym mit der posturalen Kontrolle gesetzt wird. Um tatsächlich eine Aussage über die Stabilität im aufrechten Stand machen zu können, muss nach diesem Autor das Verhältnis von CoM zu CoP gemessen werden. Die Verlagerung des CoP ist zwar eng mit der posturalen Kontrolle verbunden, ist jedoch nur ein Teilaspekt der Analyse. Jedoch lenkt auch er ein, dass eine solche Messung schwierig ist, da die Berechnung des CoM bisher entweder nach einem biomechanischen Modell stattfindet oder aber durch teure und seltene Geräte berechnet werden muss, die im klinischen Alltag bisher keine Relevanz haben. In den von ihm inkludierten 252 Studien, die sich mit Haltungsanalyse auseinandersetzten, nutzten etwa zwei Drittel aufgrund der besseren Durchführbarkeit das CoP-Modell. Crétual (2015) warnt davor, die Begriffe „posturale Kontrolle und Stabilität“ mit der „CoP-Verlagerung“ gleichzusetzen und empfiehlt, dass man bei einer Messung mit einer Kraftmessplatte lieber den zuletzt beschriebenen Term benutzen soll. Die Begriffsverwirrung, die Winter (2009) und Crétual (2015) anmerken, erschwerte auch die Literaturrecherche zu dieser Masterthese. Im Folgenden wird in dem Zusammenhang von CoP-Verlagerung gesprochen, um der Empfehlung von Crétual (2015) zu folgen und den biomechanisch richtigen Term zu verwenden.

## 2.3 Weg zur Forschungsfrage

Nun soll wieder der osteopathische Aspekt dieser Masterthese in den Mittelpunkt rücken. Dazu möchte die Autorin aus ihrer Praxiserfahrung berichten. Im Rahmen der Arbeit in der neurologischen Rehabilitation kommt man mit vielen PatientInnen in Kontakt, die im wahrsten Sinne „ihre Mitte verloren haben“, wie es zum Beispiel bei einer netten Patientin, die in der chronischen Phase nach einem Schlaganfall noch immer deutliche Stand- und Gangasymmetrien aufwies, der Fall war. Aufgrund ihrer Erschöpfung nach einem langen Rehabilitationstag wurde der Therapieplan abgeändert und statt des geplanten Trainings eine Midline-Behandlung durchgeführt. Die Patientin empfand die Behandlung als sehr angenehm und berichtete von einem allgemeinen Wohlgefühl. Doch die eigentliche Überraschung kam, als sie von der Therapieliege aufstand. Auf einmal belastete sie ihr gelähmtes Bein deutlich besser und ihre gesamte Haltung richtete sich mehr zur Mitte aus. Dieser Effekt war so verblüffend, dass daraus die Idee entstand, sich mit der Midline-Thematik auseinanderzusetzen. Dabei stellte sich von selbst die Frage: Kann man den Effekt einer Behandlung, die so im Einklang mit den tiefen osteopathischen Prinzipien steht, objektiv sichtbar und sogar messbar machen?

### 2.3.1 *Midline und Symmetrie*

Im Kapitel 2.1 wurde die Midline als Phänomen vorgestellt, das in der embryologischen Entwicklung für die erste Formgebung verantwortlich ist und in weiterer Folge das Wachstum und die Entwicklung des Embryos organisiert. Alle zitierten Osteopathen sind sich einig, dass die Kraft der Midline über das gesamte Leben hinweg bestehen bleibt und den Ursprung für Gesundheit und räumliche Ausrichtung darstellt. Ebenso wurde bereits erklärt, wie sich die Midline durch äußere und innere Einflüsse verändern kann.

McPartland und Skinner (2014b) treffen eine sehr genaue Aussage, wie sich eine Veränderung der Midline auf den Körper auswirken kann: „Eine falsche Midline hat eher eine aus dem Gleichgewicht bringende (off-centering) ... Wirkung auf den gesamten Organismus“ (S. 321). Sie stellen damit den Bezug zwischen der Midline und dem Gleichgewicht her. Jealous (2000b, Track 2) erklärt, dass die Wahrnehmung in einer Beziehung zur Midline steht und sich somit mit der Midline verändern kann. In einer solchen Situation soll durch die Behandlung die Beziehung zwischen einer Struktur, die eine Dysfunktion aufweist, und der Mitte wiederhergestellt werden (Dunshirn, 2006, S. 61). Wenn sich nun durch eine osteopathische Behandlung Spannungsmuster, die eine falsche Midline hervorgerufen haben können, auflösen, kann sich der Körper wieder an

der Midline ausrichten (Liem, 2014c, S. 306). Dies bedeutet, dass jener off-centering-Effekt aufgehoben werden kann und der Körper sich wieder zur Mitte orientiert, was sich in einer Veränderung des CoP widerspiegeln könnte.

Eine dysfunktionelle Midline, im Sinne einer Funktionsstörung der Midline, muss sich nicht in der äußeren Struktur zeigen. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Skoliose, also die Abweichung der Wirbelsäule von der Mittellinie. Ein Skoliosepatient/eine Skoliosepatientin ist zwar strukturell gesehen nicht in seiner/ihrer Mitte, kann aber funktionell dennoch gut an der Midline ausgerichtet sein und damit einen guten Zugang zu seinen/ihren Gesundheitsressourcen haben (Dunshirn, 2006, S. 70). Genauso wenig kann der Umkehrschluss gezogen werden. Jemand, der nach außen symmetrisch erscheint, kann dennoch Probleme mit der Midline haben und dementsprechend Symptome zeigen.

Nach dem Stand der Literaturrecherche gibt es keinen Nachweis, ob bestimmte Krankheitsbilder mit Veränderungen der Midline korrelieren. In dieser These soll nun eine Basis gelegt werden, indem zunächst untersucht wird, ob die Fokussierung auf die Midline bei einem gesunden Erwachsenen eine zentrierende Wirkung hat.

### *2.3.2 Interventionsstudien und Haltung*

Auch wenn es bisher keine Interventionsstudien gibt, die sich mit der Midline auseinandergesetzt haben, wurde der Einfluss unterschiedlicher Behandlungsstrategien auf die Haltung und die posturale Kontrolle bereits untersucht.

Zahlreiche Studien findet man zu dem Thema, wie sich Training unter unterschiedlichen Voraussetzungen und in verschiedenen Lebensabschnitten auswirkt. Vor allem das Balancetraining gilt als sicherer Weg, um die posturale Kontrolle zu verbessern. Die Autoren Lesinski, Hortobagyi, Muehlbauer, Gollhofer und Granacher (2015a) untersuchten die Spezifikationen, die ein Balancetraining mit sich bringen muss, um effektiv zu sein, zunächst an gesunden jungen Erwachsenen (Lesinski et al., 2015a) und später an gesunden älteren (> 65 Jahre) Erwachsenen (Lesinski, Hortobagyi, Muehlbauer, Gollhofer & Granacher, 2015b). In den beiden systematischen Reviews mit angehängter Metaanalyse inkludierten sie 25 respektive 23 Studien und konnten den Effekt von Balancetraining auf verschiedene Parameter der posturalen Kontrolle nachweisen. Sie filterten eine klare Empfehlung über Trainingsfrequenz, -dauer und Übungszeitraum heraus. Wider ihre eigene Hypothese stellten sie fest, dass das Trainingsregime unabhängig vom Alter ist und dementsprechend kein Alterseffekt besteht. Kümmel, Kramer, Giboin und Gruber (2016) schränken die Wirksamkeit von Balancetraining jedoch

ein, indem sie mit ihrem Review aufzeigen, dass sich vorrangig die trainierten Balancefunktionen verbessern, sich der Effekt jedoch nicht auf die nicht-trainierten Aufgaben ausweitet. Die Aussagekraft des Reviews ist durch die geringe Anzahl der inkludierten Studien (n = 6), bedingt durch die Unterschiede in der Qualität, beschränkt, wie die Autoren selbst anmerken.

Ghai, Ghai und Effenberg (2017) erstellten ein groß angelegtes Review mit integrierter Metaanalyse, um den gegenwärtigen Stand der Forschung zum Einfluss von Doppelaufgaben (dual tasks) beziehungsweise von dual-task-Training auf die posturale Kontrolle wiederzugeben. Bei einer Doppelaufgabe muss der/die Übende eine primäre Aufgabe bewältigen, währenddessen die Aufmerksamkeit auf eine zweite, externe Aufgabe gelenkt wird. Die Autoren inkludierten letztlich 42 aus ursprünglich 1.284 Studien und bereiteten die Daten von acht in ihrer Metaanalyse auf. Dabei stellten sie fest, dass die posturale Kontrolle deutlich durch dual tasks beeinflusst wird. Sie differenzierten dabei klar zwischen der sofortigen Auswirkung solcher Doppelaufgaben auf die Stabilität und der Wirkung, die ein dual-task-Training haben kann. Den direkten Effekt auf die Haltung beurteilten 30 % der Studien als positiv, 50 % als negativ, während die restlichen 20 % keinen Effekt feststellen konnten. Besonders in Populationsgruppen, die durch neurologische Erkrankungen und/oder Stürze in der Vergangenheit als sturzgefährdet gelten, verschlechterte sich die spontane posturale Stabilität durch die Ablenkung. Es wurde außerdem eine negative Korrelation zwischen der Komplexität der Doppelaufgabe und der posturalen Kontrolle bei PatientInnen mit Multipler Sklerose festgestellt. Im Gegensatz dazu konnte das dual-task-Training gut abschneiden. 87,5 % der inkludierten Studien berichteten von einem positiven Effekt, vor allem bei älteren und auch sturzgefährdeten TeilnehmerInnen und PatientInnen im subakuten und chronischen Stadium nach einem Schlaganfall. Diese Verbesserung bezieht sich auf die Haltungsstabilität und auch die kognitive Leistungsfähigkeit. Allgemein erzielten Trainingsregimes mit variablem Fokus, also solche bei denen sich die ProbandInnen die eine Hälfte der Zeit auf die posturale Aufgaben konzentrierten und die andere Hälfte auf die kognitive Aufgaben, bessere Ergebnisse als solche mit festgelegtem Fokus, wo beide Aufgaben die gleiche Priorität haben.

Neben den aktiven Trainingsmöglichkeiten wurden auch passive therapeutische Maßnahmen bereits in Hinblick auf ihren Effekt auf Balance und posturale Kontrolle untersucht. So verfassten Ruhe, Fejer und Walker (2013) und Holt, Haavik und Elley (2012) jeweils ein Review zu dem Thema, wie sich manuelle Therapie auf die Balancefähigkeit auswirkt. Sie inkludierten neun respektive elf Studien in ihren

Übersichtarbeiten und stießen dabei auf die gleiche Schwierigkeit, qualitativ hochwertige Studien zu diesem Thema zu finden. Es bestand eine gewichtige Heterogenität zwischen den gescreenten Studien in Bezug auf die Interventionen, die ProbandInnengruppen und die Messverfahren. So erklärt sich die geringe Anzahl von inkludierten Studien in beiden Reviews, welche eine Metaanalyse unmöglich machte. Unter manueller Therapie verstanden beide Autorengruppen Anwendungen wie Manipulation, Mobilisation, Massage oder andere Maßnahmen, die mit Berührung einhergehen. Die Anwendungsregion wurde in beiden Reviews nicht weiter eingegrenzt und umfasste alle Abschnitte der Wirbelsäule und die unteren Extremitäten. Laut Holt et al. (2012) präsentierten neun der inkludierten elf Studien eine statistisch signifikante Verbesserung der Balance nach einer Intervention mit einer manualtherapeutischen Anwendung. In sechs davon wurden die Verbesserungen mithilfe einer Kraftmessplatte erhoben, wie sie auch in der vorliegenden Masterthese zur Anwendung kommt. Die Interventionen, die zu einer Verbesserung der Balance führten, umfassten unter anderem Manipulationen und Mobilisationen im Fuß und im Sprunggelenk, Mobilisationen der Brustwirbelsäule mit Weichteiltechniken, Chiropraktik, eine osteopathische Manipulationstechnik und Gleitmobilisationen im Bereich der Halswirbelsäule. Nur ein Jahr später stellten Ruhe et al. (2013) der Manualtherapie ein weniger gutes Zeugnis aus. Sie konnten in ihrem Review keine Evidenz für Veränderungen des postural sway im Anschluss an manualtherapeutische Maßnahmen zumindest bei gesunden ProbandInnen finden. Sie machten jedoch darauf aufmerksam, dass es eine negative Korrelation zwischen dem Schmerzlevel, der sich durch Manualtherapie beeinflussen lässt, und der Schwankung gibt. Für diesen Punkt konnten sie eine schwache Evidenz angeben. Abgesehen davon können diese Autoren keinen zusätzlichen biomechanischen oder neurophysiologischen Effekt von manuellen Interventionen auf die Balance erkennen. Sie raten Praktikern sogar davon ab, einen solchen Effekt weiterhin zu postulieren. Die Autorin dieser These möchte an diesem Punkt einwenden, dass damit nicht gesagt werden soll, dass Manualtherapie keinen Effekt hat. Dieses Review zeigt nur, dass Manualtherapie nicht zu der häufig anvisierten Verbesserung der posturalen Stabilität führt.

Betrachtet man beide Reviews im Vergleich, drängt sich die Frage auf, wie die Autoren bei ähnlicher Fragestellung innerhalb eines Jahres zu diesen konträren Ergebnissen kommen konnten. Beide Autorengruppen waren darauf bedacht, eine umfassende Literaturrecherche durchzuführen und unternahmen dokumentierte Schritte, um eine Verzerrung zu vermeiden. Vier Studien wurden in beiden Reviews inkludiert und von den Autoren qualitativ gut bewertet. Diese Studien konnten alle eine Verbesserung nach der

Behandlung messen. Wie es dennoch zu den Unterschieden in der Schlussfolgerung kommt, kann an dieser Stelle nicht final geklärt werden.

Auf eine der inkludierten Studien soll nun näher eingegangen werden, da es sich um eine der selteneren osteopathischen Interventionsstudien handelt. Jones, Fryer, Vaughan und McLaughlin (2004) teilten ihre 41 ProbandInnen im Alter von 18 bis 29 Jahren auf zwei Gruppen auf. Die Interventionsgruppe wurde mit high-velocity-low-amplitude-Techniken, Muskelenergie- und myofascialen Techniken – zusammengefasst unter dem Begriff osteopathische manipulative Therapie – behandelt. Die Kontrollgruppe erhielt keine Anwendung, was auf jeden Fall aufgrund des möglichen Nonceboeffekts als kritisch anzumerken ist. Der primäre Outcomeparameter, nämlich die Geschwindigkeit der CoP-Verlagerung gemessen auf einer Kraftmessplatte, reduzierte sich in der Interventionsgruppe signifikant für den Tandemstand mit offenen und geschlossenen Augen. Keine Unterschiede konnten im bipedalen und im unipedalen Stand festgestellt werden. Auch wenn es sich bei dieser Studie um eine Pilotstudie handelt, erfüllt sie qualitative Gütekriterien wie Randomisierung und Blindierung des Testers/der Testerin. Eine Blindierung der ProbandInnen und der durchführenden TherapeutInnen war nicht möglich.

Kraniale Behandlungsmethoden, die vom Zugang her eher der untersuchten Methode dieser Masterthese ähneln, wurden in der Pilotstudie von Lopez et al. (2011) hinsichtlich ihres Effekts auf die posturale Kontrolle bei älteren PatientInnen untersucht. 40 ProbandInnen im Alter von 65 Jahren oder älter nahmen an dieser Studie teil. Die Interventionsgruppe wurde nach einem osteopathischen manipulativen Behandlungsprotokoll mit Betonung kranialer Techniken (unter anderem Dekompression im occipito-atlanto-axialen Komplex, Sinus venosus Techniken, CV-4, V-spread Techniken) behandelt, während die Kontrollgruppe keine Behandlung erhielt. Nach vier Therapieeinheiten konnte ein signifikanter Gruppenunterschied hinsichtlich der Schwankungen in anterior-posteriorer Richtung nachgewiesen werden. Die Autoren konkludierten, dass die Anwendung eines osteopathischen Behandlungsprotokolls inklusive kranialer Techniken die posturale Kontrolle beeinflussen kann.

### *2.3.3 Postura und Midline*

Was vereint die Studien im vorangegangenen Kapitel? In allen vorgestellten Studien und Reviews versuchten die Forscher anhand von Veränderungen der Haltung, beziehungsweise der CoP-Verlagerung, Effekte einer Behandlungsoption sichtbar und messbar zu machen. Dabei wurden aktive Trainingskonzepte untersucht, aber auch

passive Behandlungsmethoden. Einige wenige Studien untersuchten dabei den Effekt von osteopathischen Techniken. An dieser Stelle kann die Kritik von Crétual (2015) bestätigt werden: In den gescreenten und vorgestellten Studien werden die Begriffe „posturale Stabilität“, „posturale Kontrolle“, „Balance“ und „Haltung“ synonym verwendet, obwohl in den Studien fast ausschließlich die Verlagerung des CoPs gemessen wurde, ohne den CoM zu berücksichtigen.

Lopez et al. (2011) zeigten mit ihrer Forschung, dass auch schwer zu fassende Methoden, wie man sie zum Beispiel in der kranialen Osteopathie findet, mit einer quantitativen Messung erforscht werden können. Obwohl das biodynamische Modell und die Idee einer Midline-Behandlung bereits mehrere Jahrzehnte alt sind, konnten keine quantitativen Forschungsergebnisse diesbezüglich gefunden werden. Die Gründer und Experten des BOCF verweisen auf die Urväter der Osteopathie und deren Ideen zu Gesundheit und Krankheit, wenn sie das Modell und die Behandlungsansätze erklären. Es soll nun eine Brücke in die Gegenwart geschlagen werden, mit dem Ziel, der Forderung nach evidenzbasierter Therapie nachzukommen. Das Ziel der Studie, die im methodologischen Teil dieser Arbeit präsentiert wird, ist es, einen möglichen Effekt einer Midline-Behandlung sichtbar zu machen anhand seiner Auswirkungen auf den CoP, der im Weiteren Rückschlüsse auf die posturale Kontrolle zulässt. Es ist der Versuch, die Lücke im Puzzle der osteopathischen Forschung weiter zu verkleinern.

### **3 METHODENTEIL**

Im folgenden Kapitel wird nun der Aufbau der Studie vorgestellt. Beginnend mit der Forschungsfrage und den daraus gewonnenen Hypothesen werden danach das Studiendesign, die Probandenauswahl inklusive Ein- und Ausschlusskriterien und der Ablauf der Studie erläutert.

#### **3.1 Forschungsfrage und Hypothese**

Ziel der Studie ist die Beantwortung der folgenden Forschungsfrage:

Kann nach einer einmaligen Midline-Behandlung bei gesunden, asymptomatischen Erwachsenen im Vergleich zu einer Scheinbehandlung eine Veränderung der CoP-Verlagerung gemessen werden?

Daraus ergibt sich die folgende Null- und Alternativhypothese:

H0: Eine Behandlung der Midline hat keinen Einfluss auf die Verlagerung des CoP im Stand bei gesunden, asymptomatischen Erwachsenen ( $p > 0,05$ ).

H1: Eine Behandlung der Midline hat einen Einfluss auf die Verlagerung des CoP im Stand bei gesunden, asymptomatischen Erwachsenen ( $p < 0,05$ ).

#### **3.2 Forschungsdesign**

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine randomisierte kontrollierte Studie (RCT) mit Parallel-Design.

RCTs gelten als Goldstandard, wenn Therapien hinsichtlich ihrer Wirksamkeit untersucht werden sollen. Ein RCT zeichnet sich dadurch aus, dass die teilnehmenden ProbandInnen nach dem Zufallsprinzip (random) auf zwei oder mehr Gruppen aufgeteilt werden. Die Gruppen erhalten nun unterschiedliche Interventionen. Hierbei erhält die Experimentalgruppe die zu untersuchende Anwendung, während die Kontrollgruppe eine Scheinbehandlung, eine alternative oder keine Therapie erhält. Für die vorliegende Studie wurde eine Scheinbehandlung gewählt. Im Anschluss werden die Gruppen in Hinblick auf den Therapieerfolg miteinander verglichen, sodass die Wirksamkeit der „neuen“ Methode in Relation zum Erfolg der Kontrollmethode bewiesen oder widerlegt werden kann

(Scherfer & Bossmann, 2011, S. 88). Auch Charness, Gneezy und Kuhn (2012) bevorzugen Studiendesigns, die zwischen Gruppen untersuchen, räumen aber ein, dass auch within-subject-designs, also jene, bei denen ProbandInnen mit sich selbst verglichen werden im Sinne eines Prä- und Posttests, gelegentlich unumgänglich sind. Dieses Design unterliegt jedoch häufiger Störfaktoren.

### **3.3 Literaturrecherche**

Die Literaturrecherche fand im Zeitraum von April 2017 bis Jänner 2018 in mehreren Phasen statt. Es wurden die Datenbanken Pubmed, Cochrane Library und Osteopathic Research sowie die Journals „International Journal of Osteopathic Medicine“, „The Journal of the American Osteopathic Association“ und „Deutsche Zeitschrift für Osteopathie“ auf folgende Schlagworte durchsucht: midline, embryology, biodynamics, jealous, craniosacral, posture, postural sway, center of pressure, balance, manual therapy, training. Boolesche Operatoren wurden eingesetzt, um die Ergebnisse zu spezifizieren. Nach allen Begriffen wurde in Deutsch und in Englisch gesucht. Die Suchergebnisse in eben diesen Sprachen wurden zunächst per Abstract evaluiert, bei zu vermutender Relevanz wurde der Volltext gelesen und hinsichtlich seiner Qualität bewertet. Im Vergleich zu dem geringen Trefferergebnis zum Thema Midline und Biodynamik erzielte die Suche zum Thema Haltung ein sehr umfangreiches Outcome. Um dieses zu bewältigen, wurden zunächst vor allem systematische Reviews und Metaanalysen zu dem Thema gelesen und bei Bedarf einzelne Studien beschafft.

### **3.4 Stichprobenbeschreibung**

Wie die Forschungsfrage bereits klar hervorhebt, werden in dieser Studie gesunde Erwachsene untersucht. Im Rahmen der Ein- und Ausschlusskriterien wird auf die Begriffe „gesund“ und „erwachsen“ eingegangen, um die Wahl der Stichprobe verständlich zu machen.

#### *3.4.1 Einschlusskriterien*

ProbandInnen für diese Studie sind gesunde Erwachsene im Alter von 18–65 Jahren. Diese Altersspanne ist durch die motorische Entwicklung begründet. Meinel und Schnabel (2007) beschreiben in ihrem Standardwerk „Bewegungslehre – Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt“ die Ontogenese, also die

motorische Entwicklung des Menschen vom pränatalen Stadium bis zum Tod, und arbeiten dabei die Schwerpunkte der einzelnen Lebensabschnitte heraus. Der Zielparameter der vorliegenden Studie, nämlich die CoP-Verlagerung als Hinweis auf posturale Kontrollmechanismen, zählt zu den koordinativen Fähigkeiten. Es handelt sich dabei um eine „Klasse motorischer Fähigkeiten, die vorrangig durch die Prozesse der Bewegungsregulation bedingt sind .... Koordinative Fähigkeiten sind Leistungsvoraussetzungen zur Bewältigung dominant-koordinativer Aufgaben“ (Meinel & Schnabel, 2007, S. 472).

Die beste motorische Lernfähigkeit findet sich laut diesen Autoren im späten Kindesalter (geschlechterabhängig 10. bis 12./13. Lebensjahr). In diesem Alter erreichen Kinder ein gutes Durchschnittsniveau in Bezug auf koordinative Fähigkeiten. In den anschließenden zwei bis drei Lebensjahren, die man als Pubeszenz bezeichnet, kommt es zu einer Stagnation der koordinativen Entwicklung beziehungsweise zu einem leichten Rückschritt. In der Adoleszenz (geschlechterabhängig 13. bis 18./19. Lebensjahr) erfahren bestimmte koordinative Fertigkeiten, wie Bewegungsrhythmus oder Bewegungskonstanz, einen weiteren Entwicklungsschub. Vor allem männliche Jugendliche entwickeln sich in dieser Zeit deutlich weiter. Den Höhepunkt erreichen sie dann im jungen Erwachsenenalter. Während es demnach im Kindes- und Jugendalter zu einer stetigen Veränderung der motorischen Leistungsfähigkeit kommt, überwiegt im Erwachsenenalter die motorische Konstanz. Diese 50 bis 65/70 Lebensjahre, die in ein frühes, mittleres und spätes Erwachsenenalter gegliedert werden, umspannen die „leistungsstarken Jahren mit einer voll ausgeprägten Motorik (Adoleszenz/Beginn des Erwachsenenalter) und reichen bis hin zu den Phasen, die durch Veränderungen in den verschiedenen Einflussbereichen auch zu progressiven Involutionerscheinungen in der Motorik führen (spätes Erwachsenenalter)“ (Meinel & Schnabel, 2007, S. 343). Ab dem 65. Lebensjahr (späteres Erwachsenenalter) überwiegt laut diesen Autoren die „ausgeprägte motorische Leistungsminderung“ (Meinel & Schnabel, 2007, S.248). Hageman, Leibowitz und Blanke (1995) bestätigen die altersabhängigen Veränderungen der posturalen Kontrolle. In einer Querschnittsstudie verglichen sie ProbandInnen aus dem frühen Erwachsenenalter und dem späteren Erwachsenenalter. Alle erhobenen Parameter verschlechterten sich mit dem Alter, während das Geschlecht keine Auswirkung auf die posturale Stabilität hatte. Laughton et al. (2003) bestätigten dies erneut. Sie konnten eine Zunahme der Schwankung in anterior-posteriorer Richtung sowie der Muskelaktivität im Stand bei älteren ProbandInnen (> 65 Jahre) im Vergleich zu einer jungen ProbandInnengruppe messen. Innerhalb der älteren Gruppe wurde kein signifikanter Unterschied zwischen

jenen ProbandInnen, die in der Vorgeschichte von Stürzen berichteten, und den sturzf freien ProbandInnen festgestellt.

Gesundheit wurde von der World Health Organization bereits 1948 bis heute gültig definiert als „the state of complete physical, mental, and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity“ (World Health Organization, 2004, S. 28). Auch Bonnet und Baudry (2016) suchten für ihre Studie zur posturalen Kontrolle ebenfalls gesunde Erwachsene. Sie definierten „gesund“ für sich als das Fehlen von bekannten Krankheiten, vor allem neurologischen Erkrankungen (siehe 3.4.2 Ausschlusskriterien) und Verletzungen. An dieser Definition lehnt sich die vorliegende Studie an.

Die weiteren Einschlusskriterien ergeben sich aus dem Studienablauf. Für die Durchführung der geplanten Intervention müssen die ProbandInnen 30 bis 45 Minuten auf dem Rücken liegen können. Die Messung in vier verschiedenen Ausgangspositionen erfordert außerdem eine freie Stehfähigkeit für insgesamt rund fünf Minuten mit offenen und geschlossenen Augen (siehe Punkt 3.6 Studienablauf). Diese Grundvoraussetzung wurde bei der ersten Kontaktaufnahme mit den ProbandInnen erfragt und am Erhebungsbogen festgehalten. Weiters müssen alle ProbandInnen die Anweisungen befolgen können und in die Studie schriftlich einwilligen.

### *3.4.2 Ausschlusskriterien*

Wie der zuvor genannte Terminus „gesunde Erwachsene“ bereits vermuten lässt, werden ProbandInnen mit vorliegenden Erkrankungen von der Studie ausgeschlossen. Dieser große Begriff muss jedoch etwas eingeschränkt werden. Vor allem das Bestehen von neurologischen Erkrankungen stellt wegen deren Einfluss auf die posturale Kontrolle ein absolutes Ausschlusskriterium dar. Dieser Einfluss wurde in mehreren Studien untersucht. In dem Review von Ghai et al. (2017) wurde der nachteilige Effekt von Doppelaufgaben auf die posturale Stabilität bei PatientInnen mit Multipler Sklerose, Morbus Parkinson und degenerativen Erkrankungen des Kleinhirns festgestellt. Die Autoren differenzierten dabei, dass PatientInnen mit Multipler Sklerose unterschiedlich auf die Art und Komplexität der Doppelaufgaben reagierten. Stilles Rückwärtszählen verbesserte die posturale Performance, Wortlistengenerierungsaufgaben reduzierten diese. Karst, Venema, Roehrs und Tyler (2005) zeigten in ihrer Studie, dass bereits minimal beeinträchtigte PatientInnen mit Multipler Sklerose, die in der klinischen Gleichgewichtstestung noch unauffällig sind, schon signifikante Unterschiede bei der Messung des CoP auf einer Kraftmessplatte bei dynamischen Aufgaben aufweisen. Es wurden 21 PatientInnen untersucht hinsichtlich ihrer CoP-Verlagerung (Distanz und Geschwindigkeit) bei verschiedenen Aufgaben mit

Gewichtsverlagerung oder Greifaufgaben. Die Ergebnisse wurden im Anschluss per Matching-Verfahren mit gesunden ProbandInnen verglichen. Die Experimentalgruppe zeigte, obwohl sie die Aufgaben ebenfalls erfolgreich beenden konnte, geringere maximale Ausschläge für den CoP. Dies wurde von den Autoren als reduzierte (freiwillige oder unfreiwillige) Bereitschaft interpretiert, den Körper in eine zu labile Position zu bringen. Wenn bereits leicht beeinträchtigte PatientInnen Veränderung hinsichtlich der posturalen Parameter zeigen, sollte es nicht überraschen, dass sich bei Progredienz der Erkrankung diese Veränderungen mehren. Sowohl Schwankungsbereich und -geschwindigkeit als auch die Schwankungen in medio-lateraler Richtung steigern sich zum Beispiel mit dem Grad der Spastizität der Wadenmuskulatur (Sosnoff, Shin & Motl, 2010).

PatientInnen mit idiopathischer Parkinsonerkrankung zeigen ebenfalls Veränderungen bei posturographischen Messungen im Vergleich zu gesunden ProbandInnen. So konnten positive klinische Testergebnisse beim Pull-Test und beim Tandemgang – zwei Tests, die im Rahmen der Parkinsondiagnostik regelmäßig durchgeführt werden – durch einen gesteigerten postural sway, gemessen auf einer Kraftmessplatte, bestätigt werden. Dabei zeigten die Ergebnisse des Tandemgangs eine hohe Korrelation zu Veränderungen in der statischen und dynamischen Posturographie (Ebersbach & Gunkel, 2011).

Bei PatientInnen nach Schlaganfall steht besonders die Rechts-Links-Asymmetrie im Vordergrund. Diese PatientInnen zeigen eine vergrößerte Schwankungsbreite besonders in medio-lateraler Richtung, ein Effekt, der durch Entzug der visuellen Kontrollmöglichkeit noch verstärkt wird (de Haart, Geurts, Huidekoper, Fasotti & van Limbeek, 2004; Wang, Li, Wei, Yin & Yue, 2017). Auch wenn sich Balance- und Gangfähigkeit während der Rehabilitation nach Schlaganfall signifikant verbessern, normalisieren sich die Ergebnisse der Posturographie nicht (de Haart et al., 2004). Das Vorliegen solcher schweren Erkrankungen wird im Rahmen des Aufklärungsgesprächs in der Anamnese erhoben.

Ebenso werden Schwangere aus der Studie exkludiert. Die Auswirkung einer Behandlung mit Flüssigkeitstechniken bei Schwangeren ist nach dem Wissensstand der Autorin unzureichend belegt. Von der Anwendung anderer konkreter Techniken im Flüssigkeitsbereich wie dem CV-4 wird bei Schwangeren sogar abgeraten (Liem, 2010a, S. 440). Außerdem sollen Schwangere vor allem im letzten Trimenon nicht auf dem Rücken liegen („Psyhyrembel. Klinisches Wörterbuch“, 2004, S. 1902) und erfüllen damit eines der angeführten Einschlusskriterien nicht.

### 3.4.3 Stichprobengröße und Rekrutierung

Aufgrund der mangelnden Voruntersuchungen für die Behandlung mittels des biodynamischen Midline-Ansatzes ist eine Fallzahlberechnung nicht möglich. Die Größe der klinischen Stichprobe wurde auf je 16 Personen in der Versuchs- und Kontrollgruppe festgelegt.

Die PatientInnenrekrutierung erfolgte per Ausschreibung als E-Mail im Bekanntenkreis. Die ProbandInnen wurden in der Reihenfolge der Rückmeldungen und ihrer zeitlichen Möglichkeiten eingeteilt. Da keine Erkrankungen vorliegen durften, wie im vorigen Kapitel erklärt, konnten keine PatientInnen aus der eigenen Praxis inkludiert werden.

An der Studie nahmen wie geplant 32 ProbandInnen teil in einem Durchschnittsalter von 37,84 Jahren mit einer Standardabweichung (SD = standard deviation) von 14,35 Jahren. Es meldeten sich 17 Frauen (53,1%) und 15 Männer (46,9%). Die jüngste Teilnehmerin war 19 Jahre, der älteste Teilnehmer war 63 Jahre alt.

## 3.5 Materialien

### 3.5.1 Zielparameter

Für die Überprüfung der Null- und der Alternativhypothese wird das Verhalten des CoP gemessen, jeweils direkt vor und nach der Intervention beziehungsweise der Scheinbehandlung. Dabei werden die Länge des zurückgelegten Pfades des CoP, die Schwankungsfläche sowie die Schwankung des CoP in anterior-posteriorer und medio-lateraler Richtung erhoben. Der Ablauf eines Messdurchgangs (siehe 3.6.3) wird im Rahmen des Studienablaufs detailliert beschrieben.

### 3.5.2 Kraftmessplatte

Zur Messung der Zielparameter wird eine Kraftmessplatte verwendet (Satel Sarl, N° Série: PF2004 18S) mit dem vorhandenen Zubehör zur Standardisierung der Position des Probanden/der Probandin. Die Kraftmessplatte wird von der „Klinik und Kurhotel Bad Pirawarth GmbH & CoKG“ als Leihgerät zur Verfügung gestellt. Sie besteht aus einer stabilen Kraftmessplatte mit einer Größe von 480 x 480 x 65 mm. Durch Aufsteckmodule, die in vorgebohrten Löchern fixiert werden, kann eine standardisierte Position (siehe Punkt 3.6.3) vorgegeben werden. Vor jedem Messdurchlauf wurde für die drei Sensoren

der Offset bestimmt und zur Kontrolle der Signalqualität eine Testerausfassung durchgeführt. Die Datenerhebung erfolgte über die dazugehörige Software für Analyse und Rehabilitation der posturo-kinetischen Aktivität.

### *3.5.3 Validität und Reliabilität*

Bei dem gewählten Messinstrument handelt es sich um ein zertifiziertes Medizingerät. Die drei verwendeten Sensoren sind vom Typ Träger mit konstantem Moment (Empfindlichkeit 0,017%) und sind durch das französische Amt für Wägung und Messung zugelassen. Bauer, Groger, Rupprecht und Gassmann (2008) untersuchten die Kraftmessplatte von Satel hinsichtlich ihrer Reliabilität für vier Parameter und vier Ausgangstellungen. Sie attestieren dieser exzellente Reliabilitätswerte ( $> 0.90$ ), v. a. bei Tests mit geschlossenen Augen. Lediglich die Messung der Schwankungsfläche zeigte nur mäßige Reliabilität (0,710). Die Schwankung in medio-lateraler Richtung zeigte bei offenen Augen die beste Reliabilität. Die Autoren empfehlen letztlich ein Testprotokoll, bei dem Positionen ohne visuelle Kontrolle, sprich mit geschlossenen Augen, durchgeführt werden. Sie beschreiben diese Kraftmessplatte als gut geeignet, um den CoP zu messen.

## **3.6 Studienablauf**

### *3.6.1 Probedurchlauf*

Im August 2017 wurde ein Probedurchlauf mit einem Probanden durchgeführt. Dabei wurden das Testsetting und -protokoll, der Ablauf und die schriftlichen Anweisungen für die ProbandInnen hinsichtlich Schwierigkeiten und Fehler überprüft. Im Anschluss daran wurden die Anweisungen für die ProbandInnen überarbeitet, um Unklarheiten in der Erklärung zu beseitigen.

### *3.6.2 Randomisierung*

Für jeden Probanden/jede Probandin wurde ein Termin von 90 Minuten im Zeitraum von August bis Oktober 2017 vereinbart. Nachdem die Probanden das Einwilligungsfomular gelesen und unterschrieben hatten, wurde ein Erstgespräch durchgeführt, bei dem die Ein- und Ausschlusskriterien kontrolliert wurden.

Im Anschluss an das Gespräch wurden die ProbandInnen auf die Gruppen randomisiert aufgeteilt. Dazu waren je 16 Lose für die Experimentalgruppe („MID“) und die

Kontrollgruppe („SHAM“) in einer Schachtel vorbereitet. Um eine Verzerrung zu vermeiden, wurde das Los bereits nach dem Erstgespräch unter Anwesenheit des Probanden/der Probandin gezogen, jedoch verschlossen zur Seite gelegt, bis die erste Messungsreihe (= Baseline) finalisiert war. Erst im Anschluss daran wurde das Los geöffnet und nur von der behandelnden Therapeutin (= Autorin der Studie) gelesen.

### 3.6.3 Messung

Es fand jeweils ein Messdurchlauf vor und nach der Intervention bzw. Scheinbehandlung statt. Das Testprotokoll umfasste eine Messung in einer frei gewählten Stehposition mit offenen Augen und mit geschlossenen Augen. Die frei gewählte Spurbreite wurde auf einem weißen Blatt abgezeichnet. Eine weitere Messserie sollte der besseren Vergleichbarkeit der Studienteilnehmenden dienen und wurde daher in einer standardisierten Stehposition durchgeführt. Die Firma Satel bietet hierfür ein offizielles Zubehör, bestehend aus einer Fersenleiste und einem mittig zu platzierenden Keil, die auf der Messplatte aufgesteckt werden, wie in Punkt 3.5.2 beschrieben. Der zu Messende positioniert die Fersen und Fußinnenkante entlang dieses Zubehörs, was zu einem Stand in einer V-Position (2 cm Fersenabstand, 30° Winkel zwischen den Füßen) führt. Auch in dieser standardisierten Position wurde der Test mit offenen und geschlossenen Augen durchgeführt. In Einklang mit der Reliabilitätsstudie von Bauer et al. (2008) wurden alle Tests barfuß durchgeführt. Bei den Testungen mit offenen Augen wurden die ProbandInnen dazu angehalten, die weiße Wand in 90 cm Entfernung anzuvizieren. Jeder Test dauerte 30 Sekunden, wobei die Daten der letzten 25,6 Sekunden bei einer Frequenz von 40 Hz (entspricht 1.024 Messpunkten) automatisch vom Gerät aufgezeichnet wurden. Nach jeder Messung hatten die ProbandInnen jeweils eine Pause von ebenfalls 30 Sekunden.

### 3.6.4 Intervention und Scheinbehandlung

Nach der Baselineerhebung wurden die ProbandInnen beider Gruppen dazu aufgefordert, sich auf der Therapieliege eine angenehme Position in Rückenlage zu suchen. Diverse Pölster, Decken und Rollen wurden zur Verfügung gestellt. Erst im Anschluss daran wurde das Los von der behandelnden Therapeutin geöffnet und je nach Gruppenzugehörigkeit der Sessel für die Behandelnde positioniert.

Die Intervention, sprich die Behandlung der Midline, orientierte sich an den Vorgaben von Liem (2014c, S. 306). Wie bereits im Theorieteil ausführlich erläutert, gibt es nicht nur eine Midline und dementsprechend auch nicht eine Midline-Behandlung. Ganz allgemein

betrachtet, ist die Behandlung der Midline keine konkrete Technik, sondern viel mehr ein therapeutischer Zugang. Es gibt keine definitiven Vorgaben zur Handhaltung oder zum zeitlichen Ablauf (Dunshirn, 2006, S. 148). Um den wissenschaftlichen Ansprüchen zu genügen, wurden dennoch bei jedem Probanden/jeder Probandin der Interventionsgruppe die gleiche Handhaltung und der gleiche Ablauf der Behandlung eingehalten, wie von Liem (2014c, S. 306) beschrieben. Der/die ProbandIn liegt dazu in Rückenlage mit ausgestreckten Beinen in einer für ihn/sie angenehmen Position. Der/die TherapeutIn sitzt an der rechten Seite. Die kaudale Hand wird am Os coccygis platziert. Die Position der zweiten Hand kann variieren. Entsprechend der in der Ausbildung an der WSO erlernten Handhaltung, wurde die kraniale Hand auf den Vertex (= Scheitel) gelegt. Nach einer Phase der Konzentration für den/die Therapeuten/in wird zunächst die Verbindung zwischen den Kontaktpunkten wahrgenommen und ein „point of balance“, also ein Punkt, an dem alle Spannungen harmonisch sind, hergestellt. Anschließend wird das Einströmen der „potency“ ausgehend vom Os coccygis wahrgenommen bzw. über indirekte Techniken fasilitiert, bis eine Neuorientierung von Vertex und Os coccygis zur primären Midline stattgefunden hat, was anhand einer Verbesserung des primären respiratorischen Mechanismus zu erkennen ist. Die Dauer dieses Vorgangs ist variabel und wurde nach Abschluss der Intervention dokumentiert.

Die Kontrollgruppe erhielt eine Scheinbehandlung in der gleichen Ausgangsstellung in Rückenlage. Die behandelnde Therapeutin setzte sich nun jedoch an das Fußende und nahm mit beiden Händen leichten Kontakt an der Rückseite der Unterschenkel auf. Der Kontakt wurde nun für eine festgelegte Dauer von 25 Minuten beibehalten, was einer durchschnittlichen Behandlungsdauer im Praxisalltag entspricht. Um einen Behandlungseffekt zu vermeiden, wurde die Fokussierung auf den Probanden/die Probandin und die Veränderungen in dessen/deren Körper vermieden.

Beide Gruppen wurden dazu angehalten, sich bei Unwohlsein zu melden. Auch wurden sie darauf hingewiesen, dass es kein Problem sei, wenn sie einschlafen würden, was passieren kann. McPartland und Skinner (2014a, S. 354) interpretieren dies häufig als Folge davon, dass der/die PatientIn einen neutralen Zustand ohne Spannungen erreicht, das ZNS zu Ruhe kommt und nicht mehr im Weg ist, sodass die ganze Person zu einem fluiden Körper verschmilzt, in dem alles im Einklang ist. Im Anschluss an die Anwendung in beiden Gruppen hatten alle ProbandInnen eine Pause von fünf Minuten, die sie frei gestalten konnten. Sie konnten liegen bleiben, sich aufsetzen oder herumgehen. Nach Ablauf dieser Pause wurden die vier Messungen auf der Kraftmessplatte in der beschriebenen Reihenfolge wiederholt.

### **3.7 Datenaufbereitung**

Die Datenaufbereitung erfolgte mittels der Software IBM SPSS Statistics (Version 20). Zunächst wurden die Gruppen hinsichtlich der Haupt- und Nebenparameter auf Normalverteilung überprüft (Shapiro-Wilk-Test). Die Unabhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit von Nebenfaktoren wie Geschlecht und subjektives Balanceempfinden wurde mit dem Chi-Quadrat-Test überprüft. Ein etwaiger Altersunterschied zwischen den Gruppen bzw. Unterschiede in der Baselineerhebung wurden durch den t-Test für unabhängige Stichproben überprüft.

In der Auswertung wurden die gruppeninternen Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Messung bei normalverteilten Daten mit dem t-Test für abhängige Stichproben und bei nicht normalverteilten Daten mit dem Wilcoxon-Test überprüft. Außerdem wurden die Unterschiede zwischen den Gruppen zum zweiten Messzeitpunkt sowie die Differenzen zwischen beiden Messungen mit dem t-Test für unabhängige Stichproben bzw. dem Mann-Whitney-U-Test überprüft. Weitere Zusammenhänge wurden mittels Kreuztabellen bzw. Korrelationsanalysen dargestellt.

Generell wurde ein Signifikanzniveau von 5 % zugrunde gelegt.

## 4 ERGEBNISSE

Das folgende Kapitel präsentiert nun die Ergebnisse der Studie. Zunächst werden die Charakteristika der beiden Gruppen und die Baselineerhebung vorgestellt. Anschließend folgt die Analyse der Veränderungen innerhalb der Gruppen und danach der Gruppenvergleich bei der zweiten Messung (= Endmessung). Um die leitende Forschungshypothese zu beantworten, werden außerdem die Differenzen zwischen Anfangs- und Endmessung hinsichtlich eines Gruppenunterschieds untersucht.

### 4.1 Baselineerhebung

#### 4.1.1 Stichprobe

Die ProbandInnen der Stichprobe wurden per beschriebenen Losverfahren auf die beiden Untersuchungsgruppen aufgeteilt (Tabelle 1). Die 16 ProbandInnen der Experimentalgruppe (8 Frauen, 8 Männer) hatten ein durchschnittliches Alter von 38,25 (SD 14,00) Jahren. Die Kontrollgruppe (9 Frauen, 7 Männer) war durchschnittlich 37,44 (SD 15,14) Jahre alt.

Tabelle 1: Beschreibung der Stichprobe

<b>Merkmale</b>	<b>Versuchsgruppe (Mid) (n = 16)</b>	<b>Kontrollgruppe (Sham) (n = 16)</b>
Mittleres Alter in Jahren (SD)	38,25 (14,00)	37,44 (15,14)
Minimum	23	19
Maximum	63	63
Frauen	8 (50 %)	9 (56,3 %)
Männer	8 (50 %)	7 (43,7 %)
Subjektives Balanceempfinden nach Schulnoten		
1 = „sehr gut“	2 (12,5 %)	0 (0 %)
2 = „gut“	5 (31,2 %)	10 (62,5 %)
3 = „befriedigend“	8 (50 %)	3 (18,8 %)
4 = „genügend“	1 (6,2 %)	3 (18,8 %)
5 = „nicht genügend“	0 (0 %)	0 (0 %)

Alle Anfangswerte wurden hinsichtlich ihres Gruppenunterschieds untersucht. Trotz der großen Standardabweichung von 14,35 Jahren beim Alter der gesamten Stichprobe gab es keinen signifikanten Altersunterschied zwischen den Gruppen ( $t = 0,158$ ;  $p = 0,876$ ; t-Test für unabhängige Stichproben) und in der Altersverteilung ( $F = 0,204$ ;  $p = 0,665$ ; Levene-Test). Auch die Geschlechter verteilten sich homogen auf beide Untersuchungsgruppen ( $\chi^2 = 0,125$ ;  $p = 0,723$ ; Chi-Quadrat nach Pearson).

Die ProbandInnen wurden im Rahmen des Aufnahmegesprächs gebeten, ihre Balancefähigkeit subjektiv nach einem Schulnotensystem einzustufen, wobei 1 für „Sehr gut“ und 5 für „Nicht genügend“ steht. Insgesamt beurteilten 2 ProbandInnen ihre Balance mit „Sehr gut“ (6,2 %), 15 mit „Gut“ (46,9 %), 11 mit „Befriedigend“ (34,4 %) und 4 mit „Genügend“ (12,5 %). Die Werte waren dabei ebenfalls homogen auf die beiden Gruppen aufgeteilt ( $\chi^2 = 6,939$ ;  $p = 0,074$ ; Chi-Quadrat nach Pearson).

#### *4.1.2 Zielparameter*

Pro Proband/in wurden die vier verschiedenen Zielparameter, also die zurückgelegte Länge des CoP, die dabei beschriebene Schwankungsfläche und die Schwankungen in medio-lateraler (MLsway) und anterior-posteriorer Richtung (APsway), in vier verschiedenen Positionen ausgewertet. Diese Positionen waren der frei gewählte Stand mit offenen Augen („FreiAO“), der frei gewählte Stand mit geschlossenen Augen („FreiAG“), der standardisierte Stand mit offenen Augen („StdAO“) und der standardisierte Stand mit geschlossenen Augen („StdAG“). Das ergibt bei zwei Messdurchläufen gesamt 32 Variablen pro Proband/in. Für die bessere Übersicht werden im Folgenden die signifikanten Ergebnisse angeführt und anschließend in der Diskussion interpretiert.

Die zu Beginn erhobenen Zielparameter weisen keine Normalverteilung auf ( $p < 0,05$ ; Shapiro-Wilk), außer die Fläche und der MLsway bei standardisiertem Stand mit offenen Augen. Der anschließend durchgeführte Mann-Whitney-U-Test zeigt keine signifikanten Unterschiede bei der Baselineerhebung aller Zielparameter ( $p > 0,05$ ).

Somit konnte bei der Baselineerhebung kein signifikanter Unterschied zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe hinsichtlich Alter, Geschlecht, subjektivem Balanceempfinden und den erhobenen Zielparametern in Bezug auf den CoP festgestellt werden. Die Gruppen präsentierten sich homogen.

## 4.2 Vergleichsmessung

### 4.2.1 Versuchsgruppe „Midline“

Die Behandlung der Midlinegruppe mit der zuvor beschriebenen Handhaltung dauerte im Schnitt 24,81 (SD 4,07) Minuten. Die längste Behandlung dauerte 35, die kürzeste 17 Minuten. Sieben ProbandInnen sind bei der Behandlung eingeschlafen (43,8 %).

Wenn man nun die erhobenen Messwerte vor (prä) und nach (post) der Behandlung bei der Testung mit geschlossenen Augen vergleicht, zeigt der Wilcoxon-Test signifikante Verbesserungen bei fünf erhobenen Wertepaaren. In Tabelle 2 auf Seite 36 sind alle Werte für die Versuchsgruppe inklusive Signifikanzniveau dargestellt. Beim frei gewählten Stand mit geschlossenen Augen (FreiAG) wurde eine signifikante Reduktion der zurückgelegten Länge des CoP (Median prä = 260,5 mm; Median post = 199,5mm;  $z = -2,35$ ;  $p = 0,019$ ) und des APsway (Median prä = 187,5mm; Median post = 150mm;  $z = -2,72$ ;  $p = 0,007$ ) festgestellt. Ebenso eine signifikante Verbesserung wurde im standardisierten Stand mit geschlossenen Augen (StdAG) in Bezug auf die Länge des CoP (Median prä = 340,5mm; Median post = 279,5mm;  $z = -2,22$ ;  $p = 0,026$ ) und den APsway (Median prä = 204mm; Median post = 174mm;  $z = -2,19$ ;  $p = 0,029$ ) gemessen.

Bei geöffneten Augen zeigten sich keine signifikanten Veränderungen. Lediglich im standardisierten Stand reduzierte sich der APsway signifikant (Median prä = 137,5mm; Median post = 130,5mm;  $z = -2,28$ ;  $p = 0,023$ ). Die Zielparameter „Schwankungsfläche“ und „MLsway“ veränderten sich in keiner Position signifikant.

### 4.2.2 Kontrollgruppe „Scheinbehandlung“

Die Dauer der Scheinbehandlung in der Kontrollgruppe wurde auf 25 Minuten festgelegt. Wie in der Versuchsgruppe sind auch bei der Scheinbehandlung sieben ProbandInnen eingeschlafen (43,8 %).

In der Kontrollgruppe zeigt der Wilcoxon-Test bei drei der erhobenen Wertepaare eine signifikante Veränderung zwischen den Messungen. Wie für die Versuchsgruppe können alle Werte inklusive Signifikanzniveau aus der Tabelle 2 (Seite 36) abgelesen werden. Die zurückgelegte Länge des CoP (Median prä = 219 mm; Median post = 202,5 mm;  $z = -2,22$ ;  $p = 0,026$ ) und der APsway (Median prä = 171,5 mm; Median post = 139,5 mm;  $z = -2,741$ ;  $p = 0,006$ ) reduzierten sich beim frei gewählten Stand mit geschlossenen Augen.

Wie in der Versuchsgruppe verbesserte sich bei geöffneten Augen der APsway im standardisierten Stand (Median prä = 136,5 mm; Median post = 128 mm;  $z = -2,405$ ;  $p = 0,016$ ). Alle weiteren Parameter zeigen keine signifikante Veränderung in der Kontrollgruppe. Im Gegensatz zur Versuchsgruppe sind die Lageparameter des CoP im standardisierten Stand, der der besseren Vergleichbarkeit dienen soll, bei geschlossenen Augen unverändert.

Tabelle 2: Zentrale Tendenzen bei Messung 1 (prä) und Messung 2 (post) inklusive p-Wert

Variablen	Versuchsgruppe (Mid) (n = 16)			Kontrollgruppe (Sham) (n = 16)		
	Messung 1	Messung 2	p-Wert	Messung 1	Messung 2	p-Wert
<b>Frei gewählter Stand mit offenen Augen – Median (Interquartilsabstand)</b>						
Länge (mm)	159 (89)	147,5 (53)	0,112	167,5 (80)	165,5 (31)	0,352
Fläche (mm <sup>2</sup> )	62,5 (57)	48,5 (107)	0,918	70 (98)	76,5 (40)	0,756
APsway (mm)	111,5 (39)	110,5 (35)	0,088	123 (55)	118 (28)	0,460
MLsway (mm)	83,5 (58)	77 (49)	0,109	86 (44)	85,5 (21)	0,776
<b>Frei gewählter Stand mit geschlossenen Augen – Median (Interquartilsabstand)</b>						
Länge (mm)	260,5 (109)	199,5 (58)	0,019*	219 (109)	202,5 (72)	0,026*
Fläche (mm <sup>2</sup> )	103 (110)	105,5 (119)	0,660	77 (87)	95 (106)	0,897
APsway (mm)	187,5 (87)	150 (38)	0,007*	171,5 (58)	139,5 (55)	0,006*
MLsway (mm)	112,5 (60)	110,5 (66)	0,196	110 (65)	93 (63)	0,140
<b>Standardisierter Stand mit offenen Augen – Median (Interquartilsabstand) bzw. Mittelwert (SD)</b>						
Länge (mm)	214,5 (123)	206,5 (56)	0,196	194 (85)	208 (96)	0,093
Fläche (mm <sup>2</sup> )	125,38 (57,97)	157,75 (81,03)	0,053	122,50 (49,42)	129,5 (76,72)	0,686
APsway (mm)	137,5 (80)	130,5 (31)	0,023*	136,5 (73)	128 (49)	0,016*
MLsway (mm)	138,75 (36,85)	130,69 (20,46)	0,249	130,63 (37,97)	137,06 (38,69)	0,255
<b>Standardisierter Stand mit geschlossenen Augen – Median (Interquartilsabstand)</b>						
Länge (mm)	340,5 (231)	279 (98)	0,026*	238 (201)	282 (101)	0,717
Fläche (mm <sup>2</sup> )	224 (178)	190 (103)	0,155	150 (212)	182,5 (142)	0,379
APsway (mm)	204 (119)	174 (56)	0,029*	173,5 (133)	173 (84)	0,289
MLsway (mm)	210 (120)	173,5 (59)	0,074	135 (103)	165 (75)	0,103
* $p < 0,05$ . APsway = anterior-posteriore Schwankung; MLsway = medio-laterale Schwankung						

#### 4.2.3 Intergruppenvergleich zur Beantwortung der Forschungsfrage

Um nun die forschungsleitende Frage beantworten zu können, müssen noch die Gruppen miteinander verglichen werden zum Zeitpunkt der Kontrollmessung (= Messung nach der Behandlung/Scheinbehandlung) sowie die Veränderungen der einzelnen Parameter zwischen den Gruppen. Die formulierte Nullhypothese geht davon aus, dass sich eine Behandlung der Midline nicht auf die Lageparameter des CoP auswirkt. Kontrolliert wird diese Hypothese, indem die Ergebnisse der behandelten Gruppe mit den Ergebnissen der Kontrollgruppe hinsichtlich Veränderungen der zentralen Tendenzen verglichen werden.

Wie bei der Baselineerhebung wurden auch die erhobenen Endparameter mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests hinsichtlich eines signifikanten Gruppenunterschieds untersucht. Die zwei Gruppen unterscheiden sich auch bei der zweiten Messung in keinem der erhobenen Parameter signifikant ( $p > 0,05$ ), sodass die Nullhypothese angenommen werden muss.

Dieses Ergebnis soll detaillierter beschrieben werden, indem die Gruppen hinsichtlich der Differenzen der einzelnen Parameter zwischen Anfangs- und Endmessung verglichen werden. Dazu werden exemplarisch die Testergebnisse im standardisierten Stand mit geschlossenen Augen „StdAG“ erklärt, der aufgrund der vorgegebenen Position die beste Vergleichbarkeit zwischen allen ProbandInnen liefert und durch die geschlossenen Augen die besten Reliabilitätswerte hat. Es wurden jedoch alle Parameter statistisch aufgearbeitet, die Aussage zur Signifikanz wird über alle Parameter getroffen.

Wie in Abbildung 1 (Seite 38) zu erkennen ist, reduzierte sich in der Testsituation „StdAG“ die zurückgelegte Länge des CoP im Mittelwert um 56,31mm (SD 92,98) in der Midlinegruppe und um 5,44 mm (SD 83,80) in der Kontrollgruppe. Der MLsway reduzierte sich in der Midlinegruppe um 21,31 mm (SD 43,95), in der Kontrollgruppe vergrößerte sich der MLsway um 17,13 mm (SD 50,24). Der APsway reduzierte sich in der Midlinegruppe um 43,25mm (SD 75,20) und in der Kontrollgruppe um 21,06 mm (SD 67,05). Für die Fläche muss aufgrund der nicht gegebenen Normalverteilung der Median herangezogen werden. Dieser liegt für die Midlinegruppe bei 30 mm<sup>2</sup>, was einer Verringerung der Schwankungsfläche entspricht, und für die Kontrollgruppe bei -25 mm<sup>2</sup>, was einer Vergrößerung der Schwankungsfläche entspricht.

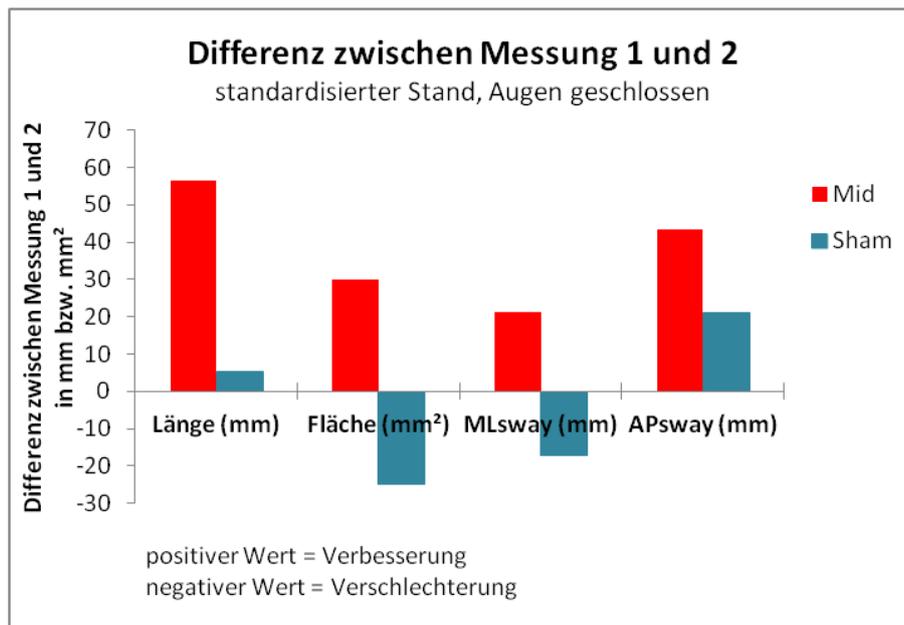


Abbildung 1: Differenz zwischen Messung 1 und Messung 2- standardisierter Stand mit geschlossenen Augen. **Mid** = Versuchsgruppe (Midline-Behandlung), **Sham** = Kontrollgruppe (Scheinbehandlung); APsway = anterior-posteriore Schwankung; MLsway = medio-laterale Schwankung

An diesem Beispiel zeigt sich, dass sich die Versuchsgruppe im Mittel in allen Bereichen mehr verbessert hat hinsichtlich der stabilen Lage des CoP. Der t-Test für unabhängige Stichproben weist diese Unterschiede jedoch als nicht signifikant aus ( $p > 0,05$ ).

Um diese Diskrepanz zu klären, zählt es sich aus, die zentralen Tendenzen (Mittelwert bzw. Median) vor und nach der Behandlung zwischen den Gruppen zu vergleichen. Dies wird wieder exemplarisch für die Testsituation „StdAG“ vorgestellt. In dieser Position zeigte die Midlinegruppe signifikante Verbesserungen in Bezug auf die Länge und den APsway, während die Kontrollgruppe keine signifikanten Veränderungen erreichte. Bei der Baselineerhebung war die Kontrollgruppe in Bezug auf die Länge der CoP-Strecke (Median = 238 mm), die Schwankungsfläche (Median = 150 mm<sup>2</sup>), den MLsway (Median = 135 mm) und den APsway (Median = 173,50 mm) „besser“ als die Versuchsgruppe, auch wenn dies keinen statistisch signifikanten Unterschied darstellte. Bei der Vergleichsmessung erreichte die Versuchsgruppe den niedrigeren Wert bei der Länge (Median = 279 mm) und näherte sich bei den übrigen Parametern deutlich der Kontrollgruppe an (Fläche Median = 190 mm<sup>2</sup>; MLsway Median = 173,5 mm; APsway Median = 174 mm), wie man in Abbildung 2 (Seite 39) erkennen kann. Während sich also die Midlinegruppe in allen Parametern deutlich näher zur Mitte orientierte, erreichte die Kontrollgruppe leicht bessere Ergebnisse oder verschlechterte sich in einzelnen Parametern.

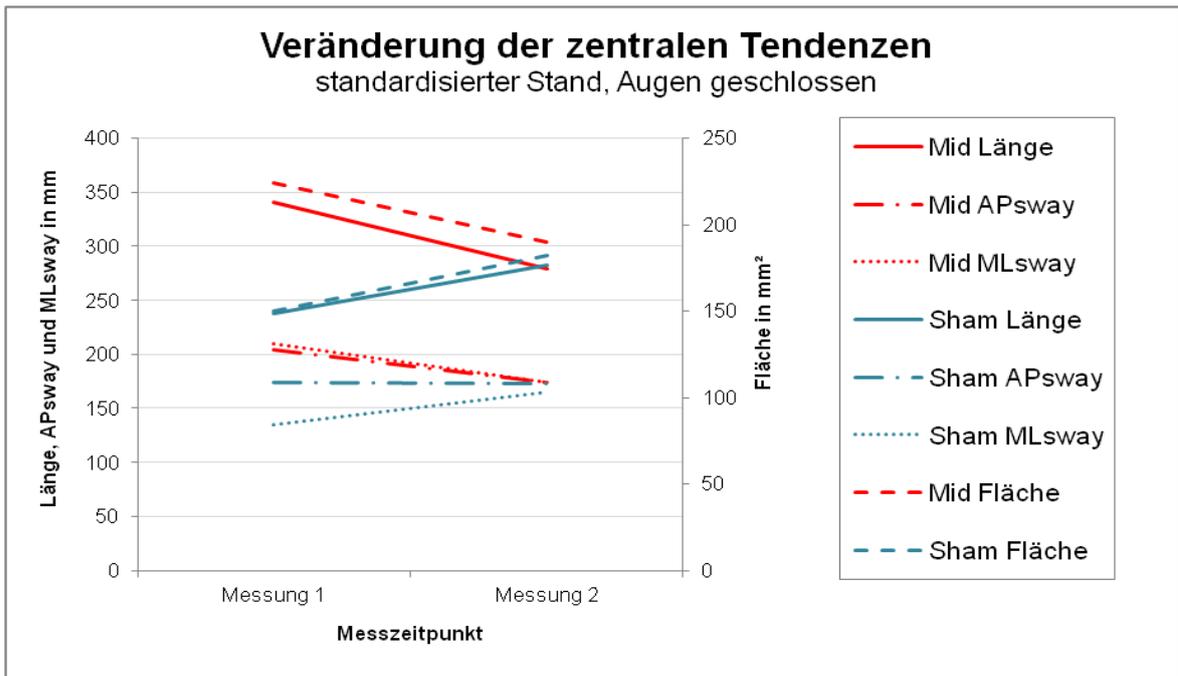


Abbildung 2: Veränderung der zentralen Tendenzen - standardisierter Stand mit geschlossenen Augen. **Mid** = Versuchsgruppe (Midline-Behandlung), **Sham** = Kontrollgruppe (Scheinbehandlung); APsway = anterior-posteriore Schwankung; MLsway = medio-laterale Schwankung

Ein ähnliches Bild zeichnet sich auch bei der Testsituation „FreiAG“ ab, wie die Abbildung 3 zeigt. Die Annäherung der Gruppenergebnisse, präsentiert durch die Linien, ist weniger deutlich zu erkennen, da sich hier beide Gruppen signifikant verbessert haben, wie im Kapitel 4.2.1 und 4.2.2 beschrieben. Diese Situation wird in der Diskussion interpretiert.

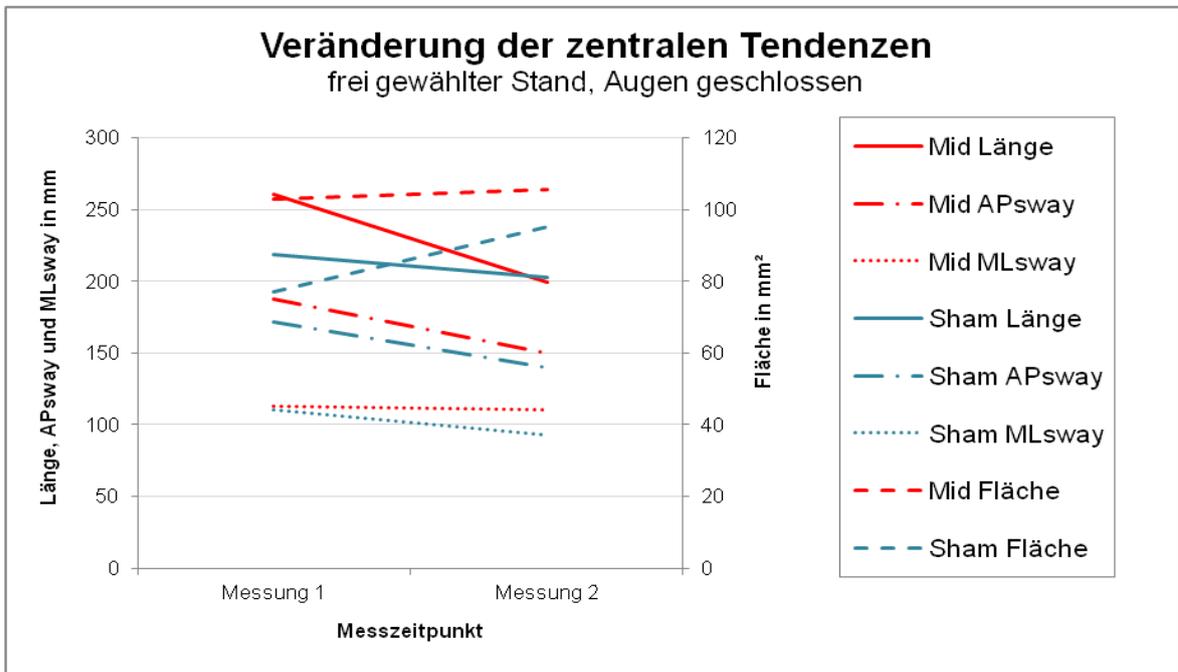


Abbildung 3: Veränderung der zentralen Tendenzen - frei gewählter Stand mit geschlossenen Augen. **Mid** = Versuchsgruppe (Midline-Behandlung), **Sham** = Kontrollgruppe (Scheinbehandlung); APsway = anterior-posteriore Schwankung; MLsway = medio-laterale Schwankung

### 4.3 Sonstige Ergebnisse

Wie bereits beschrieben war die Reaktion während der Behandlung unterschiedlich. In jeder Gruppe sind sieben ProbandInnen eingeschlafen, neun sind wach geblieben. Insgesamt sind 60 % der Männer eingeschlafen und 29,4 % der Frauen. Dieser Unterschied war zwar während der Durchführung auffallend, jedoch statistisch nicht signifikant ( $\chi^2 = 3,03$ ;  $p = 0,082$ ; Chi-Quadrat nach Pearson). Um festzustellen, ob die Reaktion der ProbandInnen, also „eingeschlafen“ oder „wach“ einen Einfluss auf den Outcome hatte, wurde eine Korrelationsanalyse durchgeführt zwischen der Reaktion und den Differenzen zwischen der Anfangs- und Endmessung. Die Tatsache, ob ein Proband/eine Probandin während der Behandlung eingeschlafen war oder nicht, hatte keinen Einfluss auf die Zielparameter (Rangkorrelation nach Spearman,  $p > 0,05$ ).

Auch der mögliche Einfluss des Alters auf das Untersuchungsergebnis wurde untersucht. Dazu wurde der Datensatz aufgeteilt in eine Gruppe mit ProbandInnen jünger als 45 Jahre ( $n = 22$ ) und in eine Gruppe mit ProbandInnen älter als 45 Jahre ( $n = 10$ ). Die beiden Altersgruppen verteilten sich homogen auf die zwei Untersuchungsgruppen mit jeweils elf jüngeren und fünf älteren ProbandInnen. Diese neu definierten Gruppen wurden hinsichtlich signifikanter Unterschiede in der Versuchs- und Kontrollgruppe bei der zweiten Messung und den Differenzen untersucht. Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter der ProbandInnen und den zuvor beschriebenen Ergebnissen gefunden werden ( $p > 0,05$ ).

Einen signifikanten Unterschied zeigen jedoch die zwei Altersgruppen bei der Anfangsmessung. Die ältere ProbandInnengruppe erreichte bei der Ausgangsmessung, sprich noch vor jeglicher Intervention, signifikant schlechtere Werte bei geschlossenen Augen, sowohl beim frei gewählten Stand in Bezug auf die Länge der CoP-Strecke ( $p = 0,009$ ), die Schwankungsfläche ( $p = 0,031$ ) und die AP Schwankung ( $p = 0,01$ ), als auch im standardisierten Stand mit geschlossenen Augen in Bezug auf die AP Schwankung ( $p = 0,04$ ). Die zwei Altersgruppen wurden durch den Mann-Whitney-U-Test verglichen. In der Selbsteinschätzung der Balance unterscheiden sie sich jedoch nicht von der jüngeren ProbandInnengruppe ( $p = 0,119$ ).

## **5 DISKUSSION**

In der Diskussion werden in Kapitel 5.1 zunächst die gefundenen Werte hinsichtlich ihrer Aussagekraft vorgestellt und anschließend für die Beantwortung der Forschungsfrage interpretiert. Das Ergebnis wird im Kontext mit dem im Theorieteil vorgestellten Wissensstand gebracht. Anschließend erfolgt in Kapitel 5.2 die kritische Betrachtung der Stärken und Schwächen der vorliegenden Studie.

### **5.1 Interpretation der Ergebnisse**

#### *5.1.1 Auswahl der interpretierbaren Messwerte*

Betrachtet man die Ergebnisse aus dieser Studie, zeigt sich, dass sich sowohl nach der Midline-Behandlung als auch nach der Scheinbehandlung die Lage des CoP im Stand verändert hat, jedoch auf unterschiedliche Art und Weise. Um das Ergebnis verstehen zu können, muss erklärt werden, warum welche Werte zur Interpretation herangezogen wurden. Insgesamt wurden 16 Messwertepaare erhoben: je vier Parameter – nämlich zurückgelegte Länge des CoP, Schwankungsfläche und Schwankung in medio-lateraler und anterior-posteriorer Richtung – in vier Ausgangspositionen – jeweils eine frei gewählte Stehposition und eine vorgegebene Stehposition mit offenen und geschlossenen Augen. Durch den Vergleich der Anfangs- und Endmessung ergeben sich so die erwähnten 16 Messwertpaare.

Die Midline-Gruppe verbesserte sich bei fünf der angegebenen Paare, die Kontrollgruppe bei drei. Kritisch betrachtet, klingt dies nach wenig Veränderung, es muss jedoch differenziert werden bezugnehmend darauf, bei welchen Werten die Veränderung stattgefunden hat. In den Testsituationen mit offenen Augen, unabhängig von der Stehposition, veränderte sich in der Versuchsgruppe ein Parameter und in der Kontrollgruppe kein Parameter. Bauer et al. (2008) gaben auf Grundlage der Ergebnisse ihrer Reliabilitätsstudie eine klare Empfehlung ab, immer die Testsituation mit geschlossenen Augen zu beurteilen, zumindest wenn die statische Balance mithilfe einer Kraftmessplatte gemessen wird. Es kann beanstandet werden, dass trotz dieses Vorwissens in der nun vorliegenden Studie beide Standvarianten auch mit offenen Augen getestet wurden. Dies wurde gemacht, um letztlich den ProbandInnen die Chance zu geben, sich an die Situation zu gewöhnen. Ein möglicher Trainingseffekt ist durch diese Wiederholung nicht auszuschließen, beeinflusst jedoch das Endergebnis nicht, da für alle ProbandInnen der gleiche Ablauf galt. Bereits in der Planungsphase wurde festgelegt,

dass diese Werte nicht zur Auswertung herangezogen werden können, womit acht Wertepaare wegfallen. Bauer et al. (2008) zeigten außerdem, dass die Schwankungsfläche kein reliabler Parameter ist und dass die medio-laterale Schwankung nur bei offenen Augen als reliabel gilt. Beide Werte sind daher nicht geeignet, um eine verlässliche Aussage über Veränderungen treffen zu können. Bei der hier vorliegenden Studie konnten in Übereinstimmung mit diesen Vorgaben ebenfalls keine Veränderungen bei der Schwankungsfläche und der medio-lateralen Schwankung gemessen werden.

Es verbleiben damit nach der Empfehlung von Bauer et al. (2008) vier reliable Messsituationen und Parameter, nämlich die zurückgelegte Länge des CoP und die Schwankung in anterior-posteriorer Richtung, beim Stand mit geschlossenen Augen in einer frei gewählten und in der standardisierten, vorgegebenen Position. Die Midline-Gruppe verbesserte sich dabei signifikant bei allen vier Kombinationsmöglichkeiten, die Kontrollgruppe bei zwei. Bereits vor der Durchführung der Studie war zu erwarten, dass der frei gewählte Stand mehr der instinktiven Haltung der ProbandInnen entspricht, während die vorgegebene Stehposition zum einen zu einer höheren Anforderung an das Gleichgewichtssystem führt und damit deutlichere Ergebnisse liefert und zum anderen eine gewisse Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen ProbandInnen ermöglicht. Die Gruppe, deren Midline behandelt wurde, stabilisierte sich in beiden Standvarianten signifikant. Die relevanten Lageparameter der Kontrollgruppe verbesserten sich ausschließlich in der frei gewählten Stehposition. Hierbei könnten Variationen der Stehposition, wie z. B. Veränderungen der Spurbreite, das Ergebnis deutlich beeinflusst und so zu einem Unterschied zwischen der Anfangs- und Endmessung geführt haben, der nicht auf eine tatsächliche Veränderung der posturalen Kontrolle zurückzuführen ist. Eine quantitative Auswertung der frei gewählten Stehposition mittels einer Rasterzeichnung der Fußposition könnte diese Interpretation unterstreichen oder widerlegen und sollte in möglichen Folgestudien in jedem Fall angedacht werden, besonders da die frei gewählte Stehposition mehr dem Alltag entspricht als die vorgegebene V-Position. In der vorliegenden Studie kann daher vorrangig die standardisierte Position, die für alle 32 ProbandInnen gleich war, zur Auswertung herangezogen werden. Hier konnte sich die Kontrollgruppe im Vergleich zur Midline-Gruppe nicht verbessern.

### *5.1.2 Hypothesenprüfung*

Um die Forschungsfrage beantworten zu können, mussten die Gruppen miteinander verglichen werden. Dies wurde auf zweifache Weise durchgeführt. Zunächst wurden alle erhobenen Endwerte mit einem Mann-Whitney-U-Test auf einen signifikanten

Gruppenunterschied hin untersucht, welcher nicht festgestellt werden konnte. Dieser Test untersucht jedoch nur den Unterschied zwischen den Gruppen zu einem bestimmten Zeitpunkt, also in diesem Fall vor oder nach der Behandlung, berücksichtigt jedoch nicht die Veränderungen der Messergebnisse über die zwei Messzeitpunkte. Als statistischer Weg stünde hierfür eine mixed ANOVA zur Verfügung, eine Form der Varianzanalyse, die das between-subject-design mit dem within-subject-design kombiniert (Hemmerich, 2015a). Die Voraussetzung dafür sind unter anderem jedoch normalverteilte Daten sowie gleiche Varianzen (Hemmerich, 2015b). Diese beiden Voraussetzungen sind im Fall der vorliegenden Daten nicht erfüllt, wie der Saphiro-Wilk-Test und der Levene-Test zeigen, weshalb das beschriebene statistische Verfahren nicht angewendet werden konnte.

Um dennoch eine Aussage über die Veränderung machen zu können, und nicht nur über den Gruppenunterschied zu einem bestimmten Zeitpunkt, wurden die Differenzen jedes Wertpaares berechnet. Dabei stand letztlich ein positiver Wert für eine Verbesserung, ein negativer Wert für eine Verschlechterung. Diese neu berechneten Werte zeigten eine Normalverteilung und wurden daher weiter mit dem t-Test für unabhängige Stichproben untersucht. Drei Differenzen zeigten keine Normalverteilung und wurden daher mit dem Mann-Whitney-U-Test berechnet. Diese Tests zeigten ebenfalls keine signifikanten Gruppenunterschiede der Differenz, mit Ausnahme des MLsway in der Testsituation „StdAG“, eine Kombination, die wie bereits erwähnt keine hohen Reliabilitätswerte aufweist (Bauer et al., 2008).

Es besteht dementsprechend eine Diskrepanz zwischen den Ergebnissen innerhalb der Gruppen und zwischen den Gruppen. Ein Blick auf die zentrale Tendenzen aller erhobenen Messwerte (Mittelwert oder Median, je nach Normalverteilung) zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten gibt einen Hinweis, wie dieses Ergebnis gelesen werden muss. An der Baseline zeigte die Kontrollgruppe bei 75 % der Parameter die „besseren“, sprich stabileren, Testergebnisse, die sich jedoch nicht signifikant von denen der Versuchsgruppe unterschieden. Bei der Messung nach der Intervention zeigte die Midline-Gruppe bei 50 % der erhobenen Parameter die stabilere Leistung und näherte sich in den übrigen Werten deutlich der Kontrollgruppe an, während sich diese in manchen Bereichen, wie der nicht im Fokus stehenden Schwankungsfläche und dem MLsway, sogar leicht verschlechterte. Im Ergebnisteil wurde dies exemplarisch für die Testsituation „StdAG“ grafisch und textlich aufgearbeitet.

Die gleiche Situation findet sich auch bei den berechneten Differenzen, bei denen die Versuchsgruppe in allen Bereichen größere Veränderungen in Richtung Stabilität erzielte als die Kontrollgruppe. Diese reichten aus, um wie erwähnt die Kontrollgruppe teilweise zu

„überholen“, jedoch nicht für einen signifikanten Gruppenunterschied bei der zweiten Messung.

Interpretiert man nun dieses Ergebnis, sind zwei Punkte festzustellen: Zum einen gibt es in beiden Gruppen einen Unterschied zwischen der Anfangs- und Endmessung. Insgesamt wurden die Gruppen durch die Midline-Behandlung jedoch homogener, was ihre Stabilität betrifft. Dies kann als Behandlungserfolg gewertet werden. Zum anderen zeigt sich durch die Veränderung der zentralen Tendenzen auch in der Scheinbehandlungsgruppe ein „Behandlungserfolg“. Dementsprechend muss auch in Betracht gezogen werden, dass die Messung weiteren Einflussparametern, wie zum Beispiel einem gewissen Übungseffekt, unterliegt, der sich in der zweiten Messung bemerkbar gemacht haben könnte. Ausgehend von den Ergebnissen dieser Studie kann keine klare Aussage darüber getroffen werden, ob in der Kontrollgruppe die reine Ruhephase von 25 Minuten, ein Placebo-Effekt oder ein Trainingseffekt zu den Verbesserungen im freigewählten Stand geführt haben. Alle drei Faktoren waren bedingt durch das Studiensetting auch in der Versuchsgruppe gleichermaßen vorhanden. Daher ist die Anwendung der Midline-Behandlung der einzige Faktor, der die unterschiedlichen Ergebnisse erklären könnte. Der Gruppenunterschied war jedoch zu keinem Zeitpunkt signifikant.

Das bedeutet: Die Alternativhypothese, wonach sich eine Midline-Behandlung auf die Verlagerung des CoP im Stand auswirkt, muss zu diesem Zeitpunkt verworfen werden. Dennoch ist eine Tendenz dahingehend messbar, dass es in der Versuchsgruppe zu mehr Veränderungen innerhalb der Gruppe gekommen ist als in der Kontrollgruppe, auch wenn diese ad hoc nicht zu einem signifikanten Gruppenunterschied führten. Eine Wiederholung der Studie mit mehr ProbandInnen wäre wünschenswert, um zu prüfen, ob ein größeres Sample zu eindeutigeren oder anderen Ergebnissen führen würde.

Im Unterschied zu anderen Interventionsstudien, die den Einfluss unterschiedlicher Behandlungsmethoden auf die posturale Kontrolle untersuchten, wurde in der vorliegenden Arbeit die sofortige Reaktion auf die Behandlung gemessen. Lopez et al. (2011) konnten in ihrer Pilotstudie zur Erforschung der kranialen Behandlungsmethode erst nach vier Einheiten einen signifikanten Unterschied bei einem einzigen Parameter feststellen. In dieser Studie konnte bereits bei einmaliger Anwendung der Midline-Behandlung eine Veränderung der CoP-Verlagerung gemessen werden. Selbst gängige Balancetrainingsmethoden, wie das Dual-Task-Training, das insgesamt als zielführend zur Verbesserung der posturalen Kontrolle angesehen wird, führten zunächst zu einer Verschlechterung der posturalen Performance (Ghai et al., 2017). In diesem Kontext wäre

es interessant, ob sich die Verbesserungstendenz in der Gruppe, die eine Midline-Behandlung erhielt, durch Wiederholung der Intervention weiter steigern würde, wie es eben auch in den Studien von Lopez et al. (2011) und Ghai et al. (2017) der Fall war. Dies kann Gegenstand zukünftiger Forschung sein.

Interpretiert man die vorliegenden Ergebnisse im Kontext mit den Erkenntnissen aus dem Review von Ruhe et al. (2013), die die Auswirkungen von Manualtherapie auf die posturale Kontrolle untersuchten, ergibt sich eine weitere Frage. Die genannten Autoren erkennen, dass es bei gesunden ProbandInnen nach der Intervention keine Änderungen der posturalen Kontrolle gibt, wohl aber bei solchen mit einer bestehenden Schmerzsymptomatik. Dies korreliert mit den Ergebnissen von Ghai et al. (2017), die ebenfalls feststellten, dass besonders ältere PatientInnen und jene nach einem Insult, also ein Klientel, das sich durch eine schlechtere posturale Kontrolle auszeichnet, von einem Training profitierten. Daher stellt sich die Frage, wie sich die nun gefundene Verbesserungstendenz, die sich hier bei asymptomatischen Erwachsenen nach der Midline-Behandlung gezeigt hat, bei symptomatischen ProbandInnen entwickeln würde.

Ausgangspunkt dieser Studie war die theoretische Überlegung, dass die Betonung der Mitte durch eine Midline-Behandlung eventuell auch zu einer physischen Zentrierung führt, was wiederum mittels einer Kraftmessplatte messbar gemacht werden kann. Zum jetzigen Zeitpunkt muss ausgehend von den Ergebnissen der vorliegenden Studie trotz der erkennbaren Tendenz jedoch die Nullhypothese angenommen werden, dass die Behandlung der Midline keinen Einfluss auf die Verlagerung des CoP im Stand hat.

### *5.1.3 Nebenergebnisse*

In Bezug auf die posturale Fähigkeiten stellt das Alter einen entscheidenden Einflussfaktor dar, wie zum Beispiel die Studie von Hageman et al. (1995) bereits zeigte. In der nun durchgeführten Studie kann die große Altersspanne von 18 bis 65 Jahren kritisiert werden, welche durch die Phasen der motorischen Entwicklung nach Meinel und Schnabel (2007) begründet war. Die letztlich untersuchte Stichprobe hatte ein durchschnittliches Alter von 37,44 (SD 15,14) Jahren. Die Standardabweichung weist bereits die große Streuung aus, sprich die deutliche Abweichung vom Durchschnitt. Es zeichnet sich ein zwei-gipfeliges Histogramm mit einer jüngeren Altersgruppe (Mittelwert = 28,59; SD 3,63) und einer älteren Altersgruppe (Mittelwert = 58,20; SD 3,01).

Dies führte zu einer großen Streuung der primären Outcomeparameter. Die Balancewerte der jüngeren Gruppe waren bei der Ausgangsmessung signifikant besser als die der

älteren ProbandInnen und stehen damit im Einklang mit bisherigen Forschungsergebnissen, wie zum Beispiel Hageman et al. (1995) postulierten. In der statistischen Auswertung gibt es keinen Hinweis darauf, dass die Midline-Behandlung oder die Scheinbehandlung in den zwei Altersgruppen zu unterschiedlichen Ergebnissen geführt haben. Das Alter scheint dementsprechend keinen Einfluss auf die gemessenen Tendenzen des Behandlungseffekts zu nehmen. Diese Erkenntnis korreliert mit den Erfahrungen von Lesinski et al. (2015b), die selbst bei aktivem Balancetraining keinen Alterseffekt ausmachen konnten, so dass das gleiche Trainingsregime unabhängig vom Alter empfohlen wird.

Die ProbandInnen waren durch das Randomisierungsverfahren harmonisch auf beide Gruppen aufgeteilt. Dieses kann generell als erfolgreich beurteilt werden, da neben dem Alter auch die Geschlechter, die subjektive Balancebeurteilung durch die einzelnen Teilnehmenden und die Ausgangswerte auf der Kraftmessplatte gleichmäßig verteilt waren. Auch wenn die große Altersspanne dank dieser Verteilung das Ergebnis nicht beeinflusst hat, wäre für eine Folgestudie die Eingrenzung des Alters wünschenswert, um homogenere Ausgangswerte zu ermöglichen, die damit zu einer besseren statistischen Auswertbarkeit führen würden.

Neben dem möglichen Einfluss des Alters wurden die Daten auch dahingehend analysiert, ob die direkte Reaktion der ProbandInnen während der Behandlung für den Effekt ausschlaggebend war. McPartland und Skinner (2014a) beschreiben: „Wenn ein Patient einen neutralen Zustand erreicht, wie oben beschrieben, wird das ZNS ruhig (Oft schläft der Patient ein). Wenn das ZNS nicht mehr ‚im Weg‘ ist, verschmilzt die ganze Person – ZNS, Liquor, alle anderen Flüssigkeiten und Gewebe – zum fluiden Körper“ (S.354). Diese Aussage spiegelt die klinische Erfahrung der Autoren wider, ist jedoch nicht durch Studien untermauert. Während der Durchführung der vorliegenden Studie schliefen insgesamt 43,75 % der Teilnehmer ein (60 % der Männer, 29,4 % der Frauen), gleichmäßig verteilt auf beide Gruppen. Es wurde untersucht, ob sich Veränderungen der eingeschlafenen ProbandInnen von denen der wachen PatientInnen unterschieden. Im vorliegenden Datensatz zeigt sich keine signifikante Korrelation zwischen der Reaktion der ProbandInnen auf die Behandlung und dem Outcome. Damit kann die Aussage vom McPartland und Skinner (2014a) durch diese Studie nicht bestärkt werden.

## 5.2 Kritik an der Studie

Dunshirn (2006, S. 150) mahnt, dass die Arbeit als Osteopath/in, vor allem die Arbeit an der Midline, eine kritische Selbstreflexion und Reflexion der eigenen Techniken voraussetzt. Eine Aussage, die nicht nur für die therapeutische Arbeit gilt, sondern vor allem einen wichtigen Baustein der Forschung wiedergibt. Im Folgenden werden nun Stärken und Schwächen des Studienaufbaus reflektiert.

### 5.2.1 Planungsphase

Ausgehend von einem Grundinteresse an dem biodynamischen Ansatz wurde vor allem der Zugang über die Behandlung der Midline in der täglichen Praxis wiederholt angewendet, mit teilweise überraschendem Behandlungserfolg. Neben dem verbesserten Wohlbefinden, von dem PatientInnen berichteten, zeigten sich auch sichtbare Veränderungen der Haltung. Wie so häufig im Praxisalltag sind dies jedoch reine Beobachtungen, die nicht quantitativ dokumentiert werden konnten. So wuchs die Idee, sich genau mit dieser Problematik im Rahmen der Studie auseinanderzusetzen.

Die im Vorfeld durchgeführte Literaturrecherche war ernüchternd, was die „Biodynamik“ und „Midline“ betrifft. Die Begriffe wurden bewusst sehr umfassend gehalten, um keine Studie zu übersehen. Dennoch musste festgestellt werden, dass es bis dato keine quantitative Forschung zum Thema „Midline“ gibt. Daher wurde dieser Abschnitt der theoretischen Vorarbeit auf das Wissen aus dem Unterricht an der WSO, auf Fachliteratur und die Audio CDs von James Jealous gestützt. Diese Quellen geben zwar Expertenwissen wieder, es fehlt jedoch die wissenschaftlich untersuchte Evidenz für die getätigten Aussagen. Die einzige gefundene Forschungsarbeit zu diesem Thema ist die qualitativ angelegte These von Dunshirn (2006), die eben jenes Expertenwissen anhand von Interviews systematisierte, jedoch keine messbaren Ergebnisse lieferte. Durch den Mangel an quantitativer Forschung ergibt sich natürlich eine Unsicherheit in der Planung der Umsetzung der Intervention. Dieser wurde durch ein klares Konzept entgegengewirkt sowie durch einen Probedurchlauf.

Ein anderes Bild ergab die Literaturrecherche zum zweiten Aspekt dieser Arbeit, nämlich Haltung, Haltungsanalyse und -messung. Zu diesen Themen gibt es bereits viel evidenzbasiertes Wissen. Dennoch musste festgestellt werden, dass eine Begriffsverwirrung herrscht zwischen posturaler Kontrolle, die immer die Kontrolle des CoM und des CoP umfasst, und der reinen CoP-Verlagerung, wie sie auf der Kraftmessplatte gemessen wird (Crétual, 2015). In der vorliegenden These wurde viel

Wert darauf gelegt, sich diesbezüglich klar auszudrücken und den Begriff „posturale Kontrolle“ nicht inflationär zu gebrauchen. Durch die hohe Praktikabilität von Kraftmessplatten werden diese häufig in der Forschung eingesetzt, wie ebenfalls Crétual (2015) feststellte. Daraus ergibt sich eine große Fülle an Studien mit gemischter Qualität. Die hier inkludierten Forschungsarbeiten wurden mittels PEDro-Skala für randomisierte kontrollierte Studien bzw. mit der Amstar-Skala für systematische Reviews mit oder ohne Metanalyse hinsichtlich ihrer Qualität analysiert.

### *5.2.2 Stichprobe*

Wie bereits mehrfach erwähnt, umfasste die Stichprobe eine hohe Altersspanne von 19 bis 63 Jahren. Dies entspricht den festgelegten Einschlusskriterien, die basierend auf dem Wissen über die motorische Entwicklung der koordinativen Fähigkeiten begründet waren, und erhöht die Aussagekraft des Ergebnisses über die Grundgesamtheit (externe Validität). Im Umkehrschluss führte diese Entscheidung jedoch zu inhomogeneren Ergebnissen innerhalb der Gruppen und reduzierte die interne Validität. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass durch diese Heterogenität die Aussagekraft der Studie reduziert wurde. Dennoch konnte klar gezeigt werden, dass die Ergebnisse dank eines gut funktionierenden Randomisierungsverfahrens per Los trotzdem nicht durch das Alter oder andere Faktoren verfälscht waren. In der Versuchs- und der Kontrollgruppe befanden sich jeweils elf jüngere und fünf ältere ProbandInnen, deren Ausgangswerte homogen verteilt waren. Die klare Formulierung der Ein- und Ausschlusskriterien führte dazu, dass sich kein Proband/keine Probandin zu der Studie meldete, der/die dann ausgeschlossen werden musste.

### *5.2.3 Durchführung der Messung*

Ein Punkt, der definitiv kritisch betrachtet werden muss, ist die Doppelfunktion der Autorin dieser Studie als zugleich behandelnde und auch messende Person. Dies birgt natürlich das potenzielle Risiko einer Verzerrung in sich, welches jedoch durch mehrere Sicherheitsnetze abgemildert wurde. Diese sollen nun beschrieben werden, um Transparenz zu schaffen.

Zunächst wurde ein klares Anweisungsprotokoll erstellt, damit alle ProbandInnen exakt die gleichen Informationen erhielten. Dieses umfasste die Begrüßung, eine kurze Erklärung zum Studienthema, wie sie auch in der „Information für Studienteilnehmer“ gegeben wurde, sowie die Anleitung für jeden einzelnen Untersuchungsschritt und Anweisungen zum Einnehmen der Behandlungsposition. Das Anweisungsprotokoll wurde

nach dem Probedurchlauf noch optimiert. Die Anweisungen wurden während der Studie vom Blatt abgelesen, um für alle TeilnehmerInnen gleiche Voraussetzungen zu schaffen. Nichtsdestotrotz besteht ein Restrisiko der Verzerrung, weshalb bei einer Wiederholung der Studie die Aufgaben getrennt werden sollten.

Die Auswahl des Messinstruments bildete ein zweites Sicherheitsnetz, um eine Verzerrung zu verhindern. Kraftmessplatten messen objektiv und unabhängig von dem Anwender/der Anwenderin, so dass dieser/diese das Ergebnis nicht beeinflussen kann. Für die Messdurchläufe erwies sich der standardisierte Ablauf als sehr wertvoll. Die Anweisungen wurden von allen ProbandInnen gut verstanden und auf Anhieb richtig umgesetzt. Insgesamt ist die gewählte Messdauer von 30 Sekunden, wovon 25,6 Sekunden aufgezeichnet werden, relativ kurz. Ruhe, Fejer und Walker (2010) kommen in ihrem systematischen Review mit 32 inkludierten Studien zu dem Schluss, dass eine Messdauer von mindestens 90 Sekunden bei einer Abtastfrequenz von 100Hz die Reliabilität der CoP-Parameter erhöht. Ebenso empfehlen sie drei Messwiederholungen, was in dieser Studie zeitlich bedingt nicht berücksichtigt wurde. Aufgrund der Reliabilitätsstudie von Bauer et al. (2008) für die Kraftmessplatte von Satel, die auch in dieser Studie zur Anwendung kam, wurden insgesamt die Angaben dieser Autoren bezüglich der Messdauer und Frequenz angenommen, um die erhobenen Werte danach interpretieren zu können.

Insgesamt erwies sich die Kraftmessplatte von Satel als sehr praktikabel und ermöglichte eine fehlerfreie Anwendung. Sie ist auch für den Einsatz in der täglichen Praxis anwendbar. Bei einer Wiederholung und Adaptation dieser Studie sollte eine längere Messdauer gewählt sowie eine dreifache Messwiederholung durchgeführt werden, wie es Ruhe et al. (2010) empfehlen.

#### *5.2.4 Durchführung der (Schein-)behandlung*

Die Ergebnisse der Studie sind zusätzlich limitiert durch die Erfahrung der behandelnden Osteopathin. McPartland und Skinner (2014b) beschreiben den Lernprozess so: „Die professionelle Palpation erfordert viel Übung und die Verfeinerung der Wahrnehmungsmöglichkeiten des Anwenders. Das Üben beginnt bereits während der Ausbildung (...). Die Verfeinerung erfolgt ein Leben lang in der täglichen Anwendung (S. 312)“. Sie sagen weiters, dass die Arbeit mit der Midline „eine große Erfahrung und ‚Leichtigkeit‘ des Ansatzes“ (McPartland & Skinner, 2014b, S. 320) erfordert. Auch andere Autoren betonen die Bedeutung der Erfahrung in der Therapie (Dunshirn, 2006; Jealous, 2000b). Das Konzept der Midline wurde an der WSO im 5. Jahr unterrichtet. Die

behandelnde Osteopathin bringt rund zehn Jahre Arbeitserfahrung mit PatientInnen mit und wendet diese Art von Midline-Behandlung seit etwa 4 Jahren an. Das ist eine kurze Zeit im Vergleich zu lebenslanger Erfahrung, vor allem da das biodynamische Modell in einer separaten Ausbildung erst nach der absolvierten Osteopathieausbildung unterrichtet wird, in Österreich z. B. als postgraduate Kurs von Dr. Tom Shaver. Diese Tatsache schmälert eventuell die Aussagekraft der Studie. Es wurde jedoch versucht, durch genaue Vorbereitung vor jeder Behandlung, diesem Mangel an Erfahrung entgegenzuwirken.

Besonders im Bereich der kranialen Osteopathie und auch im biodynamischen Modell wird dem Prozess der eigenen Vorbereitung und der Geisteshaltung vor der Behandlung eine große Bedeutung beigemessen, wie es auch an der WSO auf unterschiedliche Arten gelehrt wurde. Liem (2014a) beschreibt diese Haltung als achtsam, ein Moment, in dem man Erwartungen und Vorstellungen über das Wie loslassen soll und dem Patienten in einem „Zustand des Nichtwissens (S.260)“ entgegentritt. Es ist wichtig, geduldig zu sein, die Stille wahrzunehmen und keine Veränderung erzwingen zu wollen (Jealous, 2000b, Track 14; Liem, 2014a, S. 261). Es gibt verschiedene Empfehlungen, wie man sich auch außerhalb des Therapiesettings auf das Behandeln vorbereiten kann, zum Beispiel durch Meditation oder Yoga (Dunshirn, 2006, S. 138-139) oder durch das Erleben von Natur im reinsten und ursprünglichen Sinn, wie es für Jealous von großer Bedeutung ist (Wührl, 2006). Auch während der Durchführung der Studie wurde auf die Vorbereitung ein besonderes Augenmerk gelegt, genügend Zeit zwischen den einzelnen ProbandInnen eingeplant, um alles nachbereiten zu können und sich anschließend wieder auf sich selbst zu besinnen. Dies ersetzt natürlich keine jahrelange Erfahrung, die für die oben genannten Experten entscheidend ist. Um diesen Kritikpunkt auszuräumen, wäre es sinnvoll, die Studie mit einem oder mehreren TherapeutInnen zu wiederholen, die bereits seit vielen Jahren nach dem biodynamischen Ansatz arbeiten.

Ein unerwartetes Problem trat bei der Durchführung der Scheinbehandlung auf. Die Scheinbehandlung war definiert worden als reiner Körperkontakt an der Rückseite der Waden, ohne therapeutische Intervention und ohne Fokussierung auf den Patienten/die Patientin. Nach jahrelanger Ausbildung, in der es immer galt, die Aufmerksamkeit auf die Patienten zu richten und Fulcren wahrzunehmen und zu fokussieren, stellte es sich als schwierig heraus, die Bewegungen und Spannungen im Körper der ProbandInnen nicht in den Fokus kommen zu lassen. Liem (2014a) weiß, dass es schwer fällt, nach einem langen Lernprozess das „Heraushalten“ (S. 260) zu erzwingen. Die behandelnde Therapeutin dieser Studie versuchte dies, indem sie im Geist Zahlenreihen durchging, um den Fokus weg von den ProbandInnen zu leiten. Bei einer Wiederholung der Studie wäre

aber zu empfehlen, die Scheinbehandlung von einem Nicht-Therapeuten durchführen zu lassen, um diesen Störfaktor auszuschalten.

Ein Punkt, der von manchen kritisiert werden mag, ist der Widerspruch, der sich aus dem Wesen dieser Behandlung und dem wissenschaftlichen Fokus ergibt. Eine Midline-Behandlung benötigt, wie bereits erwähnt, eine „Leichtigkeit des Ansatzes“ (McPartland & Skinner, 2014b, S. 320). Ein Streben nach wissenschaftlichen Ergebnissen könnte jedoch dazu führen, dass eine Veränderung im Gewebe zu sehr gewollt und daher erzwungen wird. Liem (2014a, S. 260) warnt davor, dass aktiv eingebrachte Veränderung die natürliche Veränderung behindert. Dunshirn (2006) wiederum fasst die Meinung eines ihrer Interviewpartner wie folgt zusammen: „An Osteopath who tries to produce scientifically relevant results in his treatments is in danger of ignoring mental aspects. Such therapist probably is unable to use ML osteopathy“ (S. 124).

Alle genannten Autoren stimmen überein, dass das Gebiet der Midline schwierig zu erforschen ist, da jedes Suchen nach Ergebnissen die Behandlung beeinflussen kann. Das Bestreben der vorliegenden Arbeit soll auch nicht im Widerspruch zu dieser Meinung stehen. Die Grundidee der Midline-Behandlung kann vermutlich nicht durch Forschung erklärt werden. Dennoch können die Auswirkungen einer Behandlung sichtbar gemacht werden, so wie es hier in Tendenzen auch passiert ist und auch bei zukünftigen Forschungsarbeiten unter Berücksichtigung der Verbesserungsvorschläge passieren könnte. Da bisher in diese Richtung nicht geforscht wurde, liegt die Berechtigung dieser Arbeit darin, sich dem Widerspruch zu stellen.

## 6 SCHLUSSFOLGERUNG

Die vorliegende These spannt einen Bogen von der Theorie des biodynamischen Modells bezüglich einer Midline und deren Bedeutung für die Gesundheit bis zu einer Idee, wie die Wirkung einer Midline-Behandlung möglicherweise messbar gemacht werden kann. Kurz zusammengefasst lässt sich sagen, dass die AnwenderInnen des biodynamischen Modells davon ausgehen, dass die Kraft hinter der embryologischen Entwicklung von fluiden Dynamiken angetrieben ist, sodass jede Entwicklung automatisch den nächsten Entwicklungsschritt induziert. Dieser Prozess ist wichtig, damit ein Embryo wächst und gedeiht. Ausgangspunkt dieser Entwicklung ist eine Mittellinienstruktur, die sich bereits in der 3. Schwangerschaftswoche in Form des Primitivstreifens manifestiert. Diese Kraft versiegt gemäß dem BOCF nicht bei der Geburt, sondern bleibt ein Leben lang bestehen als das Zentrum für Gesundheit, Wachstum und Heilung. Leider gibt es bisher kaum wissenschaftliche Untersuchungen zu diesem Thema.

Ausgehend von der Beobachtung im klinischen Alltag, dass es nach der Anwendung einer Midline-Behandlung neben einem gesteigerten Wohlbefinden auch zu einer Verbesserung der Haltung kam, wurde die Überlegung geboren, ob diese Änderung eventuell als messbarer Erfolgsparameter erhalten kann. Haltungsforschung beruft sich häufig auf Veränderungen des CoP, einem Lageparameter, der die Resultierende aller auf den Boden einwirkenden Kräfte darstellt. Dieser kann mit einer Kraftmessplatte gemessen werden.

Aus diesen Überlegungen entstand letztlich das Studiendesign. Es wurde eine randomisierte kontrollierte Studie durchgeführt mit 32 ProbandInnen, die per Losverfahren auf eine Versuchsgruppe, die eine Midline-Behandlung erhielt, und eine Kontrollgruppe, die eine Scheinbehandlung erhielt, aufgeteilt wurden. Erhoben wurden vier Lageparameter des CoP, nämlich die zurückgelegte Länge, die Schwankungsfläche und die Schwankung in anterior-posteriorer und medio-lateraler Richtung über eine Zeitspanne von 25,6 Sekunden. Diese Werte wurden in einer frei gewählten und in einer standardisierten Stehpositionen mit offenen und geschlossenen Augen vor der Behandlung/Scheinbehandlung und fünf Minuten danach gemessen. In die Auswertung flossen aufgrund von Empfehlungen aus der Literatur nur die Werte zur Länge und zum APsway aus den Testsituationen mit geschlossenen Augen ein.

Dabei zeigten beide Gruppen eine Verbesserung, wobei sich die Versuchsgruppe in allen vier möglichen Kombinationen verbesserte, und die Kontrollgruppe in zwei, nämlich bei beiden Parametern im frei gewählten Stand. Die Kontrollgruppe veränderte sich jedoch

nicht signifikant in der standardisierten Position. Trotz dieses Ergebnisses bestand auch nach der Behandlung kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Auch die Differenzen zwischen den zwei Messungen zeigten keinen signifikanten Gruppenunterschied. Dies wurde durch einen Blick auf die zentralen Tendenzen analysiert. Bei der Baselinemessung war die Kontrollgruppe bei der Balancemessung tendenziell stabiler, während bei der zweiten Messung nach der Behandlung die Versuchsgruppe zum Teil bessere Ergebnisse lieferte oder sich der Kontrollgruppe näherte. Der Unterschied zwischen den Gruppen war jedoch zu keinem Zeitpunkt signifikant.

Für die Forschungsfrage bedeutet dieses Ergebnis, dass es zwar zu einer Veränderung des CoP nach einer einmaligen Midline-Behandlung kommt, diese jedoch nicht in einem signifikanten Unterschied zu der Scheinbehandlung steht. Das heißt, dass trotz der Tendenz, dass sich die Versuchsgruppe in mehr Bereichen verbessert hat als die Kontrollgruppe, zum jetzigen Zeitpunkt die Nullhypothese angenommen werden muss.

„Die Midline ist ein Gebiet beständigen Werdens und deshalb ist es so wichtig, sich ihr vorsichtig zu nähern und sie nicht zu komprimieren“ (McPartland & Skinner, 2014b, S. 320). Diese These stellt eine erste vorsichtige Annäherung an das Thema Midline dar, mit dem Ziel, einen Effekt sichtbar zu machen. Die Studie zeigt zum einen, dass eine Evaluation einer Behandlung mit einem reliablen Messinstrument wie einer Kraftmessplatte durchaus praktikabel und im Alltag umsetzbar ist, sodass klinische Beobachtungen messbar werden. Zum anderen konnte gezeigt werden, dass auch schwer fassbare Behandlungen und Phänomene, wie sie vielfach in der kranialen Osteopathie und eben auch im biodynamischen Modell zu finden sind, in einem wissenschaftlichen Rahmen erforscht werden können. Es wäre ein wichtiger Schritt für die Osteopathie, und in diesem Fall für die Osteopathie der Midline, wenn weitere aufbauende Forschung zu diesem Thema betrieben werden würde, um Evidenz zu suchen und zu zeigen, dass sie mehr als nur eine Prinzip ist, das Lehrmeinungen widerspiegelt.

## LITERATURVERZEICHNIS

- Bauer, C., Groger, I., Rupprecht, R., & Gassmann, K. G. (2008). Intrasession reliability of force platform parameters in community-dwelling older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *89*(10), 1977–1982. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.02.033>
- Bonnet, C. T., & Baudry, S. (2016). Active vision task and postural control in healthy, young adults: Synergy and probably not duality. *Gait & Posture*, *48*, 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.04.016>
- Charness, G., Gneezy, U., & Kuhn, M. A. (2012). Experimental methods: Between-subject and within-subject design. *Journal of Economic Behavior & Organization*, *81*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2011.08.009>
- Ciranna-Raab, C., Fossum, C., & Och, V. (2010). Diagnostische Grundlagen. In *Leitfaden Osteopathie* (3. Aufl.). München: Elsevier GmbH.
- Corallo, D., Trapani, V., & Bonaldo, P. (2015). The notochord: structure and functions. *Cellular and Molecular Life Sciences: CMLS*, *72*(16), 2989–3008. <https://doi.org/10.1007/s00018-015-1897-z>
- Crétual, A. (2015). Which biomechanical models are currently used in standing posture analysis? *Neurophysiologie Clinique = Clinical Neurophysiology*, *45*(4–5), 285–295. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2015.07.004>
- de Haart, M., Geurts, A. C., Huidekoper, S. C., Fasotti, L., & van Limbeek, J. (2004). Recovery of standing balance in postacute stroke patients: a rehabilitation cohort study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *85*(6), 886–895.
- Dudenredaktion. (o. J.). Haltung. *Duden online*. Abgerufen 10. Februar 2018 von <https://www.duden.de/node/674735/revisions/1325225/view>.
- Dunshirn, M. (2006). *Die Mittellinie in der Osteopathie - ein Balanceakt zwischen Struktur und Spiritualität*. Donau Universität Krems, Wien.
- Ebersbach, G., & Gunkel, M. (2011). Posturography reflects clinical imbalance in Parkinson's disease. *Movement Disorders: Official Journal of the Movement Disorder Society*, *26*(2), 241–246. <https://doi.org/10.1002/mds.23189>

- Gatev, P., Thomas, S., Kepple, T., & Hallett, M. (1999). Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. *The Journal of Physiology*, 514 ( Pt 3), 915–928.
- Ghai, S., Ghai, I., & Effenberg, A. O. (2017). Effects of dual tasks and dual-task training on postural stability: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Interventions in Aging*, 12, 557–577. <https://doi.org/10.2147/CIA.S125201>
- Hageman, P. A., Leibowitz, J. M., & Blanke, D. (1995). Age and gender effects on postural control measures. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(10), 961–965.
- Hemmerich, W. A. (2015a, 2018). Einstieg in die mixed ANOVA | StatistikGuru. Abgerufen 14. März 2018, von <https://statistikguru.de/spss/mixed-anova/einstieg-in-die-mixed-anova.html>
- Hemmerich, W. A. (2015b, 2018). Mixed ANOVA: Voraussetzungen | StatistikGuru. Abgerufen 14. März 2018, von <https://statistikguru.de/spss/mixed-anova/voraussetzungen-8.html>
- Holt, K. R., Haavik, H., & Elley, C. R. (2012). The effects of manual therapy on balance and falls: a systematic review. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 35(3), 227–234. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2012.01.007>
- Horrigan, B. (1997). Jim Jealous, DO. Healing and the natural world. *Alternative therapies in health and medicine*, 3(1), 68–76.
- Huber, M. (2014). Posturale Kontrolle. Multidimensionaler Behandlungsansatz in einer evidenzorientierten, technikübergreifenden Neurophysiotherapie. *pt - Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 66(5), 12–23.
- Imhoff, A. B., Baumgartner, R., & Linke, R. D. (2006). *Checkliste Orthopädie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Jealous, J. (2000a). *The biodynamics of osteopathy - An introductory overview* [Audio CD] (Bd. 1). Marnee Jealous Long.
- Jealous, J. (2000b). *The biodynamics of osteopathy - Midline No 1* [Audio CD] (Bd. 17). Marnee Jealous Long.

- Jiang, X., Ding, Y., Zhang, Y., Bai, S., Chang, X., Liu, B., & Liu, K. (2017). Relationship between anterior cerebral falx and craniofacial midline: significance in the analysis of craniofacial asymmetry. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, *10*(12), 16121–16132.
- Jones, D., Fryer, G., Vaughan, B., & McLaughlin, P. (2004). *The effect of osteopathic manipulative therapy applied to the lumbar spine on postural stability: a pilot study*. Victoria University, Melbourne.
- Karst, G. M., Venema, D. M., Roehrs, T. G., & Tyler, A. E. (2005). Center of pressure measures during standing tasks in minimally impaired persons with multiple sclerosis. *Journal of Neurologic Physical Therapy : JNPT*, *29*(4), 170–180.
- Klein, P., & Sommerfeld, P. (2007). *Biomechanik der Wirbelsäule. Grundlagen, Erkenntnisse und Fragestellungen* (1. Aufl.). München: Urban & Fischer.
- Klimont, J., Kytir, J., & Leitner, B. (2007). *Österreichische Gesundheitsbefragung, 2006/2007: Hauptergebnisse und methodische Dokumentation*. Wien: Statistik Austria.
- Kümmel, J., Kramer, A., Giboin, L.-S., & Gruber, M. (2016). Specificity of Balance Training in Healthy Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *46*(9), 1261–1271. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0515-z>
- Laughton, C. A., Slavin, M., Katdare, K., Nolan, L., Bean, J. F., Kerrigan, D. C., ... Collins, J. J. (2003). Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait & Posture*, *18*(2), 101–108.
- Lawson, L., & Harfe, B. D. (2015). Notochord to Nucleus Pulposus Transition. *Current Osteoporosis Reports*, *13*(5), 336–341. <https://doi.org/10.1007/s11914-015-0284-x>
- Lesinski, M., Hortobagyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015a). Dose-response relationships of balance training in healthy young adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *45*(4), 557–576. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0284-5>

- Lesinski, M., Hortobagyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015b). Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(12), 1721–1738. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0375-y>
- Liem, T. (2010a). *Kraniosakrale Osteopathie. Ein praktisches Lehrbuch* (5. Aufl.). Stuttgart: Hippokrates Verlag.
- Liem, T. (2010b). *Leitfaden Osteopathie. Parietale Techniken*. (T. K. Dobler, Hrsg.) (3. Aufl.). München: Elsevier GmbH.
- Liem, T. (2014a). Behandlungsprinzipien. In *Morphodynamik in der Osteopathie* (2. Aufl., S. 253–298). Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.
- Liem, T. (2014b). Fluidier Körper. In *Morphodynamik in der Osteopathie* (2. Aufl., S. 322–329). Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.
- Liem, T. (2014c). Midline - Entstehung und Einführung. In *Morphodynamik in der Osteopathie* (2. Aufl., S. 302–311). Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.
- Liem, T., & Patterson, M. M. (2014). Somatische Dysfunktion und Kompensation. In *Morphodynamik in der Osteopathie* (2. Aufl., S. 167–184). Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.
- Lopez, D., King, H. H., Knebl, J. A., Kosmopoulos, V., Collins, D., & Patterson, R. M. (2011). Effects of comprehensive osteopathic manipulative treatment on balance in elderly patients: a pilot study. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 111(6), 382–388.
- McPartland, J. M., & Skinner, E. (2014a). Das biodynamische Modell der kranialen Osteopathie. In *Morphodynamik in der Osteopathie* (2. Aufl., S. 348–358). Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.
- McPartland, J. M., & Skinner, E. (2014b). Die Bedeutung der Midline in der Osteopathie. In *Morphodynamik in der Osteopathie* (2. Aufl., S. 312–322). Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.
- Medline. (2018). *Merriam-Webster Medical Dictionary*. Springfield. Abgerufen 6.1.2018 von <http://c.merriam-webster.com/medlineplus/midline>

- Meinel, K., & Schnabel, G. (2007). *Bewegungslehre - Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt*. Aachen: Meyer & Meyer Verlage.
- Meinhardt, H. (2004). Different strategies for midline formation in bilaterians. *Nature Reviews. Neuroscience*, 5(6), 502–510. <https://doi.org/10.1038/nrn1410>
- Paulus, S. (2014). Das Erleben der Fulcren in der Osteopathie und das Entstehen der Stille. In *Morphodynamik in der Osteopathie* (2. Aufl., S. 195–201). Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.
- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance? *Clinical Rehabilitation*, 14(4), 402–406. <https://doi.org/10.1191/0269215500cr342oa>
- Pschyrembel. *Klinisches Wörterbuch*. (2004) (260. Aufl.). Berlin: Walter de Gruyter.
- 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: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 20(3), 358–368. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1543-2>
- Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2013). Does postural sway change in association with manual therapeutic interventions? A review of the literature. *Chiropractic & Manual Therapies*, 21, 9. <https://doi.org/10.1186/2045-709X-21-9>
- Scherfer, E., & Bossmann, T. (2011). *Forschung verstehen. Ein Grundkurs in evidenzbasierter Praxis* (2. Aufl.). München: Richard Pflaum Verlag GmbH & CoKG.
- Sosnoff, J. J., Shin, S., & Motl, R. W. (2010). Multiple sclerosis and postural control: the role of spasticity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(1), 93–99. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.09.013>
- Ulfig, N. (2005). *Kurzlehrbuch Embryologie* (1. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.

Wang, W., Li, K., Wei, N., Yin, C., & Yue, S. (2017). Evaluation of postural instability in stroke patient during quiet standing. *Conference Proceedings: ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Conference, 2017*, 2522–2525. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2017.8037370>

Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement* (4. Aufl.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

World Health Organization. (2004). A glossary of terms, 111.

Wührl, P. (2006). Im Gespräch mit Jim Jealous. *Deutsche Zeitschrift für Osteopathie*, 4(4).

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Beschreibung der Stichprobe.....	33
Tabelle 2: Zentrale Tendenzen bei Messung 1 (prä) und Messung 2 (post) .....	36

## **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abbildung 1: Differenz zwischen Messung 1 und Messung 2.....	38
Abbildung 2: Veränderung der zentralen Tendenzen - standardisierter Stand mit geschlossenen Augen.....	39
Abbildung 3: Veränderung der zentralen Tendenzen - frei gewählter Stand mit geschlossenen Augen.....	39

## **ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

APsway *Schwankung in anterior-posteriorer Richtung*

BOCF *biodynamic model of osteopathy in the cranial field; biodynamisches Modell in der kranialen Osteopathie*

BoL *Breath of Life*

CoM *center of mass*

CoP *center of pressure*

CV-4 *compression of the 4th ventricle*

FreiAG *frei gewählter Stand mit geschlossenen Augen*

FreiAO *frei gewählter Stand mit offenen Augen*

LCS *Liquor cerebrospinalis*

MLsway *Schwankung in medio-lateraler Richtung*

NSLBP *non-specific low back pain*

OCF *osteopathy in the cranial field; Osteopathie im kranialen Bereich*

PRM *Primärer respiratorischer Mechanismus*

RCT *randomized controlled trial*

SD *standard deviation*

StdAG *standardisierter Stand mit geschlossenen Augen*

StdAO *standardisierter Stand mit offenen Augen*

WSO *Wiener Schule für Osteopathie*

ZNS *Zentralnervensystem*

## ANHANG A

DONAU-UNIVERSITÄT KREMS - Fakultät für Gesundheit und Medizin

### **Einverständniserklärung**

Studie: Auswirkungen einer Midline-Behandlung auf die posturale Kontrolle  
im Stand bei gesunden Erwachsenen

Name TeilnehmerIn (Druckbuchstaben): \_\_\_\_\_

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

Ich wurde von der verantwortlichen Person dieser Studie, Miriam Galoppi, BSc., vollständig über den Ablauf, meine Rechte als TeilnehmerIn, sowie den Nutzen der Studie und die möglichen Risiken aufgeklärt. Ich habe das Informationsblatt gelesen und verstanden. Ich hatte die Möglichkeit, Fragen zu stellen, habe die Antworten verstanden und habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Ich hatte Zeit, mich zu der Teilnahme zu entscheiden und weiß, dass diese freiwillig ist. Ich bin mir meines Rechts bewusst, dass ich jederzeit und ohne Angabe von Gründen diese Zustimmung widerrufen kann, ohne dass sich dieser Entschluss nachteilig auf mich auswirken wird.

Ich bin damit einverstanden, dass für die Studie Daten von mir aufgezeichnet werden, welche anonym gespeichert und ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden.

Hiermit erkläre ich meine freiwillige Teilnahme an dieser Studie.

\_\_\_\_\_

Ort, Datum

\_\_\_\_\_

Unterschrift des/der TeilnehmerIn

## Information für StudienteilnehmerInnen

Im Rahmen meines Masterstudienlehrgangs „Osteopathie“ an der Donau-Universität Krems (Kooperation mit der Wiener Schule für Osteopathie) suche ich ProbandInnen für meine Studie für die abschließende Masterthese. Die geplante Studie verfolgt das Ziel, den Effekt einer speziellen osteopathischen Behandlungsmethode anhand deren Auswirkung auf die Balancefähigkeit des Menschen messbar zu machen. Es handelt sich um eine einfach verblindete, randomisiert kontrollierte Studie. Die Daten sind anonym.

Ich suche Erwachsene im Alter von 18 – 65 Jahren, die an dieser Studie teilnehmen wollen. Neben der Altersbegrenzung sind folgende Voraussetzung notwendig für die Durchführung: Die TeilnehmerInnen müssen für die Messung insgesamt rund 10 Minuten frei stehen können (barfuß), kurzfristig auch mit geschlossenen Augen. Die Behandlung beinhaltet sanfte Handgriffe, findet in Rückenlage statt und dauert rund 30 Minuten. Um die Position angenehm zu gestalten, können Pölster und Knierollen frei gewählt werden. Eine angenehme Bekleidung wird empfohlen (keine Jeans für die Behandlung).

**Die Gesamtdauer eines Termins beträgt einmalig 60 – 90 Minuten.**

Für die TeilnehmerInnen der Studie besteht kein gesundheitliches Risiko. Wie bei jeder Behandlung kann es jedoch zu Nebenwirkungen kommen, wie z. B. zu kurzfristigem Schwindel, Übelkeit etc. Sollten während der Behandlung solche auftreten, kann die Teilnahme jederzeit abgebrochen werden.

### Checkliste für Probanden:

Kann ich an der Studie teilnehmen?

- Alter 18 – 65 Jahre
- Freie Stehfähigkeit für max. 10 Min.
- Rückenlage für rund 30 Min. möglich
- Es bestehen keine neurologischen Erkrankungen, wie Mb. Parkinson, Multiple Sklerose, Schlaganfall etc.
- Ich bin momentan nicht schwanger.

Was muss ich zur Behandlung mitbringen?

- 60 – 90 Minuten Zeit
- Bequeme Kleidung

Sollten noch Fragen bestehen, beantworte ich diese jederzeit gerne telefonisch oder per mail. Bei Interesse zur Teilnahme an der Studie bitte ich ebenfalls um Kontaktaufnahme, damit wir einen Termin vereinbaren können.

Telefonnr.: 0680 / 210 89 59

mail: [miriam.galoppi@aon.at](mailto:miriam.galoppi@aon.at)

Ich freue mich über Ihr Interesse. Miriam Galoppi

# Datenblatt

Datum und Uhrzeit:

Probandennummer: \_\_\_\_\_

Gruppe:  MID  SHAM

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

Alter: \_\_\_\_\_

Geschlecht:  männlich  weiblich

Brille bei der Testung:  JA  NEIN

Aktuelle Beschwerden: \_\_\_\_\_

Bemerkungen durch die Testerin: \_\_\_\_\_

## Einschlusskriterien:

- Alter 18 – 65a
- Stehfähigkeit 10 Min. (teilweise mit geschlossenen Augen)
- Rückenlage für max. 45 Min. mgl.

## Ausschlusskriterien: ( x bedeutet: „NEIN“)

- Vorliegen einer schwerwiegenden neurologischen Erkrankung wie Mb. Parkinson, MS, Schlaganfall etc.
- Aktuelle Verletzungen
- Schwangerschaft

---

---

## Anmerkungen zur Messung:

Anfang: \_\_\_\_\_

Ende: \_\_\_\_\_

---

---

## Informationen zur Behandlung:

Dauer der Behandlung: \_\_\_\_\_ Schulnote: \_\_\_\_\_

Reaktion des Patienten/der Patientin:  eingeschlafen  wach  Sonstiges: \_\_\_\_\_

Nebenwirkungen: \_\_\_\_\_

---

---

Sonstiges:

# Durchführungsprotokoll

1. Vorbereitung:
  - a. Satel: 90 cm Abstand zur Wand, Satel mit Backpapier abdecken (je 2 cm Abstand zum Rand), auf der Vorderseite mit PräTest und # beschriften.
  - b. Therapieliege vorbereiten – Tuch, Polster, Knierolle, Hocker.
2. Begrüßung:

„Vielen Dank, dass Sie an meiner Studie teilnehmen. Mit der folgenden Studie möchte ich die Wirksamkeit eines spezifischen osteopathischen Behandlungsansatzes anhand der Balancefähigkeit testen. Der Ablauf umfasst 4 Messungen zu Beginn, gefolgt von der Behandlung. Im Anschluss folgt nach einer 5-minütigen Pause die Kontrollmessung.  
Bevor wir anfangen, bitte ich Sie die Einverständniserklärung zu lesen und zu unterschreiben. Im Anschluss werde ich die für die Studie relevanten Daten erheben.“
3. Einwilligungserklärung
4. Datenblatt ausfüllen + Satel: Patient erstellen (Name = Probandennr.)
5. Ablauf Studie:
  - a. Kuvert mit der Gruppenzuteilung ziehen (zur Seite legen)
  - b. Anfangsmessung: „Wir beginnen mit 4 aufeinanderfolgenden Messungen in verschiedenen Ausgangspositionen. Die Tests werden barfuß durchgeführt. Jede Testung dauert 30“, gefolgt von einer Pause. Anfang und Ende der Messung gebe ich mit einem klaren Kommando bekannt. Sollten Sie sich nicht wohl fühlen, können Sie die Messungen zu jedem Zeitpunkt abbrechen.“
    - i. Frei gewählter Stand mit Blick nach vorne: „ Bitte stellen Sie sich in einer angenehmen Position auf die Messplatte (Fersenlinie und Fußaußenkante einzeichnen) und schauen Sie gerade aus. Bleiben Sie ruhig stehen während der Messung. Die Messung startet jetzt. ... Die Messung ist beendet. Bitte bleiben Sie stehen.“ *SATEL: freier Stand + **AO***
    - ii. Frei gewählter Stand mit geschlossenen Augen: „Die zweite Messung erfolgt nun mit geschlossenen Augen. Bitte schließen Sie jetzt die Augen. Die Messung startet jetzt. ... Die Messung ist beendet. Sie können von der Messplatte absteigen.“ *SATEL: freier Stand + **AG***

→ Backpapier entfernen und Aufsteckmodul aufsetzen!

iii. Standardisierter Stand mit offenen Augen: „Die zwei Testungen werden nun mit einer vorgegebenen Stehposition wiederholt. Bitte steigen Sie wieder auf die Platte, die Fersen ganz nach hinten rutschen und die Fußinnenkanten an dem Keil ausrichten. Schauen Sie nach vorne und bleiben Sie ruhig stehen. Die Messung startet jetzt. ... Die Messung ist beendet. Bitte bleiben Sie stehen.“ *SATEL: Standardisierter Stand + AO*

iv. Standardisierter Stand mit geschlossenen Augen: „Die Position bitte beibehalten. Bitte schließen Sie jetzt die Augen. Die Messung startet jetzt. ... Die Messung ist beendet. Sie können von der Messplatte absteigen.“ *SATEL: Standardisierter Stand + AG*

c. Kuvert öffnen und Gruppenzuweisung erfahren.

d. Behandlung: Proband in eine angenehme Position in Rückenlage bringen, je nach Bedarf die Knie unterlagern.

„Ich beginne nun mit der Behandlung. Diese dauert erfahrungsgemäß zwischen 15 und 45 Minuten. Sollten Sie sich zwischenzeitlich unwohl fühlen, können Sie die Behandlung jederzeit abbrechen.“

(Schein-) Behandlung durchführen. „Die Behandlung ist nun beendet. Sie haben jetzt 5 Minuten bis wir die Messungen von Beginn wiederholen. Gestalten Sie diese 5 Minuten nach ihrem Empfinden – gehen sie herum, bleiben Sie liegen oder sitzen.“

e. Backpapier wieder aufkleben, umgekehrt. Beschriftung mit Posttest.

f. Nach 5 Minuten: Messungen wiederholen – siehe 5.b. i.-iv.

6. Verabschiedung: „Vielen Dank für die Teilnahme an der Studie. Sollten noch weitere Fragen bestehen bzw. unerwartete Beschwerden auftreten, können Sie sich jederzeit an mich wenden.“

7. Datenblatt vervollständigen. Wegräumen, desinfizieren.

## ANHANG B

### Intra-Gruppen-Vergleich zwischen Messung 1 und 2 (Wilcoxon)

Statistik für Test<sup>a</sup>

	Gruppe			
	Mid		Sham	
	Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
PostFreiAOLängeM5 - PräFreiAOLängeM1	-1,590 <sup>b</sup>	,112	-,931 <sup>b</sup>	,352
<b>PostFreiAGLängeM6 - PräFreiAGLängeM2</b>	-2,354 <sup>b</sup>	<b>,019</b>	-2,224 <sup>b</sup>	<b>,026</b>
PostStdAOLängeM7 - PräStdAOLängeM3	-1,293 <sup>b</sup>	,196	-1,681 <sup>b</sup>	,093
<b>PostStdAGLängeM8 - PräStdAGLängeM4</b>	-2,223 <sup>b</sup>	<b>,026</b>	-,362 <sup>c</sup>	,717
PostFreiAOFlächeM5 - PräFreiAOFlächeM1	-,103 <sup>c</sup>	,918	-,310 <sup>b</sup>	,756
PostFreiAGFlächeM6 - PräFreiAGFlächeM2	-,440 <sup>b</sup>	,660	-,129 <sup>b</sup>	,897
PostStdAOFlächeM7 - PräStdAOFlächeM3	-1,733 <sup>c</sup>	,083	-,207 <sup>c</sup>	,836
PostStdAGFlächeM8 - PräStdAGFlächeM4	-1,422 <sup>b</sup>	,155	-,879 <sup>c</sup>	,379
PostFreiAOswayMLxM5 - PräFreiAOswayMLxM1	-1,603 <sup>b</sup>	,109	-,285 <sup>b</sup>	,776
PostFreiAGswayMLxM6 - PräFreiAGswayMLxM2	-1,293 <sup>b</sup>	,196	-1,474 <sup>b</sup>	,140
PostStdAOswayMLxM7 - PräStdAOswayMLxM3	-,776 <sup>b</sup>	,438	-1,449 <sup>c</sup>	,147
PostStdAGswayMLxM8 - PräStdAGswayMLxM4	-1,784 <sup>b</sup>	,074	-1,629 <sup>c</sup>	,103
PostFreiAOswayAPyM5 - PräFreiAOswayAPyM1	-1,705 <sup>b</sup>	,088	-,738 <sup>b</sup>	,460
<b>PostFreiAGswayAPyM6 - PräFreiAGswayAPyM2</b>	-2,716 <sup>b</sup>	<b>,007</b>	-2,741 <sup>b</sup>	<b>,006</b>
<b>PostStdAOswayAPyM7 - PräStdAOswayAPyM3</b>	-2,275 <sup>b</sup>	<b>,023</b>	-2,405 <sup>b</sup>	<b>,016</b>
<b>PostStdAGswayAPyM8 - PräStdAGswayAPyM4</b>	-2,188 <sup>b</sup>	<b>,029</b>	-1,060 <sup>b</sup>	,289

Erklärung

- a. Wilcoxon-Test
- b. Basiert auf positiven Rängen.
- c. Basiert auf negativen Rängen.

## Inter-Gruppen-Vergleich Follow Up (Mann-Whitney-Test)

Statistik für Test<sup>a</sup>

	Mann-Whitney-U	Wilcoxon-W	Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz [2* (1-seitig Sig.)]
PostFreiAOLängeM5	106,500	242,500	-,811	,418	,423 <sup>b</sup>
PostFreiAGLängeM6	113,000	249,000	-,565	,572	,590 <sup>b</sup>
PostStdAOLängeM7	126,000	262,000	-,075	,940	,956 <sup>b</sup>
PostStdAGLängeM8	119,500	255,500	-,320	,749	,752 <sup>b</sup>
PostFreiAOFlächeM5	103,000	239,000	-,942	,346	,361 <sup>b</sup>
PostFreiAGFlächeM6	115,500	251,500	-,471	,638	,642 <sup>b</sup>
PostStdAOFlächeM7	98,000	234,000	-1,131	,258	,270 <sup>b</sup>
PostStdAGFlächeM8	127,000	263,000	-,038	,970	,985 <sup>b</sup>
PostFreiAOswayMLxM5	102,500	238,500	-,961	,336	,341 <sup>b</sup>
PostFreiAGswayMLxM6	111,500	247,500	-,622	,534	,539 <sup>b</sup>
PostStdAOswayMLxM7	123,000	259,000	-,188	,850	,867 <sup>b</sup>
PostStdAGswayMLxM8	116,500	252,500	-,434	,665	,669 <sup>b</sup>
PostFreiAOswayAPyM5	108,500	244,500	-,736	,462	,468 <sup>b</sup>
PostFreiAGswayAPyM6	103,500	239,500	-,923	,356	,361 <sup>b</sup>
PostStdAOswayAPyM7	124,000	260,000	-,151	,880	,897 <sup>b</sup>
PostStdAGswayAPyM8	125,500	261,500	-,094	,925	,926 <sup>b</sup>

a. Gruppenvariable: Gruppe

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

## Vergleich der zentralen Tendenzen (Länge und Fläche)

		Gruppe		
		Mid	Sham	Insgesamt
PräFreiAO-LängeM1	Mittelwert	181,25	173,94	177,59
	Median	<b>159,00</b>	167,50	164,00
PräFreiAG-LängeM2	Mittelwert	269,13	241,63	255,38
	Median	260,50	<b>219,00</b>	231,50
PräStdAO-LängeM3	Mittelwert	232,81	223,63	228,22
	Median	214,50	<b>194,00</b>	206,00
PräStdAG-LängeM4	Mittelwert	348,38	297,88	323,13
	Median	340,50	<b>238,00</b>	289,00
PostFreiAO-LängeM5	Mittelwert	163,38	164,00	163,69
	Median	<b>147,50</b>	165,50	160,00
PostFreiAG-LängeM6	Mittelwert	226,44	208,19	217,31
	Median	<b>199,50</b>	202,50	200,00
PostStdAO-LängeM7	Mittelwert	210,25	209,56	209,91
	Median	<b>206,50</b>	208,00	208,00
PostStdAG-LängeM8	Mittelwert	292,06	292,44	292,25
	Median	<b>279,00</b>	282,00	279,50
PräFreiAO-FlächeM1	Mittelwert	77,56	92,25	84,91
	Median	<b>62,50</b>	70,00	69,50
PräFreiAG-FlächeM2	Mittelwert	131,38	102,81	117,09
	Median	103,00	<b>77,00</b>	85,50
PräStdAO-FlächeM3	Mittelwert	125,38	<b>122,50</b>	123,94
	Median	128,00	<b>127,00</b>	128,00
PräStdAG-FlächeM4	Mittelwert	269,00	198,31	233,66
	Median	224,00	<b>150,00</b>	196,50
PostFreiAO-FlächeM5	Mittelwert	87,19	79,81	83,50
	Median	<b>48,50</b>	76,50	68,50
PostFreiAG-FlächeM6	Mittelwert	117,75	102,81	110,28
	Median	105,50	<b>95,00</b>	103,00
PostStdAO-FlächeM7	Mittelwert	157,75	129,50	143,63
	Median	154,00	<b>106,00</b>	130,00
PostStdAG-FlächeM8	Mittelwert	195,63	222,63	209,13
	Median	190,00	<b>182,50</b>	183,00

## Vergleich der zentralen Tendenzen (MLsway und APsway)

### Zusammenfassung von Fällen

		Gruppe		
		Mid	Sham	Insgesamt
PräFreiAO- swayMLxM1	Mittelwert	97,50	95,88	96,69
	Median	<b>83,50</b>	86,00	85,00
PräFreiAG- swayMLxM2	Mittelwert	116,56	115,94	116,25
	Median	112,50	<b>110,00</b>	110,00
PräStdAO- swayMLxM3	Mittelwert	138,75	<b>130,63</b>	134,69
	Median	135,50	<b>125,50</b>	132,00
PräStdAG- swayMLxM4	Mittelwert	200,81	166,19	183,50
	Median	210,00	<b>135,00</b>	174,00
PostFreiAO- swayMLxM5	Mittelwert	83,88	89,50	86,69
	Median	<b>77,00</b>	85,50	83,00
PostFreiAG- swayMLxM6	Mittelwert	107,38	100,81	104,09
	Median	110,50	<b>93,00</b>	101,50
PostStdAO- swayMLxM7	Mittelwert	130,69	137,06	133,88
	Median	<b>128,50</b>	135,00	132,50
PostStdAG- swayMLxM8	Mittelwert	179,50	183,31	181,41
	Median	173,50	<b>165,00</b>	171,00
PräFreiAO- swayAPyM1	Mittelwert	130,38	124,13	127,25
	Median	<b>111,50</b>	123,00	118,50
PräFreiAG- swayAPyM2	Mittelwert	217,13	186,81	201,97
	Median	187,50	<b>171,50</b>	176,50
PräStdAO- swayAPyM3	Mittelwert	160,56	151,88	156,22
	Median	137,50	<b>136,50</b>	136,50
PräStdAG- swayAPyM4	Mittelwert	233,69	208,13	220,91
	Median	204,00	<b>173,50</b>	176,50
PostFreiAO- swayAPyM5	Mittelwert	120,69	117,75	119,22
	Median	<b>110,50</b>	118,00	110,50
PostFreiAG- swayAPyM6	Mittelwert	174,31	154,31	164,31
	Median	150,00	<b>139,50</b>	144,50
PostStdAO- swayAPyM7	Mittelwert	135,31	129,56	132,44
	Median	130,50	<b>128,00</b>	130,50
PostStdAG- swayAPyM8	Mittelwert	190,44	187,06	188,75
	Median	174,00	<b>173,00</b>	174,00

## Vergleich der Differenzen zwischen Messung 1 und 2 (t-Test für unabhängige Stichproben und Mann-Whitney-Test)

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
DiffLängeM1M5	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	,099	,755	,566 ,566	30 29,987	,576 ,576	7,93750 7,93750	14,02033 14,02033	-20,69582 -20,69634	36,57082 36,57134
DiffLängeM2M6	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	,932	,342	,462 ,462	30 26,415	,647 ,648	9,25000 9,25000	20,00598 20,00598	-31,60765 -31,84148	50,10765 50,34148
DiffLängeM3M7	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	3,183	,085	,632 ,632	30 26,573	,532 ,533	8,50000 8,50000	13,44942 13,44942	-18,96739 -19,11671	35,96739 36,11671
DiffLängeM4M8	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	,335	,567	1,626 1,626	30 29,682	,114 ,115	50,87500 50,87500	31,29226 31,29226	-13,03233 -13,06106	114,78233 114,81106
DiffFlächeM1M5	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	,444	,510	-,874 -,874	30 27,200	,389 ,390	-22,06250 -22,06250	25,23817 25,23817	-73,60573 -73,82910	29,48073 29,70410
DiffFlächeM2M6	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	,002	,966	,547 ,547	30 29,873	,588 ,588	13,62500 13,62500	24,91082 24,91082	-37,24968 -37,25876	64,49968 64,50876
DiffFlächeM3M7	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	,022	,883	-1,105 -1,105	30 29,730	,278 ,278	-25,37500 -25,37500	22,95355 22,95355	-72,25241 -72,27030	21,50241 21,52030
DiffMLswayM1M5	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	,268	,609	,631 ,631	30 29,146	,533 ,533	7,25000 7,25000	11,49665 11,49665	-16,22929 -16,25817	30,72929 30,75817
DiffMLswayM2M6	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	1,300	,263	-,471 -,471	30 28,042	,641 ,641	-5,93750 -5,93750	12,60228 12,60228	-31,67479 -31,75035	19,79979 19,87535
DiffMLswayM3M7	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	1,767	,194	1,677 1,677	30 28,755	,104 ,104	14,50000 14,50000	8,64746 8,64746	-3,16048 -3,19261	32,16048 32,19261
DiffMLswayM4M8	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	,026	,873	2,303 2,303	30 29,479	,028 ,028	38,43750 38,43750	16,68722 16,68722	4,35765 4,33238	72,51735 72,54262
DiffAPswayM1M5	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	2,693	,111	,369 ,369	30 26,718	,715 ,715	3,31250 3,31250	8,97153 8,97153	-15,00980 -15,10465	21,63480 21,72965
DiffAPswayM3M7	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	,785	,383	,254 ,254	30 29,100	,801 ,801	2,93750 2,93750	11,54997 11,54997	-20,65069 -20,68131	26,52569 26,55631
DiffAPswayM4M8	Varianzen sind gleich Varianzen sind nicht gleich	,234	,632	,881 ,881	30 29,614	,385 ,385	22,18750 22,18750	25,18795 25,18795	-29,25317 -29,28127	73,62817 73,65627

Statistik für Test<sup>a</sup>

	DiffLängeM4M8	DiffAPswayM2M6
Mann-Whitney-U	82,500	119,000
Wilcoxon-W	218,500	255,000
Z	-1,715	-,339
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,086	,734
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,086 <sup>b</sup>	,752 <sup>b</sup>

a. Gruppenvariable: Gruppe

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

## Rohdaten

Fallnr	Gruppe	Alter	Alters- gruppe	Geschlecht	Balance	DauerBeh in Min	Reaktion	PräFreiAO- LängeM1	PräFreiAG- LängeM2	PräStdAO- LängeM3	PräStdAG- LängeM4
1	Mid	55	> 45	männlich	4	35	eingeschlafen	153	314	172	509
2	Sham	58	> 45	weiblich	2	25	wach	270	231	341	418
3	Sham	31	< 45	weiblich	2	25	wach	140	166	242	326
4	Sham	31	< 45	männlich	2	25	wach	124	254	192	191
5	Mid	35	< 45	männlich	1	25	wach	222	280	307	409
6	Sham	29	< 45	männlich	3	25	wach	192	188	191	181
7	Mid	63	> 45	männlich	2	25	wach	374	690	393	550
8	Mid	28	< 45	weiblich	2	20	eingeschlafen	122	251	200	466
9	Sham	32	< 45	weiblich	2	25	wach	191	192	244	243
10	Sham	24	< 45	weiblich	2	25	eingeschlafen	202	182	156	191
11	Sham	59	> 45	weiblich	2	25	wach	213	314	286	279
12	Mid	29	< 45	weiblich	3	25	eingeschlafen	118	133	238	233
13	Mid	33	< 45	männlich	2	22	wach	163	220	167	199
14	Sham	29	< 45	männlich	4	25	eingeschlafen	218	335	339	552
15	Mid	29	< 45	weiblich	3	25	wach	172	185	218	299
16	Sham	30	< 45	männlich	2	25	eingeschlafen	140	263	184	217
17	Mid	58	> 45	männlich	3	30	eingeschlafen	254	450	337	435
18	Sham	57	> 45	weiblich	2	25	wach	153	208	174	232
19	Sham	25	< 45	männlich	3	25	eingeschlafen	110	230	179	229
20	Mid	29	< 45	männlich	2	17	eingeschlafen	187	232	185	377
21	Sham	26	< 45	weiblich	2	25	wach	119	157	178	181
22	Mid	54	> 45	weiblich	3	23	wach	143	270	265	277
23	Mid	31	< 45	weiblich	3	26	eingeschlafen	92	136	180	223
24	Sham	56	> 45	weiblich	4	25	eingeschlafen	127	310	196	450
25	Mid	32	< 45	männlich	2	21	eingeschlafen	133	158	150	226
26	Mid	23	< 45	männlich	3	25	wach	218	277	212	304
27	Mid	26	< 45	weiblich	3	25	wach	155	270	217	471
28	Mid	28	< 45	weiblich	1	26	wach	262	275	316	390
29	Mid	59	> 45	weiblich	3	27	wach	132	165	168	206
30	Sham	63	> 45	männlich	4	25	eingeschlafen	249	428	270	504
31	Sham	30	< 45	männlich	3	25	eingeschlafen	165	205	230	339
32	Sham	19	< 45	weiblich	2	25	wach	170	203	176	233

Fallnr	PostFreiAO- LängeM5	PostFreiAG- LängeM6	PostStdAO- LängeM7	PostStdAG- LängeM8	PräFreiAO- FlächeM1	PräFreiAG- FlächeM2	PräStdAO- FlächeM3	PräStdAG- FlächeM4	PostFreiAO- FlächeM5	PostFreiAG- FlächeM6	PostStdAO- FlächeM7
1	135	264	197	268	74	151	56	339	28	167	163
2	153	200	289	360	183	108	139	323	42	51	216
3	178	165	256	243	58	72	105	193	127	77	77
4	141	150	149	324	44	131	158	91	84	72	100
5	159	199	246	328	205	170	226	611	50	50	168
6	165	152	233	204	101	50	141	93	71	29	92
7	289	480	296	407	122	309	169	229	223	166	155
8	168	243	221	243	38	159	96	574	64	105	153
9	181	194	200	257	64	45	68	85	98	89	106
10	161	220	145	196	143	62	50	81	82	179	49
11	180	235	264	288	147	134	115	152	60	111	137
12	156	200	233	238	50	56	220	426	273	178	372
13	134	195	171	163	44	65	43	65	40	62	57
14	181	240	284	343	73	89	210	220	70	57	116
15	135	210	196	275	102	75	139	253	34	106	96
16	157	182	195	288	47	79	103	108	52	114	106
17	249	327	252	421	72	304	153	272	138	200	131
18	168	164	139	293	67	40	46	148	59	61	61
19	104	205	170	254	53	173	176	244	67	101	184
20	139	166	184	264	81	82	69	156	47	55	123
21	135	159	145	204	16	34	82	52	25	26	46
22	131	190	195	262	45	165	134	118	39	194	174
23	94	124	174	197	19	38	140	149	23	48	231
24	179	250	208	526	45	165	148	574	97	171	68
25	186	190	167	295	44	57	67	200	88	88	155
26	185	248	227	351	145	210	193	339	141	250	278
27	130	189	230	370	47	109	122	176	33	61	129
28	192	237	216	308	100	97	121	219	150	124	74
29	132	161	159	283	53	55	58	178	24	30	65
30	228	361	234	387	150	345	154	324	139	186	172
31	147	237	234	276	210	75	187	345	105	144	333
32	166	217	208	236	75	43	78	140	99	177	209

Fallnr	PostStdAG- FlächeM8	PräFreiAO- swayMLxM1	PräFreiAG- swayMLxM2	PräStdAO- swayMLxM3	PräStdAG- swayMLxM4	PostFreiAO- swayMLxM5	PostFreiAG- swayMLxM6	PostStdAO- swayMLxM7	PostStdAG- swayMLxM8	PräFreiAO- swayAPyM1	PräFreiAG- swayAPyM2
1	156	84	156	94	236	61	122	118	166	108	243
2	237	165	124	233	297	82	70	224	273	174	169
3	146	89	73	164	232	92	86	187	159	89	135
4	348	73	143	130	113	83	81	85	180	84	179
5	258	143	108	180	262	71	86	158	211	136	233
6	109	95	74	108	91	81	78	145	116	148	159
7	256	178	209	164	171	130	147	140	158	295	631
8	79	67	143	134	262	113	149	158	158	89	174
9	101	107	101	129	135	125	100	142	187	135	142
10	141	119	88	93	130	96	142	106	127	135	142
11	205	153	198	179	181	101	158	185	207	117	205
12	287	54	71	136	137	84	124	141	161	93	95
13	41	80	83	82	115	58	64	100	84	126	187
14	123	72	130	151	264	88	69	159	171	193	282
15	183	103	88	135	206	88	119	115	176	115	145
16	237	87	200	134	152	105	114	131	212	91	134
17	239	79	129	167	249	78	96	125	232	228	406
18	182	75	108	83	129	83	85	86	156	120	155
19	323	51	112	112	127	61	102	106	126	87	181
20	197	108	100	134	221	66	69	120	171	130	188
21	67	70	76	124	98	67	66	96	131	83	122
22	148	83	117	183	182	76	112	132	177	99	219
23	203	50	65	124	145	55	58	125	130	65	106
24	705	65	113	126	289	100	149	152	401	95	265
25	160	62	81	95	118	107	107	107	183	103	118
26	443	125	138	154	214	116	163	155	267	150	212
27	206	92	135	142	314	73	109	154	260	104	203
28	123	191	183	209	267	118	144	146	219	140	172
29	151	61	59	87	114	48	49	97	119	105	142
30	280	143	180	125	177	112	142	137	204	179	359
31	175	85	60	118	135	76	101	133	150	126	186
32	183	85	75	81	109	80	70	119	133	130	174

Fallnr	PräStdAO- swayAPyM3	PräStdAG- swayAPyM4	PostFreiAO- swayAPyM5	PostFreiAG- swayAPyM6	PostStdAO- swayAPyM7	PostStdAG- swayAPyM8	DiffLänge- M1M5	DiffLänge- M2M6	DiffLänge- M3M7	DiffLänge- M4M8	DiffFläche- M1M5
1	125	407	110	211	133	173	18	50	-25	241	46
2	196	226	108	174	146	182	117	31	52	58	141
3	141	179	132	123	137	145	-38	1	-14	83	-69
4	116	134	98	110	104	226	-17	104	43	-133	-40
5	206	252	126	162	155	208	63	81	61	81	155
6	134	138	127	112	154	139	27	36	-42	-23	30
7	327	497	236	430	232	345	85	210	97	143	-101
8	199	237	89	159	118	152	-46	8	-21	223	-26
9	178	172	103	145	111	139	10	-2	44	-14	-34
10	105	114	108	138	75	123	41	-38	11	-5	61
11	189	175	129	141	154	164	33	79	22	-9	87
12	162	158	111	133	148	140	-38	-67	5	-5	-223
13	128	135	110	173	116	122	29	25	-4	36	4
14	275	430	139	217	200	265	37	95	55	209	3
15	141	170	83	147	135	175	37	-25	22	24	68
16	102	120	95	117	119	156	-17	81	-11	-71	-5
17	258	302	221	298	195	302	5	123	85	14	-66
18	135	164	128	121	88	218	-15	44	35	-61	8
19	112	161	71	156	110	194	6	25	9	-25	-14
20	101	260	108	136	117	163	48	66	1	113	34
21	101	130	101	129	87	124	-16	-2	33	-23	-9
22	157	172	92	131	114	156	12	80	70	15	6
23	103	135	66	96	92	119	-2	12	6	26	-4
24	120	286	128	171	117	267	-52	60	-12	-76	-52
25	97	171	128	128	107	198	-53	-32	-17	-69	-44
26	116	178	118	153	129	179	33	29	-15	-47	4
27	134	287	93	132	137	209	25	81	-13	101	14
28	192	230	127	156	132	173	70	38	100	82	-50
29	123	148	113	144	105	233	0	4	9	-77	29
30	216	436	178	313	161	290	21	67	36	117	11
31	172	282	109	109	164	198	18	-32	-4	63	105
32	138	183	130	193	146	163	4	-14	-32	-3	-24

Fallnr	DiffFläche- M2M6	DiffFläche- M3M7	DiffFläche- M4M8	DiffMLsway- M1M5	DiffMLsway- M2M6	DiffMLsway- M3M7	DiffMLsway- M4M8	DiffAPsway- M1M5	DiffAPsway- M2M6	DiffAPsway- M3M7	DiffAPsway- M4M8
1	-16	-107	183	23	34	-24	70	-2	32	-8	234
2	57	-77	86	83	54	9	24	66	-5	50	44
3	-5	28	47	-3	-13	-23	73	-43	12	4	34
4	59	58	-257	-10	62	45	-67	-14	69	12	-92
5	120	58	353	72	22	22	51	10	71	51	44
6	21	49	-16	14	-4	-37	-25	21	47	-20	-1
7	143	14	-27	48	62	24	13	59	201	95	152
8	54	-57	495	-46	-6	-24	104	0	15	81	85
9	-44	-38	-16	-18	1	-13	-52	32	-3	67	33
10	-117	1	-60	23	-54	-13	3	27	4	30	-9
11	23	-22	-53	52	40	-6	-26	-12	64	35	11
12	-122	-152	139	-30	-53	-5	-24	-18	-38	14	18
13	3	-14	24	22	19	-18	31	16	14	12	13
14	32	94	97	-16	61	-8	93	54	65	75	165
15	-31	43	70	15	-31	20	30	32	-2	6	-5
16	-35	-3	-129	-18	86	3	-60	-4	17	-17	-36
17	104	22	33	1	33	42	17	7	108	63	0
18	-21	-15	-34	-8	23	-3	-27	-8	34	47	-54
19	72	-8	-79	-10	10	6	1	16	25	2	-33
20	27	-54	-41	42	31	14	50	22	52	-16	97
21	8	36	-15	3	10	28	-33	-18	-7	14	6
22	-29	-40	-30	7	5	51	5	7	88	43	16
23	-10	-91	-54	-5	7	-1	15	-1	10	11	16
24	-6	80	-131	-35	-36	-26	-112	-33	94	3	19
25	-31	-88	40	-45	-26	-12	-65	-25	-10	-10	-27
26	-40	-85	-104	9	-25	-1	-53	32	59	-13	-1
27	48	-7	-30	19	26	-12	54	11	71	-3	78
28	-27	47	96	73	39	63	48	13	16	60	57
29	25	-7	27	13	10	-10	-5	-8	-2	18	-85
30	159	-18	44	31	38	-12	-27	1	46	55	146
31	-69	-146	170	9	-41	-15	-15	17	77	8	84
32	-134	-131	-43	5	5	-38	-24	0	-19	-8	20

