

BECKENBODENTRAINING -

Mythen und Fakten

Master-Thesis zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science

im Universitätslehrgang Ernährung und Sport 8

eingereicht von

Christine Dalmonek

Department für Gesundheitswissenschaften, Medizin und Forschung

an der Donau-Universität Krems

Betreuer: Priv. Doz. Dr. Gunther Windisch

Graz, 27. Dezember 2020

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich, Christine Dalmonek, erkläre hiermit an Eides statt,

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

UNIVERSITÄT FÜR WEITERBILDUNG KREMS



Krems, 01. Februar 2021

SPERRVERMERK

Dem Antrag von Frau Christine Beate Dalmonek auf Ausschluss der Benützung (Sperrung) der Master-These gemäß § 3 Abs. 3 Zif.1 lit. j des II. Teiles der Satzung der Universität für Weiterbildung Krems (i.d.g.F.) wird stattgegeben.

Diese Master-These mit dem Titel:

Beckenbodentraining – Mythen und Fakten ist aufgrund der im Antrag vom 27.01.2021 genannten Gründe bis 01. Februar 2026 gesperrt und darf während dieser Zeit nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Autorin zugänglich gemacht werden.

BEGRÜNDUNG

Gesetzliche Grundlagen (§ 86 Abs. 4 UG 2002 i.d.g.F. i.V. mit II. Teil der Satzung § 3 Abs. 3 Zif.1 lit. j i.d.g.F.):

Anlässlich der Ablieferung einer schriftlichen Abschlussarbeit (Master-These) ist die Verfasserin berechtigt, den Ausschluss der Benützung der abgelieferten Exemplare für längstens fünf Jahre nach der Ablieferung zu beantragen. Dem Antrag ist von dem Studiendirektor stattzugeben, wenn die Studierende glaubhaft macht, dass wichtige rechtliche oder wirtschaftliche Interessen der Studierenden gefährdet sind.

Univ.-Prof. Dr. Dr. Thomas Ratka, LL.M.
LL.M. e.h. Vizerektor für
Lehre/Wissenschaftliche Weiterbildung
Studiendirektor

ABSTRAKT

Für ein Training der Beckenbodenmuskulatur gibt es nach wie vor keine einheitlichen Standards. Obwohl ein Training zeitweise wirksam ist, sind die Ergebnisse hinlänglich einer symptomfreien Rückkehr in Alltag und Sport unzureichend. Es stellt sich daher die Frage, ob das bis heute übliche Beckenbodenmuskeltraining, welches auf willkürlichen Beckenboden – Muskelkontraktionen beruht ausreichend ist bzw. ob es überhaupt neuen Erkenntnissen aus Anatomie, Biomechanik und Physiologie entspricht. In einem Literaturstudium wurden Anatomie und Physiologie des Beckenbodens analysiert und verglichen. Theorien betreffend des Kontinenzsicherungssystems wurden aufgezeichnet und auf deren Gültigkeit überprüft. Die bis jetzt gezeigten Messmethoden hinsichtlich der Kraft im Beckenboden und deren Relevanz für ein Beckenbodentraining und daraus resultierender Parameter wurden geprüft. Ansätze aus der Sportwissenschaft konnten im Hinblick auf ein Beckenbodentraining dementiert werden. Es konnte gezeigt werden, dass die Muskulatur des Beckenbodens mit seinen Organen eine Einheit darstellt, die als solche beachtet und trainiert werden muss. Etablierte Trainingsansätze, die ein „Zusammenzwicken“ der Harnröhre propagieren, die Schließ- und Schwellmuskulatur nach einem Sekundenschema trainieren und Körperöffnungen nach innen bzw. oben ziehen, indem „Lift gefahren“ wird, konnten eindeutig als physiologisch widersinnig und teilweise schädlich dargestellt werden. Die meisten Studien in Zusammenhang mit Beckenbodentraining wurden aufgrund unzuverlässiger und letztlich ungültiger Messmethoden ausgeschlossen und darauf basierende Trainingsansätze ad absurdum geführt werden. Nachgewiesen werden konnte, dass die Physiologie der Beckenbodenmuskulatur äußerst komplex ist. Besondere Relevanz hat neben dem zentralen und peripheren Nervensystem und den krafterzeugenden Muskeln, die myofasziale Kontinuität, die sich über den Rumpf bis zu den Extremitäten und dem Scheitelpunkt erstreckt. Diese fand bislang in den Beckenbodentrainingsprogrammen keine Anwendung.

Stichworte (Autorenschlagwörter):

M. levator ani, M. transversus abdominis, pelvic floor AND exercise, myofascial continuity, pre contraction

ABSTRACT

There are still no uniform standards for training the pelvic floor muscles. Although a training is sometimes effective, the results of a symptom-free return to everyday life and sports are insufficient. The question therefore arises whether the so-called pelvic floor muscle training, which is based on arbitrary pelvic floor – muscle contractions, is sufficient or whether it corresponds at all to new findings from anatomy, biomechanics and physiology. In a literature study, the anatomy and physiology of the pelvic floor were analyzed and compared. Theories concerning the continence protection system were recorded and verified for their validity. The measurement methods shown so far with regard to the force in the pelvic floor and their relevance for pelvic floor training and the resulting parameters were tested. Approaches from sports science could be denied with regard to pelvic floor training. It has been shown that the muscles of the pelvic floor with its organs represent a unit that must be observed and trained as such. Established training approaches, which propagate a "tweaking" of the urethra, train the closing and swell muscles according to a second scheme and pull body openings inwards or upwards by "lift driven", could clearly be presented as physiologically absurd and partially harmful. Most studies related to pelvic floor training have been excluded due to unreliable and ultimately invalid measurement methods and training approaches based on this are conducted ad absurdum. It has been shown that the physiology of the pelvic floor muscles is extremely complex. In addition to the central and peripheral nervous system and the power-generating muscles, the myofascial continuity that extends over the trunk to the extremities and the apex is of particular relevance. Until now, this has not been applied in the pelvic floor training programs.

Keywords:

M. levator ani, M. transversus abdominis, pelvic floor AND exercise, myofascial continuity, pre contraction

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRAKT.....	2
ABSTRACT.....	4
INHALTSVERZEICHNIS	5
1 Einleitung	7
2 Methodik	9
3 Aufbau und Funktion der Beckenbodenmuskulatur.....	10
3.1 Erste Aufzeichnungen des Beckens und seinen Organen.....	10
3.2 Aufbau und Funktion der Beckenbodenmuskulatur – ein Vergleich	12
3.2.1 Das knöcherne Becken	13
3.2.2 Gliederung des Beckenraumes.....	14
3.2.3 Aufbau des Beckenbodens in der klassischen Anatomie	19
3.3 Integraltheorie nach Petros	22
3.4 Exkurs: Kontinenz.....	27
3.4.1 Harninkontinenz	27
3.4.1.1 Belastungsinkontinenz	27
3.4.1.2 Dranginkontinenz.....	34
3.4.2 Stuhlinkontinenz	36
4 Physiologie und Biochemie des Beckenbodens.....	40
5 Grundlagen der Fasziensforschung	44
5.1 Allgemeine Anatomie der Muskelfaszie	44
5.2 Fasziale Kraftübertragung	46
5.3 Funktionale Zusammenhänge – myofasziale Kontinuität.....	49
5.4 Die tiefe Muskulatur und deren myofasziale Verbindungen	50
5.4.1 Fuß und Unterschenkel	52
5.4.2 Oberschenkel.....	54
5.4.3 Thorakolumbaler Übergang	58
5.4.4 Der Beckenboden	59
5.4.5 Der obere Abschnitt.....	60
5.4.5.1 Posteriorer Abschnitt.....	60

5.4.5.2	mittlerer Abschnitt.....	61
5.4.5.3	Anteriore myofasziale Verbindung	61
5.5	Oberflächliche myofaszialen Verbindungen	62
6	Physiologie und Biochemie.....	64
6.1	Mechanotransduktion.....	66
6.2	Interaktionen mit Bindegewebe und Beckengürtel.....	69
7	Denkbare funktionelle Trainingsmethoden im Vergleich zu Herkömmlichen	
	70	
7.1	Irrtümer im etablierten Beckenbodentraining.....	70
7.2	Trainingsansätze nach Erkenntnissen aus der Faszienforschung ...	78
7.2.1	Haltungsfunktion.....	78
7.2.2	Bewegungsfunktion	80
7.2.3	Training	84
7.2.3.1	Kontaktübung.....	86
7.2.3.2	Kontaktübungen um das Ansteuern zu trainieren	87
7.2.3.3	Vernetzung des Beckenbodens mit der tiefen Bauch- und Rückenmuskulatur.....	88
7.2.3.4	Übung für die Wahrnehmung der Bauchhöhle	89
7.2.3.5	Übung für die Verkettung der tiefen Armlinie mit der tiefen Rumpfmuskulatur.....	90
7.2.3.6	Gehen.....	91
7.2.3.7	Bauchübung 1	94
7.2.3.8	Bauchübung 2	94
7.2.3.9	Bauchübung 3	95
7.2.3.10	Kniebeuge.....	99
7.3	Sport.....	102
8	Diskussion	107
9	Conclusio.....	111
	LITERATURVERZEICHNIS	112
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	118

1 Einleitung

Den vielfältigen funktionellen Aufgaben des Beckenbodens und seiner Muskulatur kommt in der Sportwissenschaft nach wie vor zu wenig Bedeutung zu. Sowohl das Bindegewebe als auch die Muskulatur in der Beckenhöhle haben massiven Einfluss auf Körperhaltung, Kontinenz, Sexualität und Körpergefühl. Ein trainierter Beckenboden ist deshalb Voraussetzung betreffend therapeutischer Ansätze diverser Dysfunktionen des Bewegungsapparats und sollte als Basis für jeden Sport dienen. Gezieltes Training der Beckenboden- und Beckenmuskulatur verleiht dem Körper Mitte und Stabilität, und hat darüber hinaus Einfluss auf Bewegungsabläufe des gesamten Körpers. Die Ökonomie jeder Bewegung wird dadurch gesteigert, die Rücken- und Rumpfstabilität, sowie Balance und Antriebskraft deutlich zu verbessern. Direkte Trainingsansätze betreffend der Beckenbodenmuskulatur gestalten sich in der Umsetzung oftmals schwierig, da die sensomotorische Ansteuerung für viele eine Herausforderung darstellt, zumal kein Unterschied zwischen trainierten bzw. nichttrainierten Personen auszumachen ist. Ludviksdottir *et al.* (2018b) beschreiben in diesem Zusammenhang die Wichtigkeit von gezieltem Beckenbodentraining in Bezug auf den jeweiligen Leistungssport. Im Beckenbodentraining gibt es kein einheitliches Konzept, das die Spezifität der Muskulatur des Beckens in ihrer Gesamtheit berücksichtigt. Betreffend konkreter Inhalte, Trainingsperiodisierung und trainingssteuernden Parameter finden sich in der Literatur keine bis uneinheitliche Angaben.

In der vorliegenden Arbeit sollen folgende Fragen geklärt werden:

1. Sind etablierte Trainingsansätze aufgrund aktueller Erkenntnisse über die Funktionalität der Beckenbodenmuskulatur noch gültig?
2. Haben Messmethoden hinsichtlich der Beurteilung der Kraft des Beckenbodens eine Gültigkeit?
3. Inwieweit haben Erkenntnisse aus der Faszienforschung Einfluss auf ein Beckenbodentraining?

4. Wie könnte ein Beckenbodentraining in Hinblick auf funktionelle Zusammenhänge und deren Physiologie ausschauen?
5. Welche Rolle spielt der Beckenboden im Sport?

2 Methodik

Es handelt sich um ein Literaturstudium. Die ersten Aufzeichnungen des Beckenbodens werden dargestellt. Aktuell gültige Anatomieatlanten und Fachbücher werden analysiert und verglichen. Kontinenztheorien werden auf deren Gültigkeit überprüft. Etablierte Trainingsansätze werden aufgrund gültiger Theorien auf deren Plausibilität untersucht. Studien, die aufgrund unzuverlässiger Messmethoden keine Relevanz haben, werden ausgeschlossen.

Weiteres werden neueste Studienergebnisse auf der Fasziensforschung aufgearbeitet und analysiert, um die Relevanz für die Sportphysiologie in Hinblick auf ein Beckenbodentraining zu prüfen. Theorien und Trainingsparameter aus der Sportwissenschaft und deren Gültigkeit werden ebenso untersucht.

Daraus resultierende Ansätze, vor allem jene aus der Fasziensforschung mit deren Physiologie und Biochemie, werden in ein Trainingskonzept eingearbeitet.

Basis für die Arbeit sind:

- Aktuelle Anatomiebücher
- Atlanten aus der Fasziensanatomie (schwerpunktmäßig Stecco, Meyers und Schleip) und die Fasziensanatomie im Sport (Schleip)
- Physiofachbücher (Tanzberger, Heller und Menne)
- Fachbücher über die physiologischen Prozesse des Beckenbodens

Als weitere Quellen dienen Studien aus Pubmed und Research Gate. Vergleiche werden anhand der Recherchen im Zuge der vorliegenden Projektarbeit und bereits bestehenden Trainingsmodellen erarbeitet. Ansätze für ein Trainingskonzept werden aufgrund neuester Erkenntnisse und persönlicher Erfahrungswerte ausgearbeitet.

3 Aufbau und Funktion der Beckenbodenmuskulatur

Der Beckenboden und seine Muskulatur erfüllen mehrere funktionelle Aufgaben.

Dazu zählen:

- Stabilisation von Becken und Rumpf
- Kontinenzsicherung
- Stützfunktion der Beckenorgane
- Öffnen und Schließen für Entleerungsvorgänge
- Erweiterung bei Geburten

3.1 Erste Aufzeichnungen des Beckens und seinen Organen

Vesalius stellte das weibliche Becken in seinen anatomischen Figuren dar. Andreas Vesalius war ab 1537 Professor in Padua, gefolgt von Lehraufträgen in Bologna und Pisa und Leibarzt von Karl dem Fünften (1544) und Philipps dem Zweiten von Spanien (1556).

Es gibt Aufzeichnungen darüber, dass er den M. levator ani bereits als „musculus sedem attollens“ bezeichnete. Auffallend ist, dass die Beckenhöhle als Einheit von Becken und Zwerchfell dargestellt und als solche bezeichnet wurde.

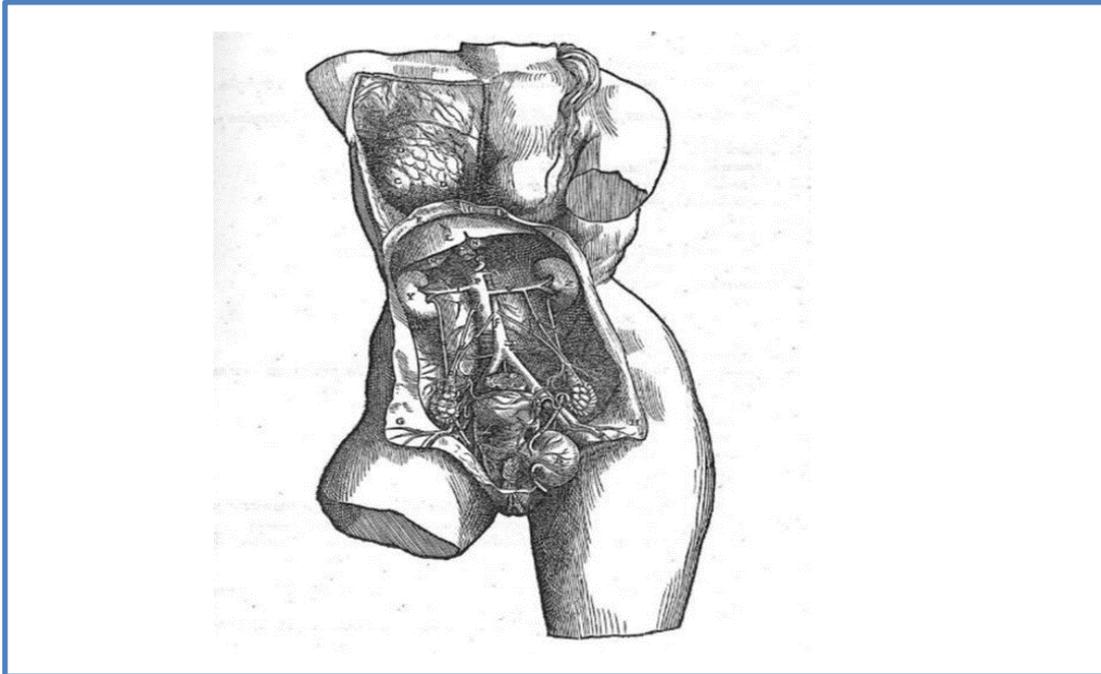


Abbildung 1: Andreas Vesalius, weibliche Beckenhöhle (*BIU Santé, Paris, 2020*)

„In den darauffolgenden Jahren glaubten einige Schriftsteller, sich von der althergebrachten Vorstellung, lossagen zu müssen. Zum Beispiel nimmt Jean Baptiste Cruveilhier (1791 – 1874), ein französischer Arzt, Chirurg, Anatom und Pathologe, keinen Abstand zu behaupten: „Le releveur est un muscle constricteur de l’anus comme le sphincter.“ (vgl. (Luschka Hubert, 1864)).

Smellie stellte als Erster die Geburtshilfe auf eine wissenschaftliche Basis und entwickelte daraus erstmals eine Sammlung anatomischer Tafeln über das weibliche Becken. Smellies Tafelwerk war, für die durch Prüderie ausgezeichnete Zeit, eine überaus genaue Darstellung wissenschaftlich fundierter anatomischer Details, das seinerzeit in Fachkreisen großes Aufsehen erregte.

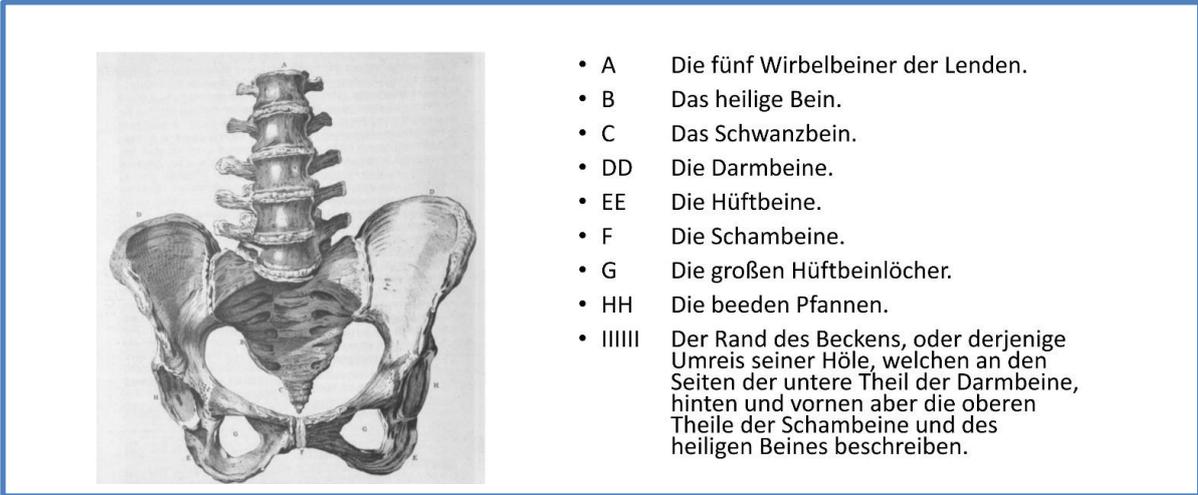


Abbildung 2: TAB II (Smellie, 2011a)

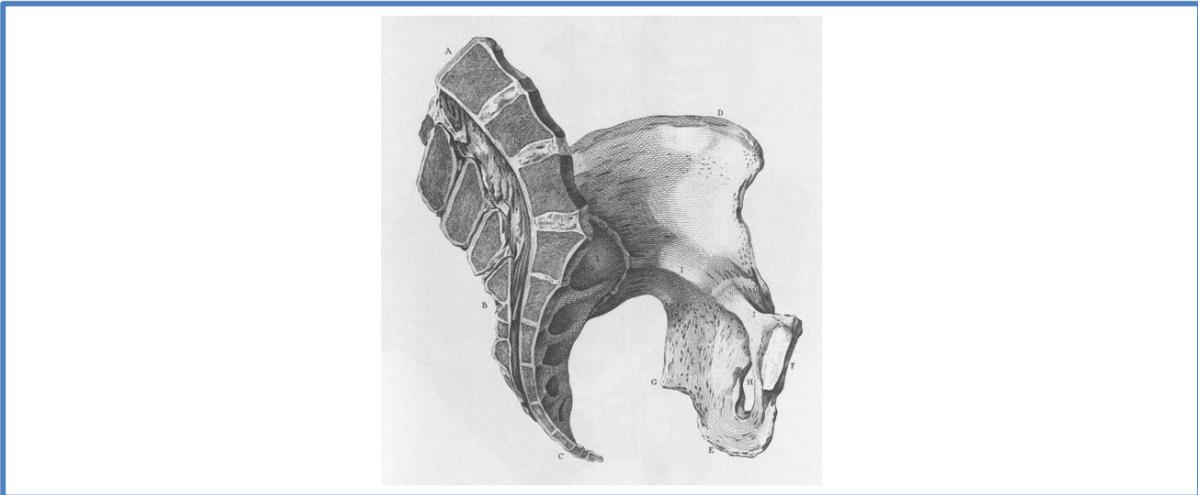


Abbildung 3: TAB II (Smellie, 2011a)

Die Darstellungen des schottischen Arztes und Geburtshelfer William Smellie (1697–1763) zeigt, das knöcherne Becken mit den fünf Lendenwirbeln und zugehöriger Beschriftung.

3.2 Aufbau und Funktion der Beckenbodenmuskulatur – ein Vergleich

In der derzeit gültigen Literatur ist die Beschreibung der Beckenbodenmuskulatur hinsichtlich ihrer Benennung und Gliederung nach wie vor uneinheitlich, vgl.

Carrière et al. (2003), Heller (2002), Meert (2017), Schünke et al. (2018e), Tanzberger and Bainsky (2006) und Muctar (2018).

Das menschliche Becken besteht aus einem mehrteiligen knöchernen Ring und einem muskulären Boden. Darin eingebettet sind die Harnblase, die Prostata bzw. die Gebärmutter und die Scheide, sowie der Darm. Zudem die zugehörige Sphinktermuskulatur, das komplexe Nervengeflecht, die Gefäße und das muskel- und organumhüllende Bindegewebe.

3.2.1 Das knöcherne Becken

Der knöcherne Beckenring wird aus drei Knochen gebildet:

- dem Kreuzbein (Os sacrum)
- den beiden Hüftbeinen (Os coxae)

Das Kreuzbein setzt die Wirbelsäule nach kaudal fort und verschließt den Beckenring nach dorsal. Die Hüftbeine sind über die Symphyse fest miteinander verbunden und bestehen aus je drei Anteilen:

- Darmbein (Os ilium)
- Sitzbein (Os ischii)
- Schambein (Os pubis)

Ebenfalls in der Beckenregion befindet sich das Hüftgelenk. Es verbindet die unteren Extremitäten mit dem Rumpf. Durch seine starken Bänder wird der aufrechte Stand ohne ständigen Muskeleinsatz ermöglicht.

Neben der Symphyse und dem Iliosakralgelenk zwischen Os coxae und Os sacrum befindet sich auch das Hüftgelenk in der Beckenregion: es stellt die Verbindung der unteren Extremität mit dem Rumpf dar, ist ein Nußgelenk und ermöglicht durch seine starken Bänder den aufrechten (amuskulären) Stand ohne ständigen Muskeleinsatz. Für das Stehen und Gehen sind die Muskeln der Hüftregion unerlässlich und daher entsprechend kräftig. Nerven und Gefäße der

Beckenregion stammen aus dem Plexus lumbosacralis bzw. aus der A. bzw. V. iliaca communis (Amboss, 2020).

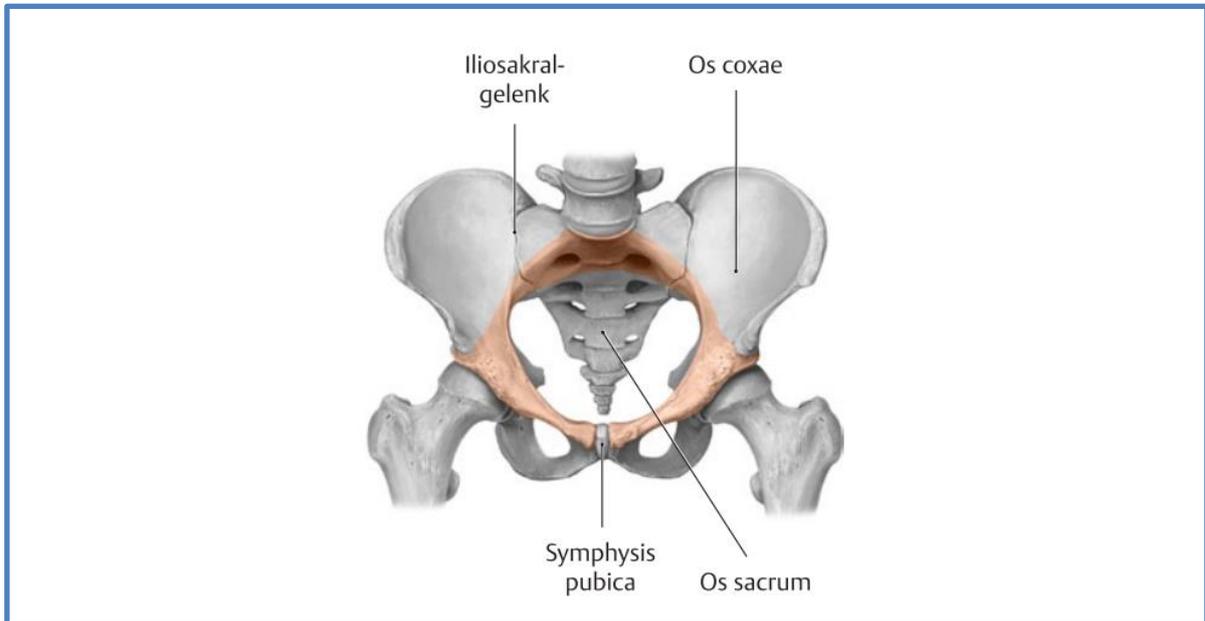


Abbildung 4: Beckengürtel und Beckenring (Schünke *et al.*, 2018b, p. 112)

3.2.2 Gliederung des Beckenraumes

Schünke et al. untergliedern in Bauch- und Beckenraum. Topografisch getrennt werden die Körperhöhlen *Cavitas abdominis* und *Cavitas pelvis* durch die gedachte Trennlinie, die *Linea terminalis*. (Schünke *et al.*, 2018a)

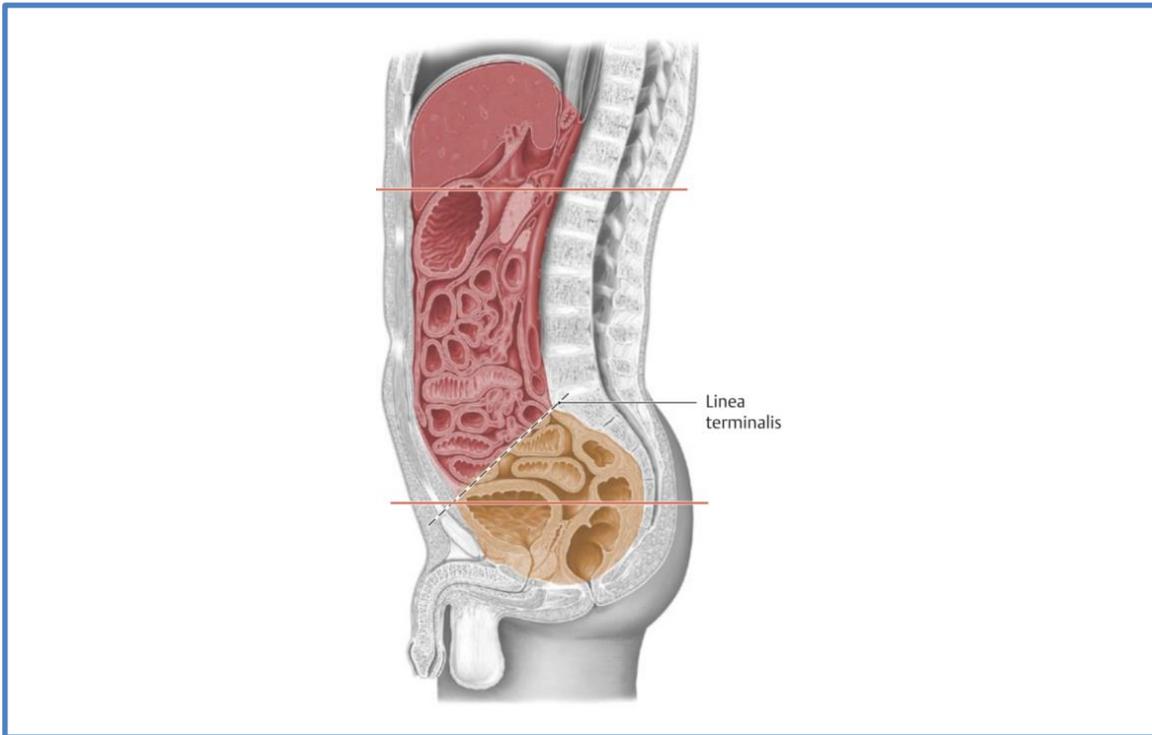


Abbildung 5: Topografische Körperhöhlen: Cavitas abdominis und Cavitas pelvis (Schünke *et al.*, 2018a)

Zu den im Becken gelegenen Organen gehören:

- Harnblase
- Gebärmutter, Scheide, Eierstöcke bei der Frau bzw.
- Hoden, Nebenhoden, Samenleiter, Samenbläschen, Prostata
- Enddarm

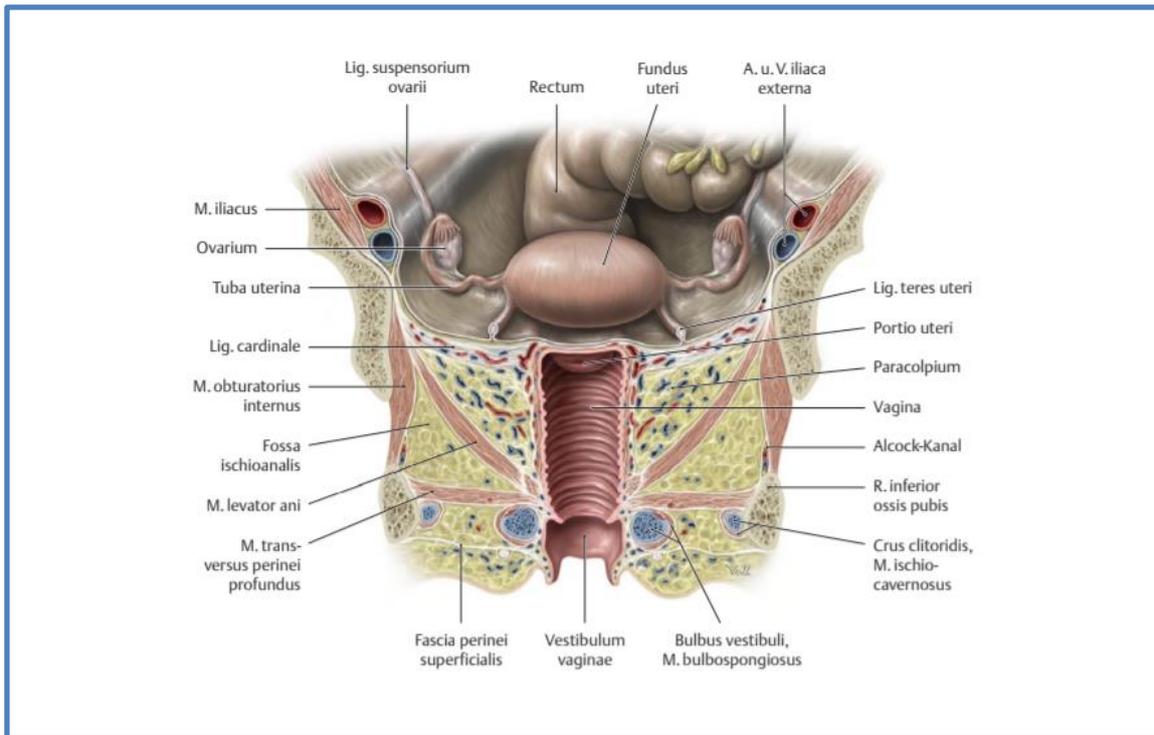


Abbildung 6: Frontalschnitt durch das Becken einer Frau (Schünke *et al.*, 2018a)

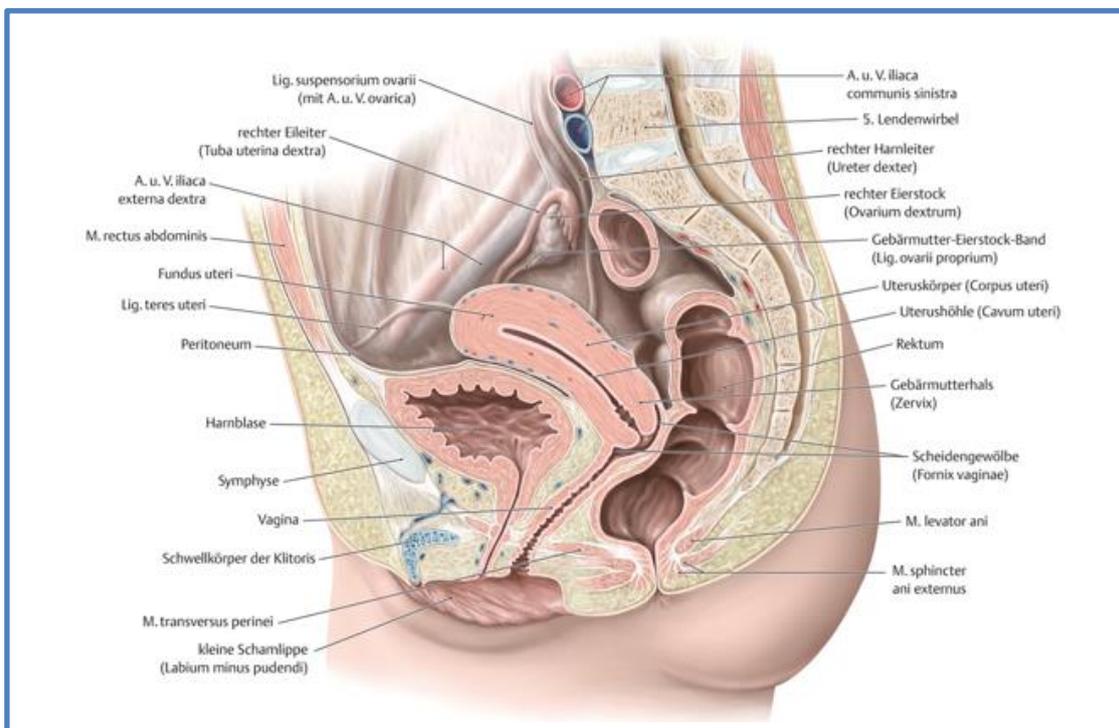


Abbildung 7: Mediansagittalschnitt durch das weibliche Becken. (Schünke *et al.*, 2018c, p. 190)

Smellie (1697–1763) erwähnte in seinen Darstellungen, obwohl diese äußerst detailliert waren, die Muskulatur des Beckens nicht. Und das, obwohl laut Prof. Dr.

M. Holl (Bardeleben K *et al.*, (1897) der italienische Anatom Giovanni D. Santorini (1681 – 1737) die Muskeln des Beckenausgangs zu dieser Zeit bereits besser gekannt hat, als die meisten seiner Nachfolger.

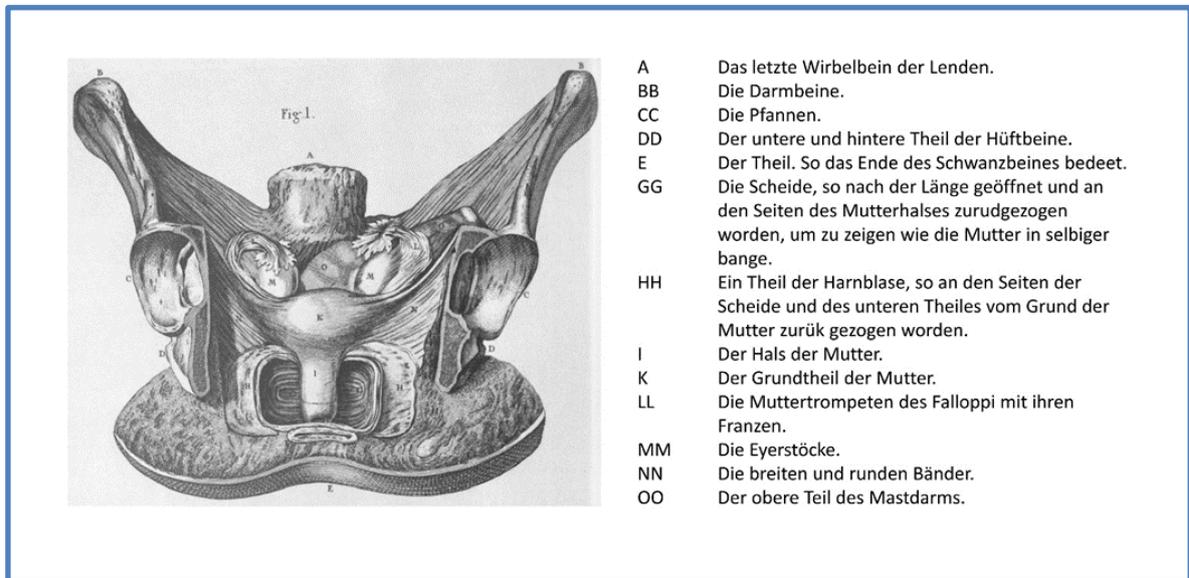


Abbildung 8: Figur I (Smellie, 2011a)

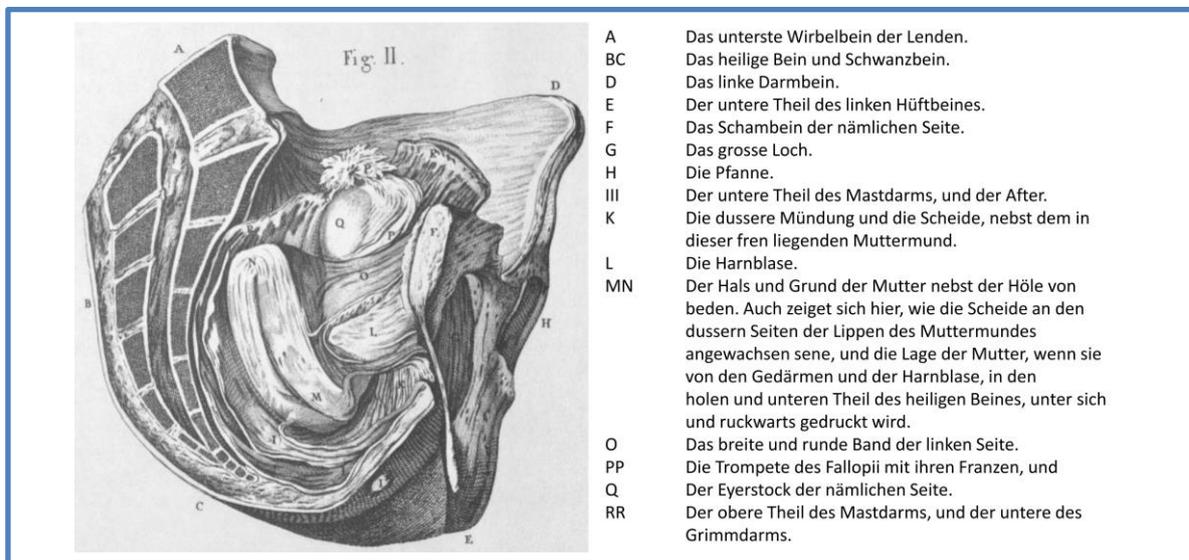


Abbildung 9: Figur II (Smellie, 2011a)

Man beachte die vergleichsweise aufgerichtete Position des knöchernen Beckens und die Darstellung K und MN mit den dazugehörigen Bezeichnungen. Insbesondere hervorzuheben ist: „... die Lage der Mutter, wenn sie von den

Gedärmen und der Harnblase, in den hollen und unteren Theil des heiligen Beines, unter sich und ruckwärts gedruckt wird.“ (Smellie, 2011b)

In Anatomielehrbüchern wird die Scheidenachse, zumeist ohne Abknickung, in einem 45 Grad Winkel nach dorsal durch den Beckenboden verlaufend, dargestellt. Vergleiche (Heller, 1998) und (Schünke *et al.*, 2018a).

(Goeschen and Petros, 2009b) beschreiben eine Krümmung der Scheide ab dem mittleren Drittel und dem daraus resultierenden fast horizontalen Verlauf nach dorsal. Nur so kann der horizontale Zug der inneren Beckenbodenmuskeln entsprechend auf die Scheidenwände übertragen werden. (Goeschen and Petros, 2009b)

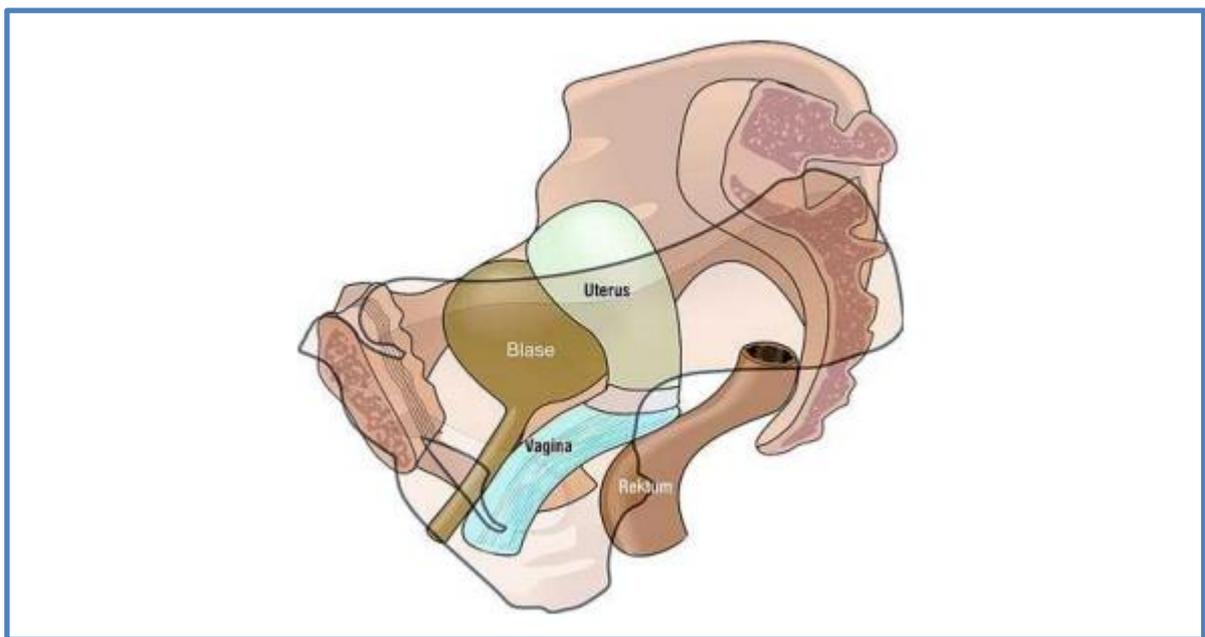


Abbildung 10: physiologische Anordnung der Beckenorgane (Goeschen and Petros, 2009b)

Im nächsten Kapitel wird die Wichtigkeit dieser Zugrichtung genau erläutert, da sie von großer Bedeutung ist für die drei wichtigsten Muskeln der Beckenbodenmuskulatur.

3.2.3 Aufbau des Beckenbodens in der klassischen Anatomie

Schünke *et al.* (2018b) beschreiben drei Etagen der am Aufbau des Beckenbodens beteiligten Muskel- und Bindegewebsplatten:

- **obere Etage:** Diaphragma pelvis
- **mittlere Etage:** Diaphragma urogenitale
- **untere Etage:** Schließ- und Schwellkörpermuskeln des Urogenital- und Darmtraktes

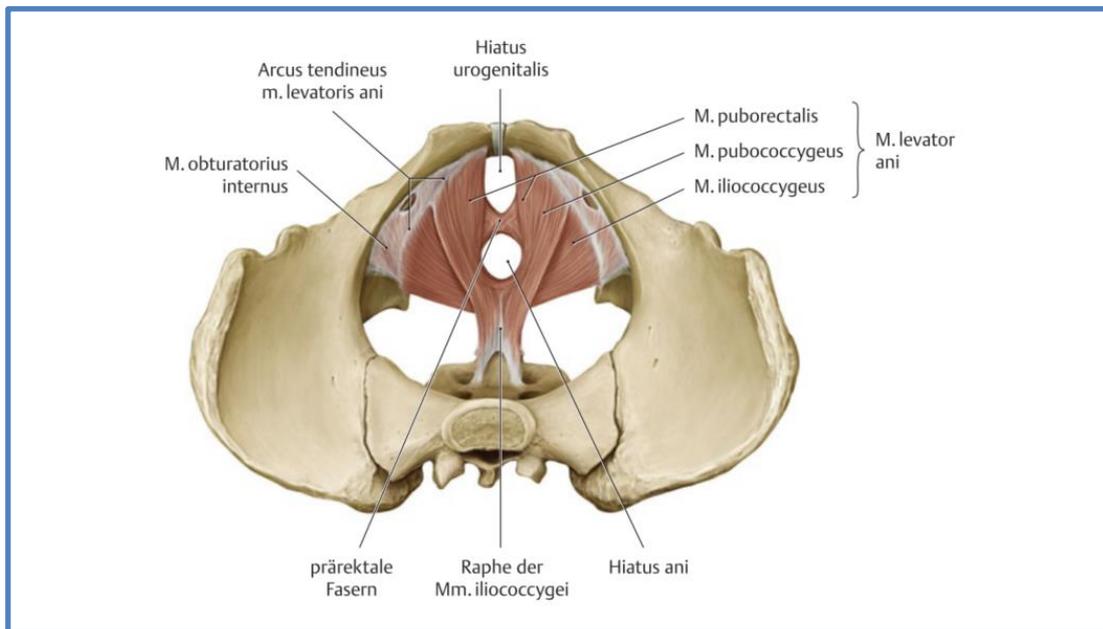


Abbildung 11: Diaphragma pelvis, Ansicht von kranial (Schünke *et al.*, 2018b, p. 186)

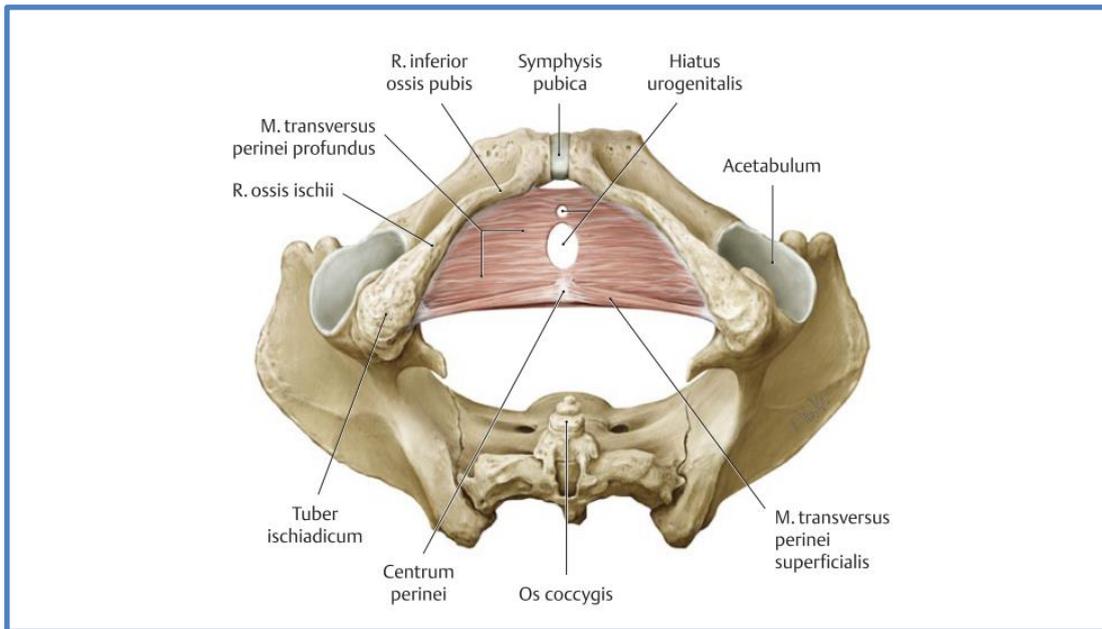


Abbildung 12: Diaphragma urogenitale, Ansicht von kaudal (Schünke *et al.*, 2018b, p. 186)

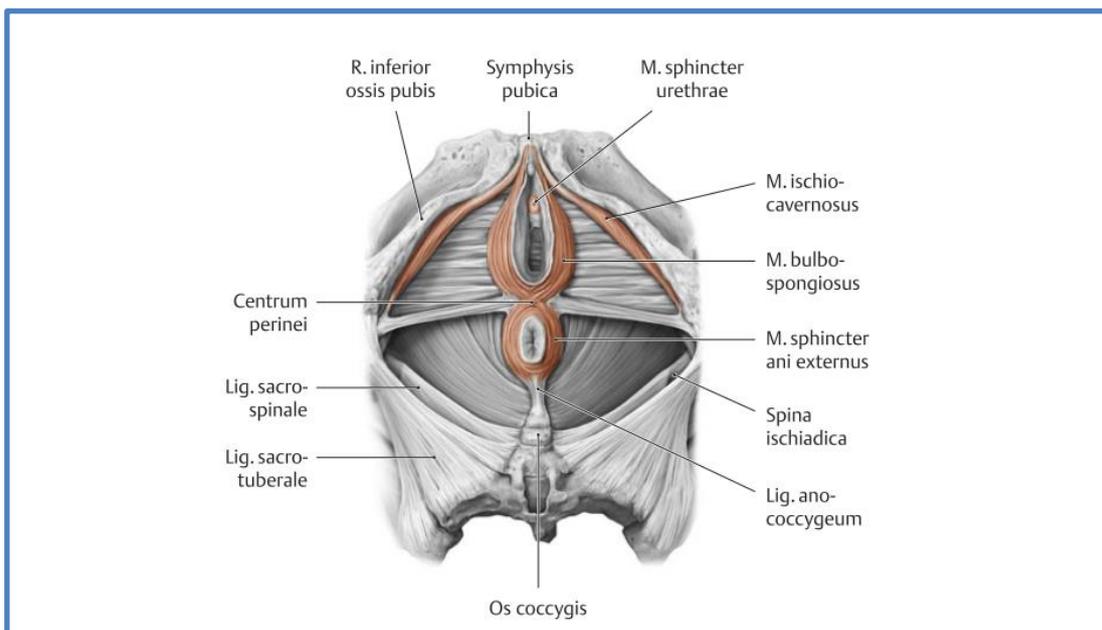


Abbildung 13: Schließ- bzw. Schwellkörpermuskeln, Ansicht von kaudal (Schünke *et al.*, 2018b, p. 186)

Im Alter und besonders nach vaginalen Entbindungen ist der M. transversus perinei profundus mit viel Bindegewebe durchsetzt. Die Existenz dieses Muskels im weiblichen Becken wird daher kontrovers diskutiert wird. In der neuen

Terminologica anatomica kommt der Begriff eigentlich nicht mehr vor. (Schünke *et al.*, 2018a)

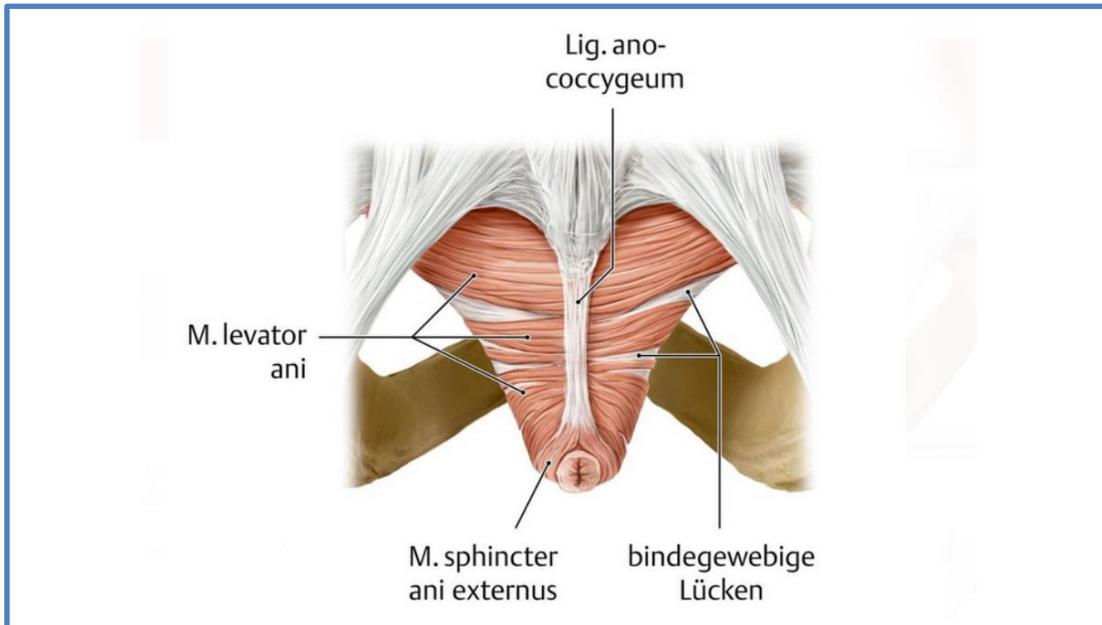


Abbildung 14: M. levator ani einer Frau, Ansicht von hinten (Schünke *et al.*, 2018b, p. 186)

Der Bindegewebeanteil im M. levator ani einer Frau ist deutlich zu erkennen.

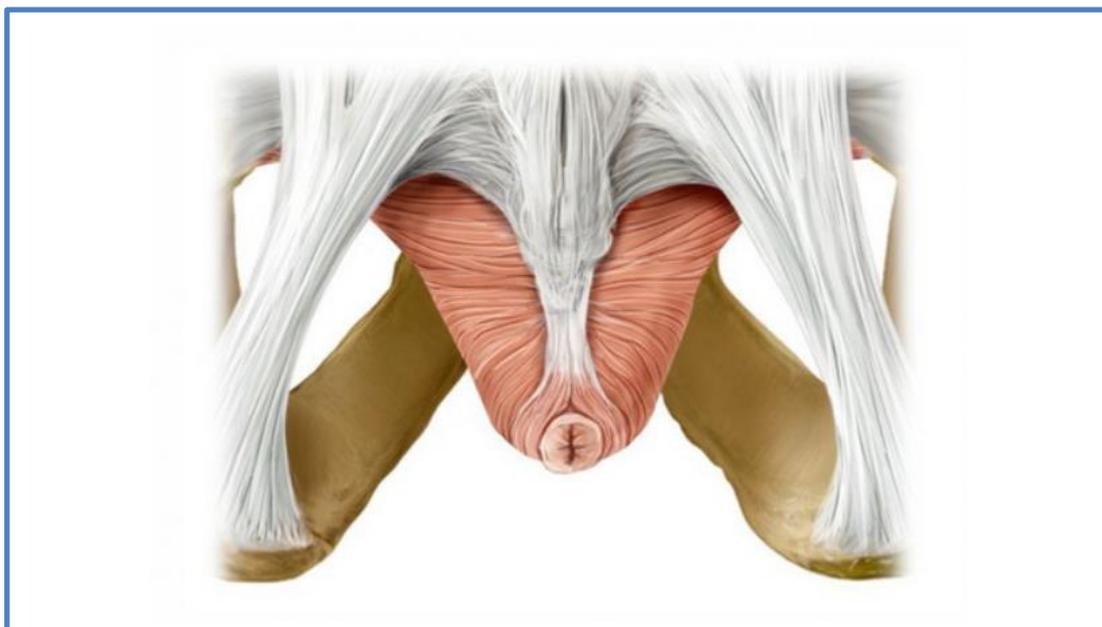


Abbildung 15: M. levator ani beim Mann, Ansicht von hinten (Schünke *et al.*, 2018b, p. 186)

Das männliche Pendant enthält weit weniger bzw. keine bindegewebsartigen Strukturen.

„Das trichterförmige Diaphragma pelvis wird hauptsächlich vom M. levator ani und seiner oberen und unteren Muskelfaszie (Fascia diaphragmatis pelvis superior u. inferior) gebildet. Das Diaphragma urogenitale ist als horizontale Muskel-Bindegewebs-Platte zwischen den Sitz- und Schambeinästen ausgespannt und wird hauptsächlich vom M. transversus perinei profundus und seiner oberen und unteren Muskelfaszie (Fascia diaphragmatis urogenitalis -superior u. inferior) gebildet. Zu den Schließ- und Schwellkörpermuskeln werden die Mm. bulbospongiosus, ischiocavernosus, sphincter urethrae und sphincter ani externus mit ihren individuellen Muskelfaszien gezählt.“ (Schünke *et al.*, 2018b, p. 184)

3.3 Integraltheorie nach Petros

Harnblase, Harnröhre, Scheide, Gebärmutter, und Darm, sowie die glatte und quer gestreifte Muskulatur, das fasziale Gewebe und die Nerven und Gefäße bilden eine anatomische Einheit. Trotzdem untergliedert die Integral-Theorie den Beckenboden ebenfalls in drei Ebenen. Besondere Wert wird dabei auf die Darstellung der inneren und äußeren Muskelschicht gelegt. Die Muskulatur des Beckenbodens muss dabei gleichzeitig eine statische und dynamische Funktion ausüben. Es muss sichergestellt sein, dass die Organe des Beckens geöffnet und geschlossen werden können, ohne dass deren Position allzu viel verändert wird. Die Beckenbodenmuskulatur ist darauf ausgerichtet, dass sie bei nur geringem Energieverbrauch die Beckenorgane streckt und abwinkelt. Die kontinuierliche Spannung, die dabei erzeugt wird, wirkt dem intraabdominalen Druck entgegen. Eine Prolapsenstehung wird dadurch verhindert. (Goeschen and Petros, 2009b)

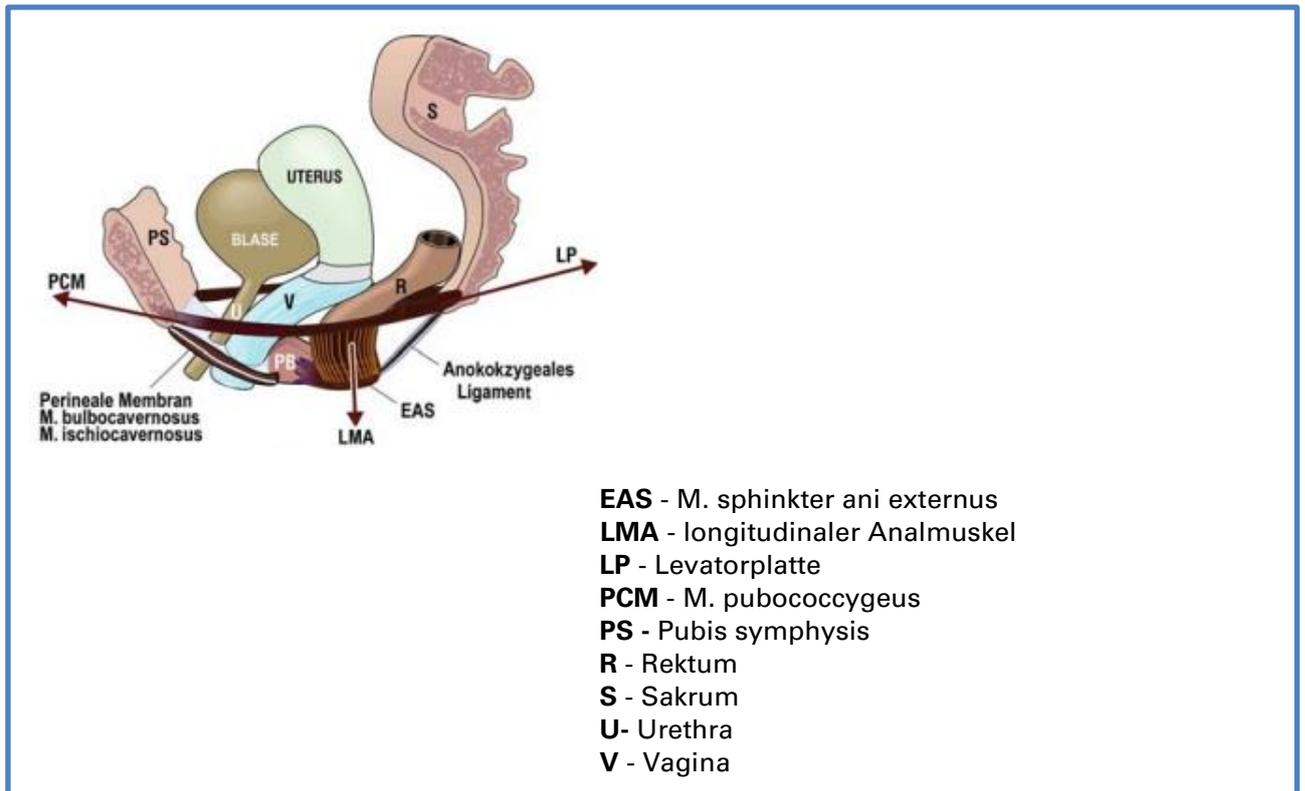


Abbildung 16: Zusammenspiels der Beckenbodenmuskeln (Goeschen and Petros, 2009b)

Die **innere Muskelschicht** hat eine Doppelfunktion. Durch den horizontalen Verlauf hält sie die Organe Scheide, Gebärmutter, Blase und Rektum in natürlich richtiger Lage, und öffnet und verschließt sie. Sie besteht aus:

- **M. pubococcygeus** (PCM)
- **M. puborectalis** (PRM)
- **Levatorplatte** (LP), diese setzt sich aus dem **M. ileococcygeus** und **M. coccygeus** zusammen

Die **äußere Muskelschicht** schließt das Becken nach außen ab. Durch den ebenfalls horizontalen Verlauf werden die Beckenorgane fixiert und gestützt. Im wesentlichen setzt sie sich zusammen aus:

- M. sphincter ani externus
- Mm. transversi perinei, bulbo- und ischiocavernosi
- Centrum tendineum (hier sind diese Muskeln zentral verankert)

Die **mittlere Muskelschicht** besteht aus dem longitudinalen Analmuskel, welcher im Centrum tendineum fixiert ist. Durch den vertikalen Verlauf kommt es zum Tiefertreten bzw. zur Rotation von Blase, Scheide und Rektum.

Diese Struktur wurde noch nie zuvor in dieser Form beschrieben. Dennoch verweist Petros in seinen Ausführungen in diesem Zusammenhang auf Courtney (1950).

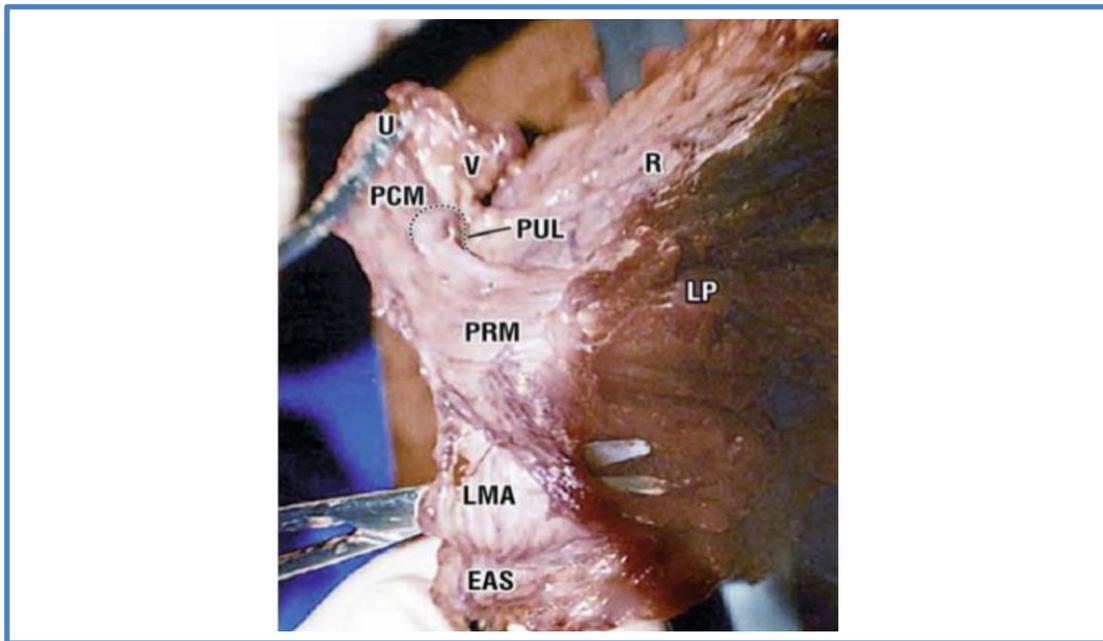


Abbildung 17: Longitudinaler Analmuskel (LMA), Ursprung und Insertion. (Goeschen and Petros, (2009a)

Zudem differenzieren Goeschen and Petros (2009a) zwischen:

- **statischer Anatomie**
- **dynamischer Anatomie**
- **funktionseller Anatomie**

Durch die **statische, topografische Anatomie** werden die im Becken vorhandenen Strukturen beschrieben.

Die **dynamische Anatomie** gibt die Richtung an in die sich diese Strukturen bei Muskelkontraktion, intraabdominalem Druck oder Schwerkraft bewegen.

Die **funktionelle Anatomie** beschreibt die Reaktion der Organe, wenn Muskelkräfte auf sie einwirken.

Muctar (2018) beschreibt den Beckenboden in Anlehnung an die Integral-Theorie folgendermaßen: „Betrachtet man die Komposition der Beckenbodenmuskulatur dreidimensional von oben und von der Seite, ergibt sich das Bild einer Schüssel oder einer Wanne. Von der gesamten Beckenbodenmuskulatur sind für den chirurgisch tätigen Urogynäkologen nur vier paarige Muskeln wichtig. Diese sind:

- M. puborectalis
- M. iliococcygeus
- M. coccygeus
- M. pubococcygeus

Auf diesen Muskeln liegen die Harnblase, die Scheide und der Uterus sowie das Rektum.“ (Muctar, 2018, p. 113)

Es lässt sich analog ableiten, dass diese vier Muskeln folglich auch für ein Beckenbodentraining Relevanz haben!

Auf eine allgemeine detaillierte Beschreibung der **Schließ- und Schwellmuskulatur** wird in diesem Kontext verzichtet, da diese für ein Beckenbodentraining irrelevant erscheint. Manche Autoren betonen, zum Beispiel Tanzberger and Bainsky (2006), die schädigende Wirkung von isoliertem Sphinkter Training nach einem Sekundenschema. „So verändert im Extremfall die Überbetonung eines Funktionsaspekts, z.B. dass bei Kneifübungen wiederholte isolierte Anspannen des Schließmuskels, das normale muskuläre Funktionsgleichgewicht. Denn das trainingsmäßige isolierte Anspannen des urethralen (oder analen) Schließmuskels verändert die eutonische Anpassungsfähigkeit der Muskulatur und verschiebt den Ausgangstonus

(Ruhetonus) in Richtung Hypertonus. Das willentliche, überaktive Verschließen des externen urethralen Sphinkters kann zu einer Detrusor-Sphinkter-Dyskoordination führen.“ (Tanzberger and Bainsky, 2006)

Es scheint jedoch sinnvoll, in Hinblick auf ein funktionelles Beckenbodentraining, die **Mm. obturatorii** genauer zu beschreiben, da bereits Bardeleben K *et al.* (1897) einen engen funktionellen Zusammenhang zwischen dem Beckenboden und den Mm. obturatorii erkannte. „Im Cavum ischiorectale, soweit die mediale Wand desselben vom Diaphragma rectale erzeugt wird, kommt der hintere Abschnitt der unteren Faszie des Diaphragma rectale zur Anschauung. Diese Faszie entspringt an der Fascia obturatoria unterhalb des Ursprungs des Diaphragma von diesem und steigt als dessen Bedeckung bis zum unteren Rande des Sphincter ani externus herab, wo sie sich in der Haut verliert.“ Bardeleben K *et al.* (1897)
Jegliche weiterführende und moderne Literatur beschreibt die Bildung einer funktionellen Kette der zusammen mit den Beckenbodenmuskeln.

Meer beschreibt eine Art „Hängematte“ für das Becken. Durch die Mm. obturatorii wird das Becken an den Oberschenkeln fixiert und durch den Beckenboden die Eingeweide gehalten. Bedeutend für die Visualisierung ist der korrekte Verlauf der Mm. obturatorii. Überzogen wird er M. obturatorius internus von der Fascia obturatoria. Es handelt sich dabei um die kaudale Fortsetzung der Fascia iliaca. Stecco beschreibt in diesem Zusammenhang als Synonym die Fascia pelvis parietalis, an welcher der M. levator ani entspringt. In diesem sehnigen Bogen, welcher als Arcus tendineus musculi levatoris ani bezeichnet wird, verknüpfen sich die Fascia obturatoria, die Fascia diaphragmatis pelvis superior und die Fascia pelvis inferior miteinander. Der M. obturatorius internus und der M. levator ani sind dadurch faszial direkt miteinander verbunden und biomechanisch funktionell gekoppelt. (Meert, 2017a)

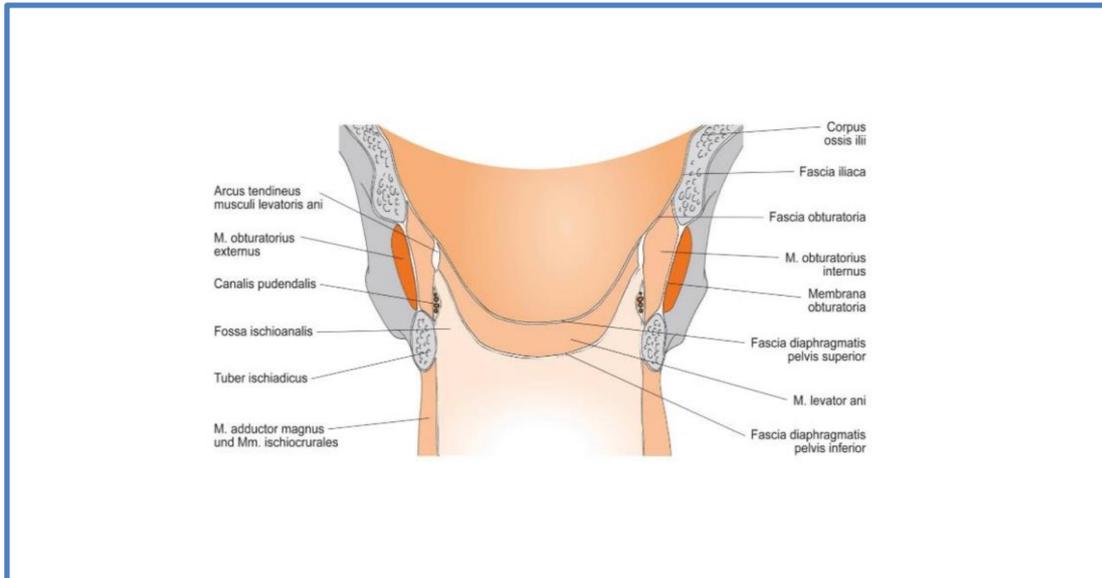


Abbildung 18: Visualisierung der Hängematte des Beckenbodens durch die M. obturatorii (Meert, 2017b, p. 22)

3.4 Exkurs: Kontinenz

Die Sicherung der Kontinenz gehört zu einer der wichtigsten Aufgaben einer funktionierenden Beckenbodenmuskulatur, da diese starken Einfluss auf die Lebensqualität bei Frauen und Männern hat. Deren Stärkung ist daher maßgeblich. Um ein zuverlässiges Training gewährleisten zu können, muss die Entstehung der unterschiedlichen Ausprägungen von Inkontinenz verstanden werden.

3.4.1 Harninkontinenz

3.4.1.1 Belastungsinkontinenz

„Nach der **Drucktransmissionstheorie** von Enhorning (1976) liegt der Blasen Hals normalerweise oberhalb der Beckenbodenebene und befindet sich somit im Druckbereich des Abdomens. Blasen Hals und proximale Urethra werden nach Enhorning als intraabdominale Organe angesehen. Wird in dieser Situation durch Pressen oder Belastung der Druck auf die Harnblase erhöht, steigt gleichzeitig der Druck auf die proximale Urethra. Es findet eine Drucktransmission vom Abdomen auf die proximale Urethra statt. Die Frau ist kontinent, sie verliert keinen Urin. Bei

einer Beckenbodeninsuffizienz liegt der Blasenhalshals unter der Beckenbodenebene, die Drucktransmission kann nicht oder nur vermindert stattfinden. Bei Belastungen wird mehr Druck auf die Harnblase ausgeübt als auf die Urethra, das abdomino-pelvine Gleichgewicht ist gestört und es kommt zum unwillkürlichen Urinabgang. Der Blasendruck übersteigt den Harnröhrendruck.“ (Zubke, 2004a)

„Die Transmissionstheorie zur hauptsächlichsten Erklärung der Belastungskontinenz muss aus folgenden Gründen verworfen werden:

- unter Belastung erfolgt der Druckanstieg in der Urethra vor dem Druckanstieg in der Blase
- der Druckanstieg in der Harnröhre ist höher als derjenige in der Blase
- der größte Druckanstieg ist in der Regel in der distalen Urethra zu messen und nicht in der proximalen Urethra, die am ehesten dem Einfluss des Abdominaldruckes unterliegt
- unter Belastung ist der Harnröhrendruck höher als neben der Urethra
- es gibt keine Korrelation zwischen Position des Blasenhalshalses und Harnkontinenz“ (Gunnemann *et al.* (2017)

„DeLancey erklärt die Inkontinenz durch das fehlende Widerlager des suburethralen Gewebes für die Urethra. Nach seiner **Hängematten-Theorie** liegt die Urethra auf einer Schicht aus endopelviner Faszie und vorderer Scheidenwand und wird von ihr unterstützt. Diese Schicht wird durch die laterale Aufhängung am Arcus tendineus fasciae pelvis und durch den M. levator ani gespannt und stabilisiert. Druck von kranial presst die Urethra gegen diese hängemattenähnliche Unterstützungsschicht und schließt ihr Lumen. Die Stabilität der suburethralen Aufhängungsschicht hängt von der Unversehrtheit der vorderen Scheidenwand und der Intaktheit der Aufhängung der endopelvinen Faszie am Arcus tendineus fasciae pelvis und vom M. levator ani ab. Folgende Konsequenzen ergeben sich: während eines Hustenstoßes erhöht sich der intraabdominale Druck und bei intakter Aufhängung wird die Harnröhre gegen die Unterlage gepresst, das Lumen komprimiert und es fließt kein Urin unwillkürlich ab; die Frau ist kontinent. Ist die

Aufhängung der Harnröhre nicht intakt, nachgiebig, so findet die Harnröhre während eines Hustenstoßes kein suffizientes Widerlager, die Frau verliert unwillkürlich Harn, ist stress inkontinent.“ (Zubke, 2004a)

Anmerkung:

Im Zuge einer OP nach der Hängematten Theorie von DeLancey wird das suburethrale Unterstützungsgewebe nach vorne, in die Nähe der Symphysenunterkante gehoben und dort verankert. Es kommt dadurch zu einer unphysiologischen Verlagerung der Harnröhre und der vorderen Scheidenwand nach anterior. Hierdurch entsteht nach hinten, oben ein Beckenbodendefekt, wodurch postoperativ das Auftreten von Entero- und Rektozelen forciert wird (Zubke, 2004b).

Wie bereits beschrieben verläuft die Vagina nach der **Integraltheorie** ab dem mittleren Drittel nahezu waagrecht. Dies ist für die Zugrichtung, für die drei wichtigsten Muskeln, die für einen funktionierenden Beckenboden relevant sind, von entscheidender Bedeutung. Die Achse von Harnröhre, Scheide und Rektum darf nicht zu senkrecht stehen, da ab einem Winkel von mehr als 45 Grad die Organe nicht mehr rotiert werden können. Genau das ist aber nach bestimmten Operationen, wie z.B. der Vaginafixation nach Williams/ Richardson der Fall.

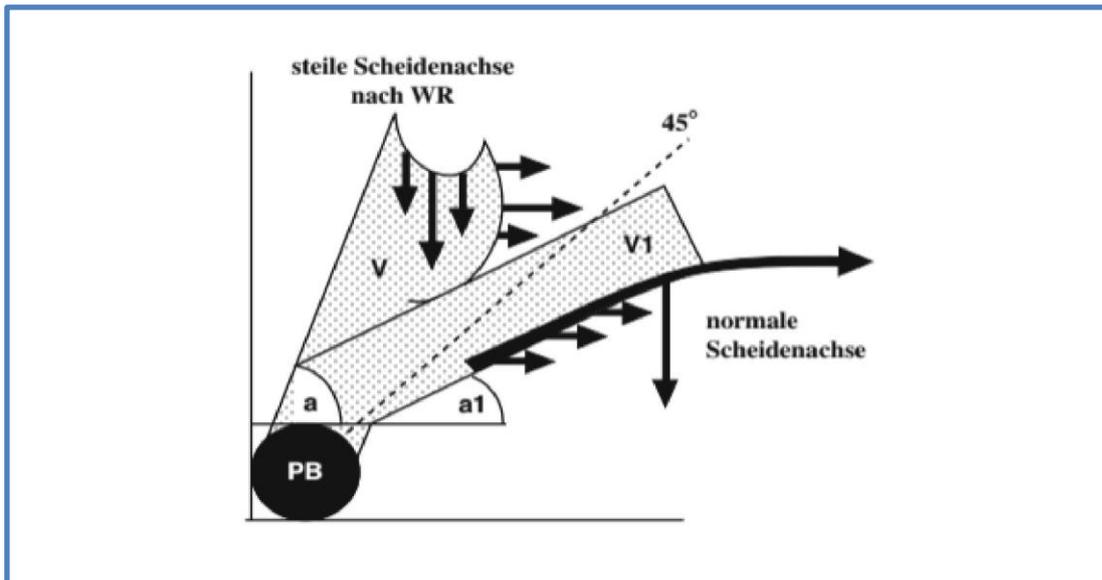


Abbildung 19: Scheidenachse (Goeschen and Petros, 2009a, p. 21)

Der Beckenboden erfüllt gleichzeitig eine statische und eine dynamische Funktion. Ohne große Lageveränderung sollen die Beckenorgane geöffnet und geschlossen werden können. Die Position sollte dadurch kaum verändert werden. Die Muskulatur ist so abgestimmt, dass bei nur minimalem Energieverbrauch die Beckenorgane gestreckt und abgewinkelt werden. Diese kontinuierliche Spannung wirkt dem intraabdominalen Druck und verhindert dadurch eine Organsenkung.

Von Bedeutung ist dabei das rhabdomuskulofibröse System. Dieses enthält überwiegend langsame Zuckungsfasern, die sogenannten Slow-twitch-Fasern. Diese halten den intraabdominalen Druck aufrecht. Die dadurch garantierte Form und Struktur, gewährleistet das Öffnen und Verschießen von Blase, Darm und Scheide.

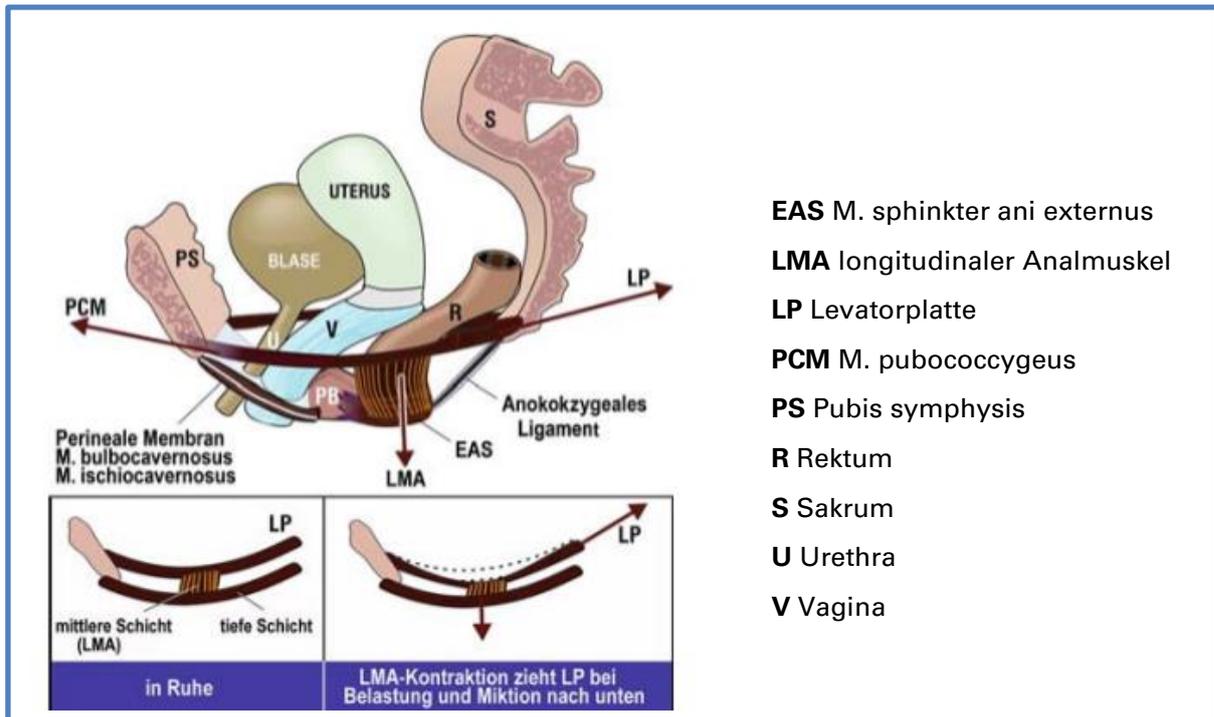


Abbildung 20: Darstellung des Zusammenspiels der Beckenbodenmuskeln (Goeschen and Petros (2009a))

Bei körperlicher Belastung sind für einen aktiven Blasenverschluss drei Muskelgruppen und deren Zug in verschiedene Richtungen verantwortlich: die **Levatorplatte** (M. iliococcygeus und M. coccygeus) zieht nach hinten; der **M. pubococcygeus** nach vorne, während der **longitudinaler Analmuskel** nach unten zieht.

Im Detail wird eine Kontinenzsicherung nach der Integraltheorie folgendermaßen beschrieben: „Die Levatorplatte zieht die Vagina und damit die mit ihr am Blasenboden fixierte Blase nach hinten. Wenn die Scheidenwand normal elastisch ist und das pubourethrale Ligament nicht nachgibt, wird die Urethra von der Scheide und dem pubourethralen Ligament von hinten eingengt. Als zweites zieht der M. pubococcygeus die Scheidenwand mit dem pubourethralen Ligament nach vorne. Es kommt zu einer weiteren Einengung der Urethra. Abschließend bewirkt eine Kontraktion des longitudinalen Analmuskels einen Zug von Vagina und Blase nach unten, wodurch sich die Urethra um den Fixpunkt nach unten dreht und komplett verschlossen wird. Der M. pubococcygeus und die Levatorplatte

wirken somit gegen das pubourethrale Ligament, der longitudinale Analmuskel gegen das uterosakrale Ligament. Für einen kontinuierlichen Verschluss der Urethra in Ruhe ist ein elastischer Dauertonus der slow-Twitch-Fasern des M. pubococcygeus und M. puborectalis sowie von der Levatorplatte und dem longitudinalen Analmuskel notwendig.“ (Goeschen and Petros, 2009b)

Daraus kann abgeleitet werden, dass das Öffnen bzw. der Verschluss der Harnröhre und des Blasenhalses hauptsächlich der M. pubococcygeus für das Kontrahieren oder das Entspannen verantwortlich ist. Auf den ersten Blick scheint aus dieser Perspektive ein Training nach A. Kegel gerechtfertigt. Doch spricht dagegen, dass eine kontinuierliche Spannung notwendig ist, damit Form und Struktur erhalten bleiben und dadurch Öffnen und Verschluss von Blase, Darm und Scheide sichergestellt ist.

„Bei der **Miktion** lässt jede nach ventral gerichtete Kraft nach, M. und Pubourethralligamente spannen die Harnröhre nicht mehr an, dem Zug der Levatorplatte und des longitudinalen Analmuskels wird keine antagonistische Kraft nach ventral entgegengesetzt. Harnröhre, Vagina und Harnblase verlagern sich nach dorsal und kaudal unter Ausbildung eines Trichters. Die willkürliche Harnblasenentleerung erfolgt.“ (Goeschen and Petros, 2009b)

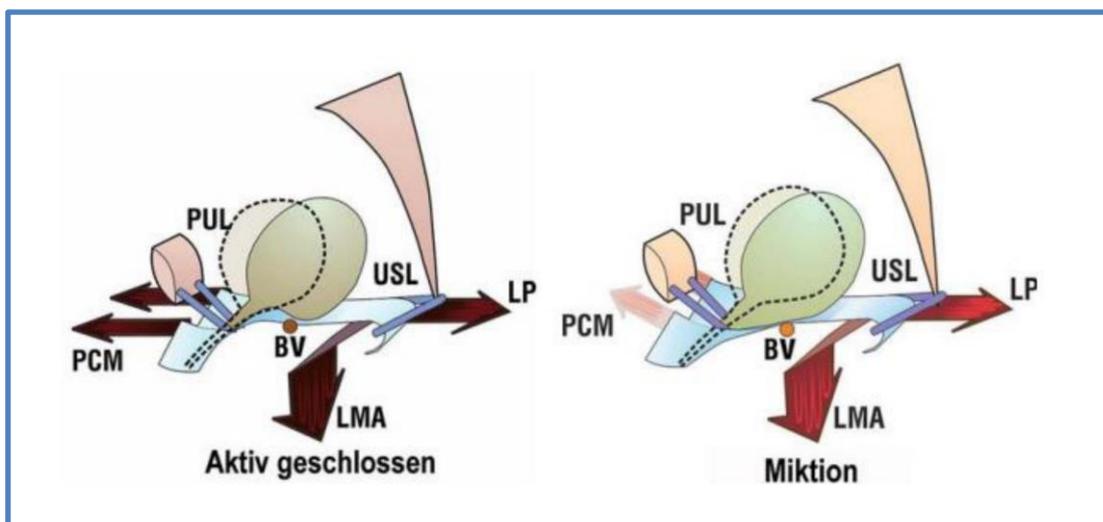


Abbildung 21: aktiver Blasenverschluss vs. Miktion (Goeschen and Petros, 2009a, p. 17)

Nach der Integraltheorie kommt es folgendermaßen zur **Belastungsinkontinenz: der komplexe Mechanismus, der einer Frau ermöglicht bei Ruhe und bei Belastung Wasser zu halten und willkürlich zu miktieren, funktioniert nur, wenn alle Strukturen intakt sind.** Kann der M. pubococcygeus seine Zugkraft nicht mehr ausreichend auf die Urethra übertragen, wird der Ausflusstrakt bei körperlicher Belastung wie bei der Miktion geöffnet. Unfreiwilliger Urinabgang bei Belastung ist die Folge“. (Zubke, 2004b)

Muctar (2018) schreibt analog zur Integraltheorie: „Die Ursache der Harninkontinenz bei Frauen ist durch lädierte pubourethrale Ligamente und Insuffizienz des M. pubococcygeus bedingt. **Obwohl der Rhabdosphinkter der Frau robuster ist als der des Mannes, wird dieser in der Physiologie der Harninkontinenz kaum beachtet.** Dennoch ist man heute überzeugt, dass der Rhabdosphinkter bei Männern die wichtigste Rolle zur Sicherung der Harnkontinenz spielt. Der Rhabdosphinkter des Mannes umschlingt die membranöse Harnröhre hufeisenförmig nach hinten und verbindet sich fest mit dem Perinealkörper. Der Sphinkter liegt in der Perinealmembran. Die Prostata ist an der Symphyse mit dem puboprostatishen Ligament verbunden. Die Denonvillier'sche Faszie erstreckt sich zwischen Prostata und Rektumvorderwand. Die Anatomie verändert sich nach einer radikalen Prostatektomie. Theoretisch kann postuliert werden, dass nicht nur der Rhabdosphinkter, sondern auch diese Muskeln, genau wie bei der Frau, an der Kontinenzhaltung beteiligt sind. Nach Freipräparation der Prostatavorderfläche wird die Beziehung der membranösen Harnröhre zu den Mm. pubococcygei gut erkennbar.“ (Muctar, (2018).

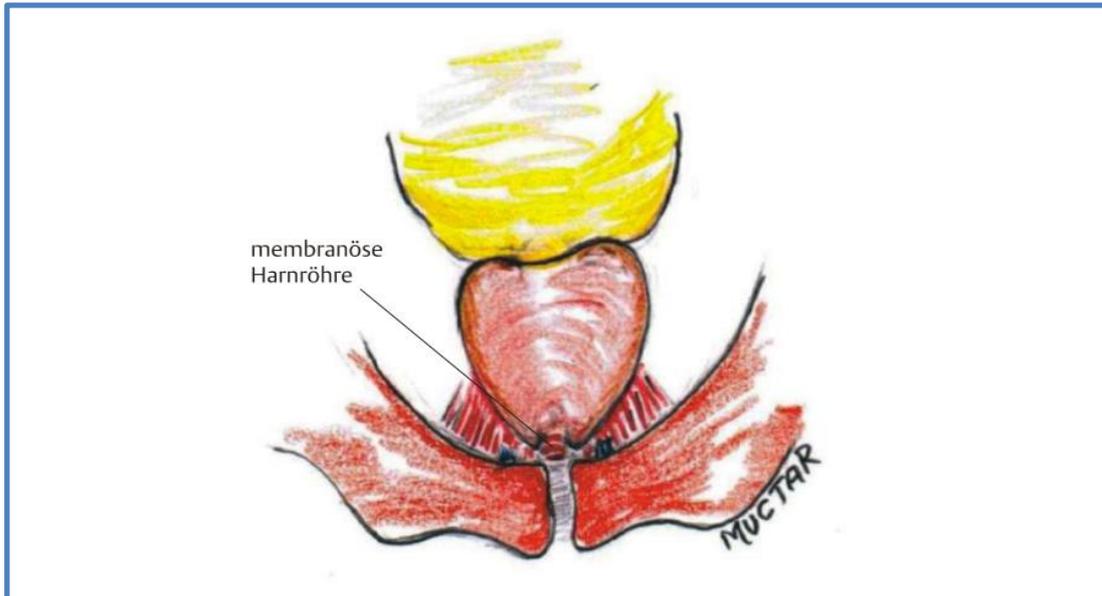


Abbildung 22: Beziehung der membranösen Harnröhre zu den Mm. pubococcygei (Muctar, (2018))

3.4.1.2 Dranginkontinenz

Carrière beschreibt die motorische Dranginkontinenz als Detrusorhyperaktivität im Sinne einer Detrusorinstabilität während der Speicherphase mit oft unbekannter Ursache. Sie schreibt weiter, dass es deshalb schwierig wäre ein wirksames Training zu entwerfen. (Carrière and Bø, 2012)

Symptomatisch besteht neben der Harninkontinenz eine erhöhte Miktionsfrequenz ohne Restharnbildung, imperativer Harndrang, Nykturie und auch Dysurie. Die Ursachen für diese Inkontinenzform wären vielfältig und schwierig aufzuklären. (Carrière and Bø, 2012)

In der funktionellen Anatomie nach Petros wird durch die **Trampolinanalogie** der Entstehungsmechanismus einer Dranginkontinenz veranschaulicht.

„Der Beckenboden arbeitet wie ein Trampolin, das aus einer Membran (Vaginalwand) und Zugfedern (Ligamenten) besteht. Die Zugfedern (Ligamente) sind vorne, in der Mitte und hinten am Beckenknochen befestigt. Auf der Trampolinmembran ruht die Harnblase, die einem elastischen Gummiballon gleicht. Füllt sich die Harnblase mit Flüssigkeit, werden die Trampolinmembran

und die Federn zunehmend nach unten gedrückt. Der Blasenboden, der von der Trampolinmembran getragen wird, enthält Nervenendigungen, die durch Dehnung bei zunehmender Füllung gereizt werden. Die Signale werden dem Gehirn übermittelt, das auf diese Weise über den Inhalt der Blase informiert wird. Ab einem bestimmten Füllungsgrad gibt das Gehirn den Befehl zum Blasenentleeren. Ist es für die Patientin in dem Moment nicht möglich, zur Toilette zu gehen, zieht die Beckenbodenmuskulatur das Trampolin stramm. Der Blasenboden wird angehoben. Die Dehnung und damit die Reizung der Nervenendigungen nehmen ab und die Patientin hat nicht mehr den Drang, Wasser lassen zu müssen. Dieser intelligente Mechanismus funktioniert nur dann, wenn alle Strukturen des Trampolins intakt sind. Sind die Bänder oder die Membran z. B. durch Geburten überdehnt, kann das Trampolin von den Beckenbodenmuskeln nicht mehr gespannt und damit der Blasenboden nicht mehr ausreichend angehoben werden. Die Membran oder Bänder hängen durch. Die Dehnungsrezeptoren werden frühzeitig aktiviert und feuern bereits bei niedrigem Füllungsvolumen, obwohl der eigentliche Miktionsreflex normal ist. Die Patientin verspürt schon bei geringer Blasenfüllung Harndrang, gegen den sie nicht angehen kann. Die Folgen sind Urge, Pollakisurie und Nykturie.“ Goeschen and Petros (2009a)

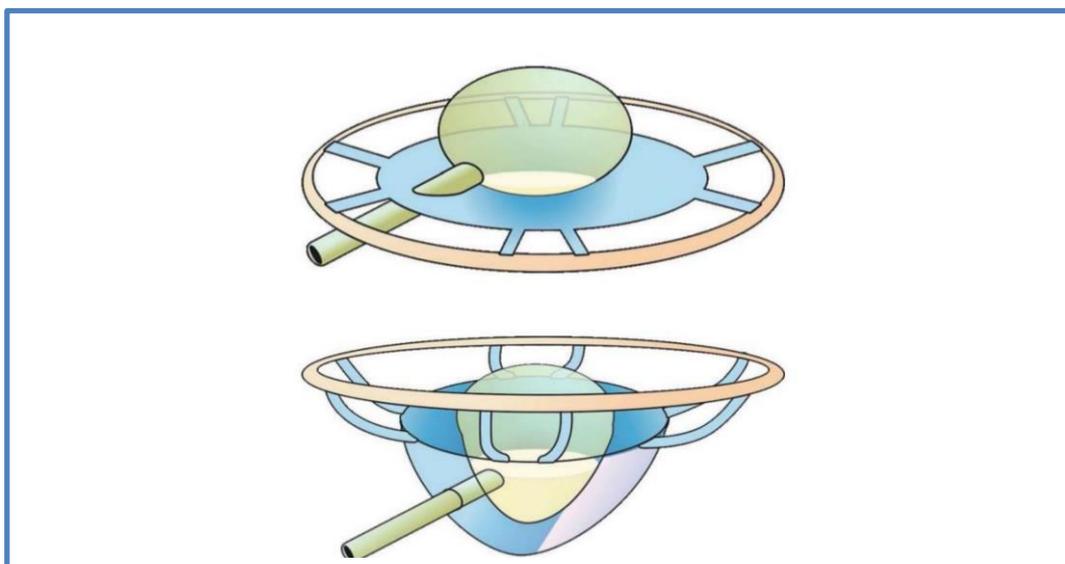


Abbildung 23: Trampolinanalogie (Goeschen and Petros, 2009a, p. 18)

3.4.2 Stuhlinkontinenz

Schünke beschreibt den Mechanismus in Bezug auf Defäkation bzw.

Stuhlinkontinenz folgendermaßen: „Eine Kontraktion des trichterförmigen M. levator ani führt zur Anhebung (levatore = aufsteigen) des Anus und Vorwärtsbewegung durch Zug des M. puborectalis. Der in Ruhe steilgestellte Levatortrichter flacht bei Anspannung ab. Bei gleichzeitigem Anstieg des intraabdominellen Druckes während der Defäkation kontrahieren sich lediglich die peripheren Anteile des M. levator ani; die sphinkternahen Bereiche einschließlich des M. puborectalis erschlaffen, so dass der Anus tiefer tritt und die Stuhlsäule durch den geöffneten Analkanal gedrückt werden kann.“ (Schünke *et al.*, 2018c, p. 189)

Carrière beschreibt den Erhalt analer Kontinenz zu 80% des Tonus des inneren Schließmuskels, der Rest über die Aktivität des äußeren Schließmuskels sowie über die Ruheposition des anorektalen Winkels, der durch den puborektalen Anteil des M. levator ani erhalten wird. Sie schreibt der Stuhl würde vom Rektum durch einen entspannten Beckenboden und einen entspannten analen Schließmuskel vorwärts geschoben. Der äußere Schließmuskel und der M. puborectalis würden sich entspannen und den anorektalen Winkel öffnen. Inkontinenz würde zumeist auf eine Hypotonizität der Sphincter zurückgeführt werden. (Carrière and Bø, 2012)

Nach der Integraltheorie unterliegt die anorektale Funktion dem selben Mechanismus wie für die Blase. Dabei sind für Öffnung und Verschluss der anorektalen Region, mit Ausnahme des M. puborectalis, die gleichen Ligamente und Muskeln beteiligt. Für die Kontinenz entscheidend ist der anorektale Winkel, der durch die rektovaginale Faszie, die unten vom Perinealkörper nach oben oben zur Levatorplatte verläuft, welche wiederum in die Rektumhinterwand inseriert, dargestellt. „Bei körperlicher Belastung ziehen die Levatorplatte und der

longitudinale Analmuskel die rektovaginale Faszie und das Rektum nach hinten unten gegen den Anus, der durch Kontraktion des M. puborectalis fixiert wird.“ (Goeschen and Petros, 2009b)

Zudem wird ein dichter Verschluss des Anus durch eine tonische Muskelaktivität des internen Analsphincters, den Willkürdruck des externen Analsphincters und mit Hilfe der Polsterung durch anale Schleimhautfalten und -gefäße, gewährleistet. (Goeschen and Petros, 2009b)

„Eine ungestörte Defäkation ist nur möglich, wenn die Rektumvorderwand gestreckt und gespannt ist. Dafür sorgen eine intakte rektovaginale Faszie, die tiefen transversen Perinealmuskeln, der PCM und der PB. Durch Kontraktion von PCM werden Rektumvorderwand und Scheide nach vorne gezogen, wodurch ein semirigides Rohr entsteht, das die Passage von Fäzes erleichtert. Wenn gleichzeitig PRM relaxiert, öffnen die LP und der LMA den anorektalen Winkel, indem sie die Rektumhinterwand nach dorsal ziehen. Dadurch wird die Entleerung des Rektums weiter vereinfacht.“ (Goeschen and Petros, 2009a)

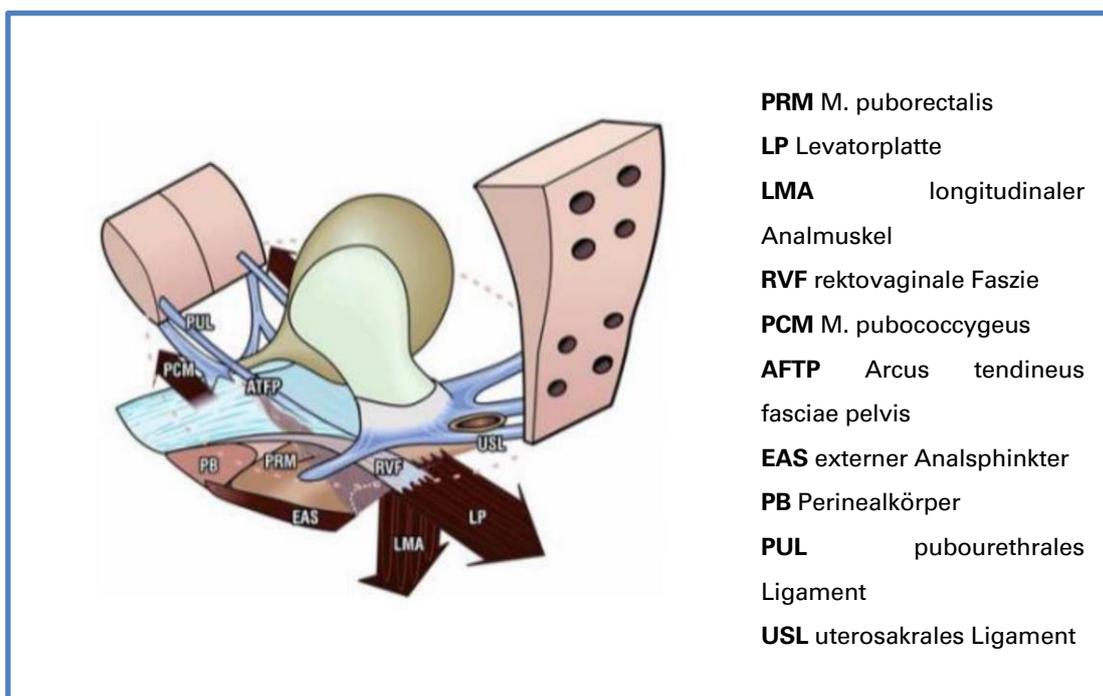


Abbildung 24: Defäkation (Goeschen and Petros, 2009a, p. 41)

Der longitudinale Analmuskel kommt, abgesehen von der Integraltheorie, in der Literatur, kaum vor. Obwohl Muctar diesen in seinen Ausführungen ausführlich beschrieben hat, verwendet er in seinen Abkürzungen eine andere Nomenklatur. Er beschreibt in diesem Zusammenhang den longitudinalen Analmuskel mit der Abkürzung LAM: „Aus den medialen und unteren Kanten des pubococcygealen Muskels (PCM) und des puborektalen Muskels (PRM) stammen Muskelbündel, die zwischen dem inneren und dem äußeren Analsphinkter nach unten verlaufen. Der LAM verbindet sich in seinem Verlauf nach unten mit einigen Muskelfasern des inneren und äußeren Schließmuskels und endet im unteren subkutanen Schließmuskelring. Funktionell trägt er zur Öffnung und Verkürzung des Analkanalumfangs bei der Defäkation bei. Petros teilt in seiner biomechanischen experimentellen Untersuchung dem LAM eine dritte Vektorkraft zu, die bei der Kontraktion die Levatorplatte nach unten zieht. Somit verschärft der nach unten ziehende Muskel den anorektalen Winkel um das Rektum noch stärker.“ (Muctar, 2018, p. 112)

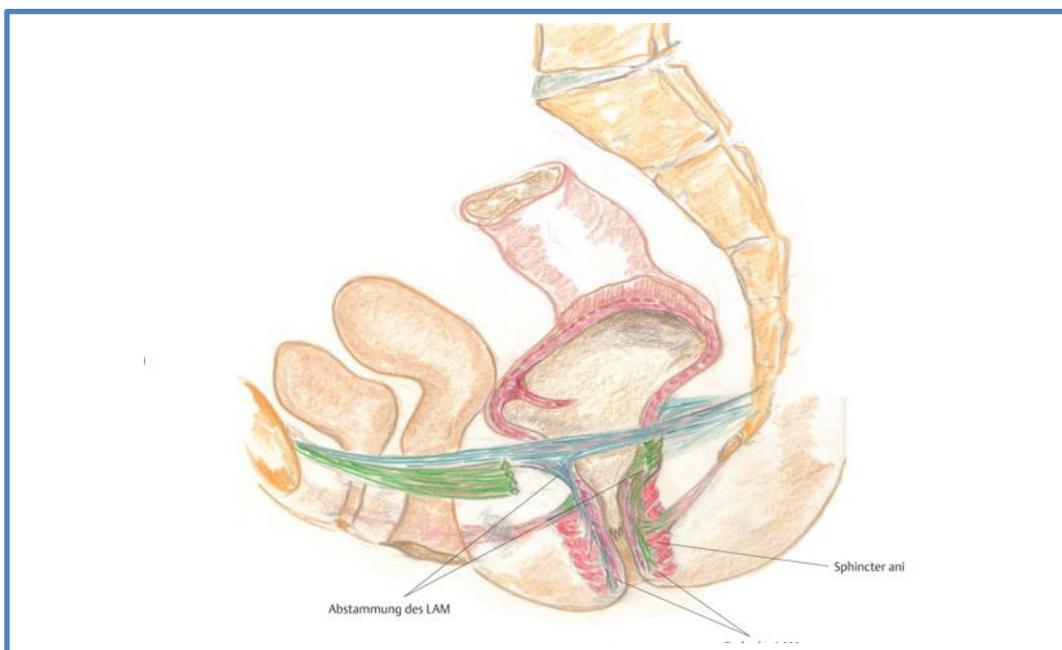


Abbildung 25: Longitudinaler Analmuskel (Muctar, 2018, p. 112)

„Der Defäkationsvorgang wird durch Stimulation der oberen Analrezeptoren initiiert. Durch zentrale Reflexe, die der Person willentlich unterliegen, erfolgt eine

Relaxation des puborektalen Muskels, der den anorektalen Winkel entspannt und Kontraktionen der Levatorplatte mit dem aus ihr stammenden LAM nach hinten auslöst. Weil der LAM am Lig. anococcygeum und am subkutanen äußeren Analsphinktermuskel fixiert ist, wirkt er an der hinteren Rektumwand mit seiner Kontraktion als zusätzliche Zugkraft nach unten. Er erweitert die Öffnung des Analkanals.“ (Muctar, 2018)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass für Verschluss und Öffnung von Blase und Anorektum, die drei in unterschiedliche Richtungen ziehenden Muskelgruppen entscheidend sind:

- M. pubococcygeus und M. puborectalis **nach vorne**
- Levatorplatte (M. iliococcygeus und M. coccygeus) **nach hinten**
- longitudinaler Analmuskel **nach unten**

Ein Gleichgewicht, der in die verschiedenen Richtungen ziehenden Muskeln, ist entscheidend, da es zu Dysbalancen kommt, wenn die Kraft in einem Muskel nachlässt. Folgende Problematiken sind damit verbunden:

Belastungsinkontinenz und/oder intrinsischer Sphinkterdefekt

wenn die Urethra nicht verschlossen oder gestreckt werden kann

vorzeitig aktivierter Miktionsreflex und Detrusorinstabilität

wenn Dehnungsrezeptoren nicht wirksam unterstützt werden können

Blasenentleerungsstörung

wenn der Ausflusstrakt nicht normal geöffnet werden kann

Schmerzen

wenn die Nervenfasern in den uterosakralen Ligamenten nicht abgefedert werden können

Obstipation oder anorektale Inkontinenz

wenn der anorektale Bereich nicht ausreichend geöffnet oder verschlossen werden kann (Goeschen and Petros, 2009b)

4 Physiologie und Biochemie des Beckenbodens

In der Sportwissenschaft begann man vor etwa 30 Jahren zu erforschen, wie sich Muskelkraft durch konzentrische und exzentrische Übungen aufbauen lässt. Grundlage bildeten isometrische, isokinetische und isotonische Übungen, die in verschiedenen Wiederholungen und Intervallen durchgeführt wurden. Zudem beschäftigte man sich mit dem Muskelabbau durch Inaktivität und mit einem Training gegen den Muskelverlust. Muskelbiopsien führten zur Unterscheidung von Muskelfasertypen anhand funktioneller und morphologischer Eigenschaften.

Gültigkeit hat nach wie vor die Unterscheidung zwischen

- roten Muskelfasern (Typ I): langsame Kontraktion (**slow- Twitch Fasern**),
- weißen Muskelfasern (Typ II): schnelle Kontraktion (**fast- Twitch Fasern**)

Laut Definition sind Fasern vom Typ I ermüdungsresistent, während Fasern vom Typ II schnell ermüden.

Die Beckenbodenmuskulatur besteht laut Lehrbuch zu 30% aus fast- Twitch Fasern vom Typ II und zu 70 % aus slow- Twitch-Fasern vom Typ I. Fasern vom Typ I werden für die tonische Unterstützung gebraucht, während Fasern vom Typ II für den dynamischen Verschluss der Beckenausgänge nötig sind. Es sind daher sowohl schnelle Kontraktionen von kurzer Dauer als auch langsame Kontraktionen von längerer Dauer nötig, um die Beckenbodenmuskulatur zu kräftigen. So sollten beispielsweise bei einem Problem der Stützfunktion, Kontraktionen von längerer Dauer betont werden, während bei einer Hypertonusdysfunktion Kontraktionen von kurzer Dauer im Vordergrund stehen.

Grundsätzlich wird die Kraft eines Muskels getestet, indem ihm in einer Stellung am Ende des Bewegungsausmaßes, in der die Schwerkraft auf ihn einwirkt, manuell Widerstand gegeben wird. Die Kraft der Beckenbodenmuskulatur wird – wie bereits angeführt - anhand des subjektiv eingeschätzten Ausmaßes von

Kontraktion, das der palpierende Finger verspürt, getestet. Zurückzuführen ist diese Art der Testung auf Dr. Kegel, die von ihm 1948 entwickelt wurde. Angeblich hätten Frauen eines gewissen Stammes in Afrika einen trainierten Beckenboden, weil ihnen nach der Geburt von Hebammen empfohlen wurde, gegen den Widerstand des eingeführten Fingers ihre Beckenbodenmuskulatur zu trainieren. Der Finger wird zwischen 4 und 6 cm vaginal eingeführt. Vorgegangen wird nach dem NEW PERFECT Schema von (Messelink *et al.*, 2005). PERFECT steht für:

- **P** für Performance
- **E** für Endurance
- **R** für Repetitions
- **F** für Fast Contractions
- **E** für Elevation
- **C** für Co-Contraction of Transversus abdominis
- **T** für Timing of involuntary PFM contraction

Kraft, Kraftausdauer und Schnellkraft der Beckenbodenmuskulatur wird nach dem modifizierten Oxford Grading von 0 – 5 eingestuft.

Grad	Merkmale
0	keine Kontraktion spürbar
1	kaum spürbare, zuckende Kontraktion, von außen am Damm nicht sichtbar
2	schwache, eindeutig spürbare Kontraktion, wird als leichter Druck am untersuchenden Finger empfunden
3	mittlere Muskelkraft, deutlicher Druck am untersuchenden Finger und spürbare kranioventrale Bewegung, von außen am Damm sichtbar
4	gute Muskelkraft, Elevation gegen leichten Widerstand möglich, Druck zirkulär um den untersuchenden Finger spürbar; bei gleichzeitig palpierendem Zeige- und Mittelfinger werden diese zusammengedrückt
5	sehr starke Muskelkraft, Kontraktion gegen kräftigen Widerstand möglich, einsaugender Effekt auf den untersuchenden Finger; bei gleichzeitig palpierendem Zeige- und Mittelfinger werden diese trotz Widerstand zusammengedrückt

Abbildung 26: Oxford Grading zur Einstufung der Kraft der Beckenbodenmuskulatur (nach Laycock 1994)

Wie bereits in Kapitel 2.4.3 erwähnt, wird trotz einer Inter- und Intrareliabilität von unter 50% ein Beckenbodenmuskeltraining darauf aufgebaut. Gödl-Purrer (Carrière and Bø, 2012) betont, dass eine wichtige dynamische Leistung der Beckenbodenmuskulatur die schnelle Reaktionsfähigkeit und Kraftentwicklung bei plötzlicher Druckeinwirkung, wie z.B. Husten, Niesen, Hüpfen, wäre. Und daher müsse neben dem Training der zeitlich koordinierten, rechtzeitigen Rekrutierung auch die Fähigkeit, in kurzer Zeit hohe Kraft zu entwickeln, geübt werden (Training der fast- Twitch-Faseranteile der Beckenbodenmuskulatur).

Goeschen und Petros beschreiben ebenfalls, dass die quergestreifte Beckenbodenmuskulatur hauptsächlich slow- Twitch-Fasern enthält. Sie gewährleisten, dass der intraabdominelle Druck aufrecht erhalten werden kann. Zudem sorgen sie dafür, dass neben der Form und Struktur der Beckenbodenmuskulatur mit ihren Organen, auch Öffnung und Verschluss von Blase und Darm sichergestellt sind. (Goeschen and Petros, 2009b)

Der Dauertonus, der für den Verschluss von Blase und Darm notwendig ist, kann nicht durch die quergestreifte Muskulatur allein sichergestellt werden. Notwendig dazu ist ein elastisches System, das durch eine viszeral innervierter Muskel-Bindegewebe-Platte dargestellt wird. Diese wird auch als endopelvine Faszie bezeichnet. Diese ist mit der Skelettmuskulatur eng verbunden. Da sie die Zwischenräume abdichtet, wirkt sie wie eine Gummimatte. (Goeschen and Petros, 2009b)

„So konnten Petros und Ulmsten erkennen, dass bei Verschluss und Öffnung von Harnröhre und Anorektum nicht nur der Rhabdo- bzw. der Analsphinkter eine Rolle spielt, sondern dass Bewegungen der Scheide, der Blase und des Rektum stattfinden, die durch Muskelzüge der Binnenmuskulatur des Beckenbodens (M. pubococcygeus, Levatorplatte, longitudinaler Muskel des Anus und M. puborectalis) gesteuert werden.“ (Gunnemann *et al.*, 2017)

Um Dysfunktionen zu verstehen muss klar sein, dass die Muskelkraft abhängig ist von der individuellen Muskellänge nach Gordon. Nur wenn die bindegewebige Stützstruktur intakt ist, können für die Binnenmuskulatur des Beckens optimale Längen geschaffen werden, damit diese bei Belastung die optimale Kraft zur Verfügung stellen können.

Wenn die Stützstruktur locker ist, wird die Muskulatur überdehnt und die Muskelkraft nimmt ab. In Ruhe, also ohne Belastung, wirken die elastischen Fasern insofern, als dass sie den Stützapparat in die Ausgangsposition bringen und dadurch die volle Muskelkraft bestehen kann. Die Muskelkraft nimmt jedoch bei Belastung stark ab, da die schwachen Bänder überdehnt und damit die Muskulatur verlängert wird. Es kommt zur sofortigen – jedoch reversiblen – Abnahme der Muskelkraft. (Gunnemann *et al.*, 2017)

Die Auffassung, dass ein Muskel an einem Knochen seinen Ursprung und an einem anderen einen Ansatz hat und seine Funktion allein darin besteht, seine beiden Enden aufeinander zuzubewegen bzw. ihrem Auseinandergezogen Werden Widerstand entgegenzusetzen, wird nach wie vor von einer überwältigenden Mehrheit geteilt. Auch die Kraft-Längen-Relation nach Gordon bezieht sich auf den isolierten Muskel und beschreibt nicht die eigentliche Kraftproduktion. Diese basiert auf einer Interaktion von Muskeln, Sehnen und passiven Strukturen wie z.B. Bändern.

Spätestens jetzt muss die Frage gestellt werden, inwieweit der traditionelle Ansatz, der Muskeln als unabhängige Einheiten betrachtet, das Kontinenz System erklären kann.

In diesem Zusammenhang ist es unerlässlich, gerade in Bezug auf die Erarbeitung eines zuverlässigen Trainings, sich mit der Integration der Faszien- und Muskelgewebe und ihrer Relevanz bei Interaktionen zur effektiven Kraftübertragung im Körper zu befassen.

5 Grundlagen der Fasziensforschung

Faszien werden aufgrund ihres Verbundcharakters als kollagenes, faseriges Bindegewebe, das als Element eines körperweiten Spannungsnetzwerks zur Kraftübertragung betrachtet werden kann, definiert. (Schleip and Baker, 2016)

5.1 Allgemeine Anatomie der Muskelfaszie

Als tiefe Faszien werden alle gut organisierten, dichten, fibrösen Schichten, die mit den Muskeln interagieren, bezeichnet. Sie verbinden verschiedene Elemente des Bewegungsapparates und leiten die Muskelkraft weiter. Abhängig von der Dicke und der Beziehung zum darunterliegenden Muskel werden zwei tiefe Muskelfaszien unterschieden:

Aponeurotische Faszien	Epimysiale Faszien
alle gut abgegrenzten fibrösen Scheiden, die eine Muskelgruppe umhüllen und fixieren oder als breite Muskelansätze dienen	alle dünnen, aber gut organisierten Kollagenschichten, die eng mit den Muskeln verbunden sind
Bsp.: <ul style="list-style-type: none">o tiefe Faszien der Extremitäteno Fascia thoracolumbaliso Rektusscheide	Bsp.: <ul style="list-style-type: none">o tiefe Rumpffaszieno Epimysium der Extremitätenmuskeln
umhüllen und verbinden mehrere Muskeln zu Kompartimenten in den Extremitäten	leiten Kräfte zwischen benachbarten synergistischen Muskelfaserbündeln weiter, die nicht unbedingt derselben motorischen Einheit angehören
	jeder Muskel besitzt sein eigenes Epimysium

In der Regel sind die Rumpfmuskeln nur von einem Epimysium umhüllt, während die Extremitätenmuskeln eine doppelte Hülle aus einem festen mit dem Muskel verbundenen Epimysium einer äußeren aponeurotischen Faszie besitzen. Gelegentlich sind die epimysiale und die aponeurotische Faszie miteinander verbunden. So entsendet die epimysiale Faszie des Rumpfes (M. pectoralis major) myofasziale Ausläufer zur Fascia brachii (aponeurotische Faszie des Arms). Der M. obliquus externus abdominis, ein vom Epimysium umhüllter Rumpfmuskel, bildet die Rektusscheide (aponeurotische Faszie) und verschmilzt dann durch myofasziale Ausläufer mit der Fascia lata, einer aponeurotischen Faszie der unteren Extremitäten. Diese Verbindungen zwischen den Faszien des Rumpfes und der Extremitäten sind räumlich präzise organisiert, sodass myofasziale Kräfte vom Rumpf akkurat weitergeleitet werden können. Die aponeurotischen Faszien des Rumpfes (Fascia thoracolumbalis und Rektusscheide) sind flache Sehnen der angrenzenden Muskeln. Die große Schicht der Rumpfmuskulatur inseriert komplett in diesen aponeurotischen Faszien. (Stecco, 2016)

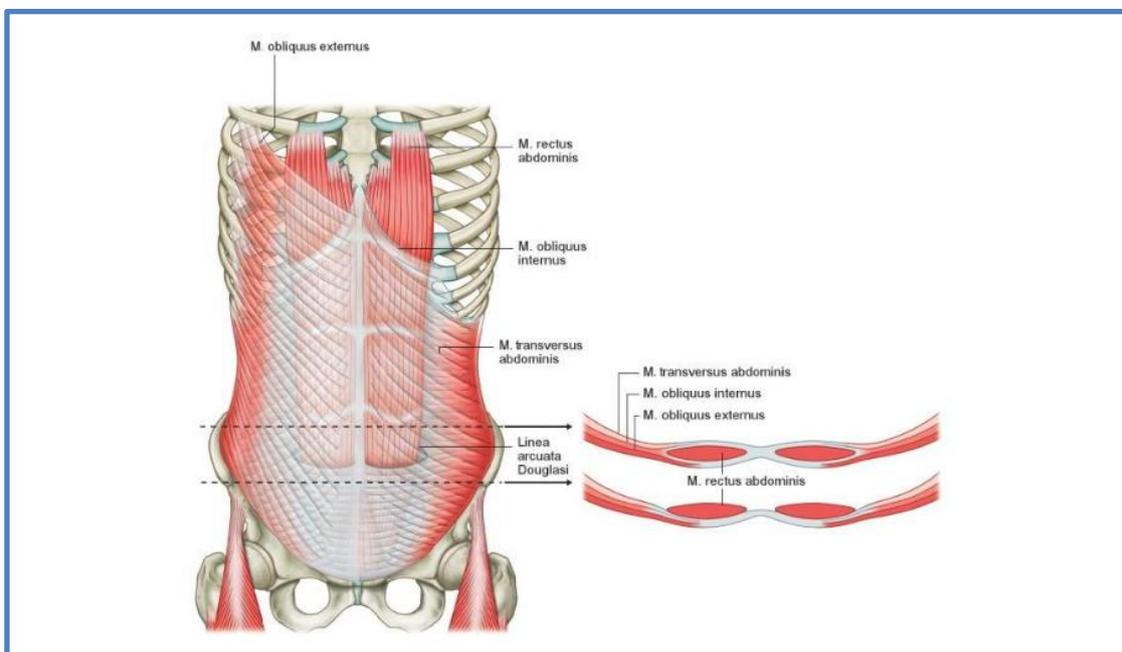


Abbildung 27: Abdomen im Vergleich zu einer muskelorientierte Anatomie (Myers, 2015)

5.2 Fasziale Kraftübertragung

Als myofasziale Ausläufer werden alle Verbindungen, die von einem Skelettmuskel oder seiner Sehnen ausgehen und in einer aponeurotischen Faszie inserieren, bezeichnet. Aus der präzisen Ausrichtung dieser myofaszialen Ausläufer und den verschiedenen Muskelaktionen lässt sich ihre funktionelle Bedeutung ableiten. Bei der Kontraktion dehnen die Muskeln simultan die entsprechenden Faszienausläufer. Und da bei fast allen Bewegungen bestimmte Muskeln aktiviert werden, werden durch die myofaszialen Ausläufer jeweils selektiv Teile der tiefen Faszie gedehnt. Diese ermöglichen ein Feedback zwischen Faszien und Muskeln. Über ihre Ausläufer kann eine Faszie die Muskeldehnung wahrnehmen und die Spannung weiterleiten. Vermutlich wird auf diese Weise der distale Muskel über eine Aktivierung der Muskelspindeln über den Kontraktionsgrad des proximalen Muskels informiert. Somit bilden die tiefen Faszien einen anatomischen Übergang zwischen den einzelnen Muskeln und den assoziierten propriozeptiven Faszienelementen. Diese myofasziale Assoziation unterstreicht die periphere Koordination der verschiedenen, an der Bewegung und Wahrnehmung der korrekten Bewegungsrichtung beteiligten Muskeln. Diese Organisation legt nahe, dass die aponeurotischen Faszien als Treibriemen zwischen zwei benachbarten Gelenken und synergistischen Muskelgruppen fungieren und die synergistische Aktivierung der jeweiligen Muskeln koordinieren. (Schleip and Baker, 2016)

30 – 40 % der vom Muskel erzeugten Kraft werden nicht über die Sehne, sondern über das den Muskel umgebende Bindegewebe weitergeleitet. (Huijing and Jaspers, 2005) Durch den konstanten Ruhetonus der Muskelfasern sind auch die epimysialen Faszien permanent mehr oder weniger stark gespannt. Viele Muskelfasern reichen nicht vom Ursprung bis zum Ansatz des Muskels, sondern werden in der Mitte des Muskelbauchs immer dünner und enden im Muskelbauch. Diese Muskeln können die Kraft nur mithilfe des Perimysiums auf angrenzende Muskelfasern übertragen. Die Kraft einer Muskelkontraktion wird von mehreren Faktoren beeinflusst:

- der anatomischen Struktur des Muskels
- dem Winkel, in dem seine Fasern am Epimysium befestigt sind
- den sehnigen Anteilen und dem im Muskel durch die Kontraktion aufgebauten Druck (durch Muskelgewebe im Blut) (van Leeuwen and Spoor, 1992)

Die epimysialen Faszien spielen aufgrund ihrer engen Beziehung zu den Muskelspindeln eine wichtige Rolle bei der Propriozeption und der peripher motorischen Koordination. Muskelspindeln sind kleine sensorische Organe in quergestreiften Muskeln. Sie sind von einer Kapsel umgeben und enthalten sensorische und motorische Komponenten. Sobald der Muskel gedehnt wird, werden mechanosensitive Ionenkanäle in den sensorischen Dendriten geöffnet. Dadurch entsteht ein Rezeptorpotenzial, das in den Afferenzen der Muskelspindel ein Aktionspotenzial auslöst. Bei Dehnung nimmt die Reizleitung der Spindel zum Rückenmark zu und α -Motoneurone stimuliert, die eine Kontraktion der extrafusalen Fasern veranlassen. Gleichzeitig stimulieren die Ia-Afferenzen über Synapsen die inhibitorischen Neurone, welche die α -motorische Aktivität der antagonistischen Muskeln drosseln. Dies erfolgt über einen einfachen Dehnungsreflex, der den korrekten Muskeltonus aufrechterhält. (Schleip and Baker, 2016)

Besonders wichtig ist ein ausgeglichener muskulärer Ruhetonus, der dem Tonus der epimysialen Faszie entgegenwirkt. (Stecco, 2016) Als Muskeltonus wird die kontinuierliche, partielle Kontraktion von Muskeln oder der Muskelwiderstand gegen passive Dehnung im Ruhezustand bezeichnet. Der Tonus trägt zur aufrechten Körperhaltung bei und nimmt im REM-Schlaf ab. (Schleip and Baker, 2016)

Bsp.: Ein schweres Paket wird über längere Zeit getragen und der M. biceps brachii in beiden Armen ermüdet langsam. Obwohl die Muskeln maximal kontrahiert sind, dehnen sie sich langsam, wodurch die Spindelzellen aktiviert werden, sodass die Muskeln ihre Kontraktion verstärken können. (Stecco, 2016)

Dieses Beispiel zeigt, wie die Muskelspindeln eine Muskelermüdung ausgleichen, indem sie reflexiv eine stärkere Kontraktion erzeugen. Wenn die Muskelspindeln nicht aktiviert werden können, ist die Steuerung des Muskels gestört. (Schleip and Baker, 2016)

Anhand von Ultraschallbildern kann man erkennen, dass es vor der Kontraktion eines Muskels an dessen Ursprung und Ansatz zur Bewegung und Spannung der epimysialen Faszie kommt. Wenn die epimysiale Faszie steif ist, können die Muskelspindeln ihre Länge nicht ändern, sodass die Kontraktion der extrafusalen Muskelfasern verändert wird. Auch dann nicht, wenn die α -Motoneurone die Muskelfasern korrekt stimulieren. Dadurch nimmt die Muskelkraft ab und die Bewegungen werden eingeschränkt. (Schleip and Baker, 2016) Angesichts der Beziehung zwischen Muskelspindeln und Faszie wird die Bedeutung der Faszie besonders deutlich, wenn ihr Einfluss auf die periphere motorische Koordination betrachtet wird. (Schleip and Baker, 2016)

Durch diese Verbindungen wird deutlich, dass jedes Mal, wenn ein myofaszialer Ausläufer einen Teil der tiefen Faszie dehnt, auch die mit ihr verbundenen Muskelspindeln passiv gedehnt und aktiviert werden. Dadurch kommt es zur reflektorischen Kontraktion der extrafusalen Muskelbündel, die mit diesen Spindeln verbunden sind. Dieser könnte die Ko-aktivierung der motorischen Einheiten verschiedener Segmente erklären. (Stecco, 2016)

Muskelspindeln informieren das zentrale Nervensystem über den sich ständig veränderten Muskeltonus, Bewegungen, den Verlust der normalen Elastizität, die Position der Körperteile, die absolute Muskellänge und die Rate (Schnelligkeit) der Längenänderung eines Muskels. Wenn die epimysiale Faszie durch ein Trauma, schlechte Körperhaltung, eine Operation oder Überlastung verändert wird, wird durch eine Verdickung der Faszie die normale Dehnungsfähigkeit gehemmt und dadurch das Feedback zum zentralen Nervensystem verändert. Wenn also die

epimysiale Faszie dichter wird, funktionieren einige Teile des Muskels bei Bewegungen nicht normal, sodass die, beispielsweise auf das Gelenk, wirkenden Kraftvektoren verändert werden. (Stecco, 2016)

Die epimysialen Faszien sind somit das Schlüsselement für die periphere motorische Koordination und Propriozeption. (Schleip and Baker, 2016)

(Pasini *et al.*, 2016) beschreiben, dass gezeigt werden konnte, dass die tiefen Faszien gut innerviert und somit in der Lage sind, die mechanischen Kräfte über weite Strecken zu übertragen. Ein defektes Gleiten oder eine Verdichtung des losen Bindegewebes zwischen den Faszien-schichten können die Kontraktionsfähigkeit des Muskels verändern.

5.3 Funktionale Zusammenhänge – myofasziale Kontinuität

So beschreibt Ramin eine fasziale Kontinuität zwischen Bauch, Becken und Lendenbereich. (Ramin *et al.*, 2015)

Myers beschreibt diese Kontinuität in Form „anatomischer Zuglinien“. Den myofaszialen Kern des Körpers definiert er in Form der tiefen Frontallinie. Da sie eindeutig Raum einnimmt, lässt sie sich eher als dreidimensionalen Raum beschreiben, statt als zweidimensionale Linie. Funktion und Dysfunktion breiten sich von kranial oder kaudal, oder auch von der Mitte her, zu den Enden aus. Obwohl die Zuglinie selbst hauptsächlich faszialer Natur ist, umfasst sie im Bein viele der tief liegenden Haltemuskeln des Körpers. Im Beckenraum liegt die tiefe Frontallinie sehr nah zum Hüftgelenk und stellt eine Verbindung zwischen Atemwelle und Gehrhythmus her. (Myers, 2015)

Im Rahmen der anatomischen Zuglinien stellt der Beckenboden die Basis des Rumpfteils der tiefen Frontallinie mit vielfältigen Aufgaben rund um die Bauch – und Beckenhöhle dar. (Myers, 2015)

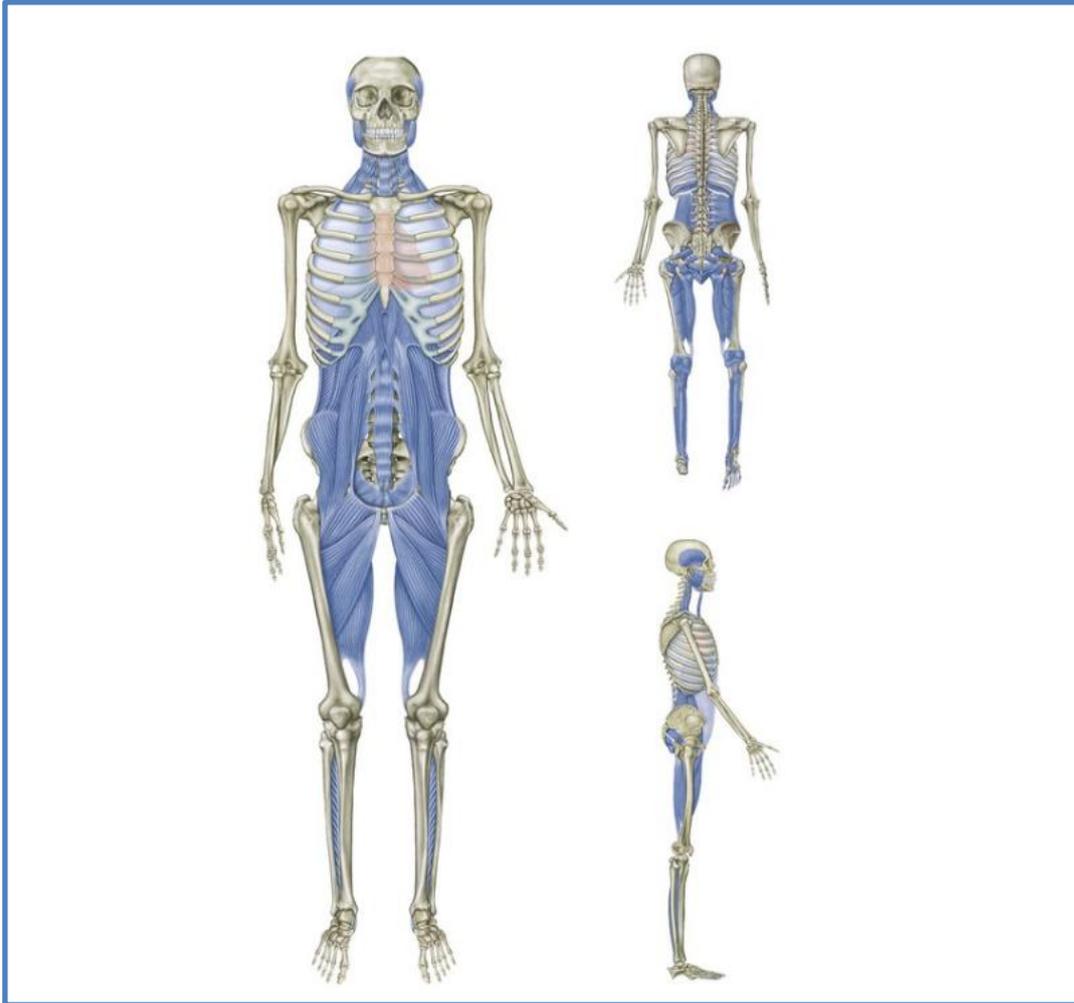


Abbildung 28: Tiefe Frontallinie (Myers, 2015)

5.4 Die tiefe Muskulatur und deren myofasziale Verbindungen

Vom unteren Ende ausgehend, wurzelt die Zuglinie in der Tiefe der Fußsohle und verläuft direkt hinter den Unterschenkelknochen und dem Knie in kranialer Richtung weiter zur Innenseite des Oberschenkels. Von hier aus zieht das Hauptgleis vom Hüftgelenk, dem Becken und der Lendenwirbelsäule nach oben, während sich ein alternatives Gleis auf der Rückseite des Oberschenkels zum Beckenboden fortsetzt und sich im Bereich der Lendenwirbelsäule wieder mit dem Hauptgleis verbindet. Von der Übergangsstelle zwischen Psoas und Diaphragma aus, setzt sich die Tiefe Frontallinie entlang mehrerer Alternativrouten durch die, und entlang der Brustorgane, nach kranial fort und endet an der Unterseite des Neuro- und Viszerokraniums. (Myers, 2015)

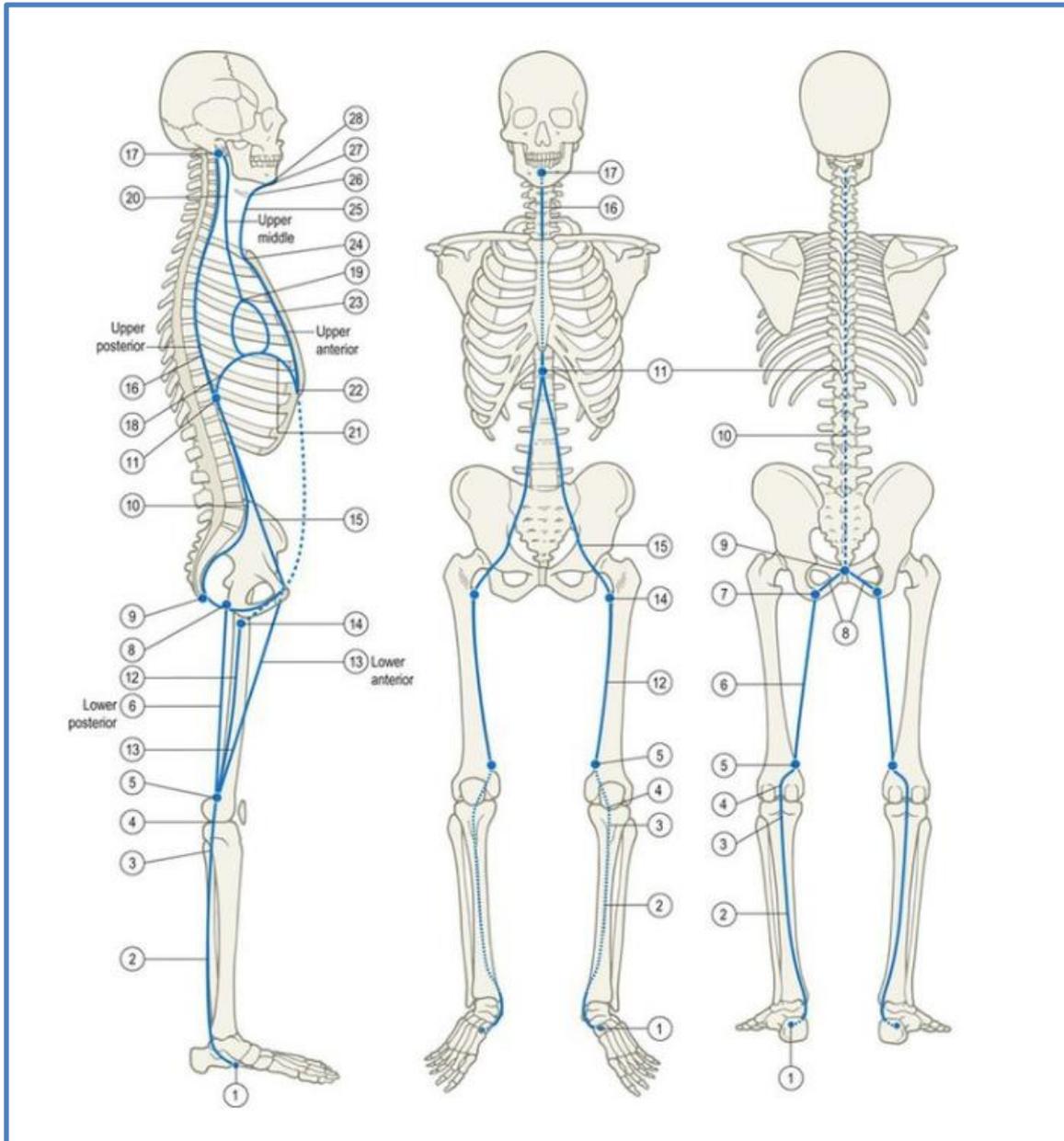


Abbildung 29: Tiefe Frontallinie: myofasziale „Gleise“ und knöchernerne „Bahnhöfe“ (Myers, 2015)

Zu den häufigen, mit der tiefen Frontallinie assoziierten posturalen Kompensationsmuster gehören (Myers, 2015):

- chronische Plantarflexion
- Muster mit hohem oder abgeflachtem Fußgewölbe
- Pronation und Supination
- Genu valgum und Genu varum
- anteriore Beckenkipfung

- Beckenbodeninsuffizienz
- Fehlausrichtung der Lendenwirbel
- eingeschränkte Atembewegungen
- flektierte oder hyperextendierte Halswirbelsäule
- Costen-Syndrom
- Schluck- und Sprechprobleme
- generelle Ptose des Körperkerns

5.4.1 Fuß und Unterschenkel

Die tiefe Frontallinie beginnt tief in der Fußsohle mit den distalen Ansätzen der drei Muskeln, die das tiefe hintere Unterschenkelkompartiment ausmachen:

- M. tibialis posterior
- M. flexor hallucis longus
- M. flexor digitorum longus

Der M. tibialis posterior hat an nahezu allen Fußwurzelknochen – mit Ausnahme des Talus – zahlreiche sehnige Ansatzstellen; und er besitzt Ansatzstellen an der Basis der mittleren drei Metatarsalia. Seine Sehne ähnelt einer Hand mit vielen Fingern, die unter den Fuß greifen, um die Fußgewölbe zu unterstützen und die Fußwurzel zusammenzuhalten. Sie kontrahiert während der Abstoßphase beim Gehen um das mediale Fußgewölbe zu unterstützen. (Myers, 2015)

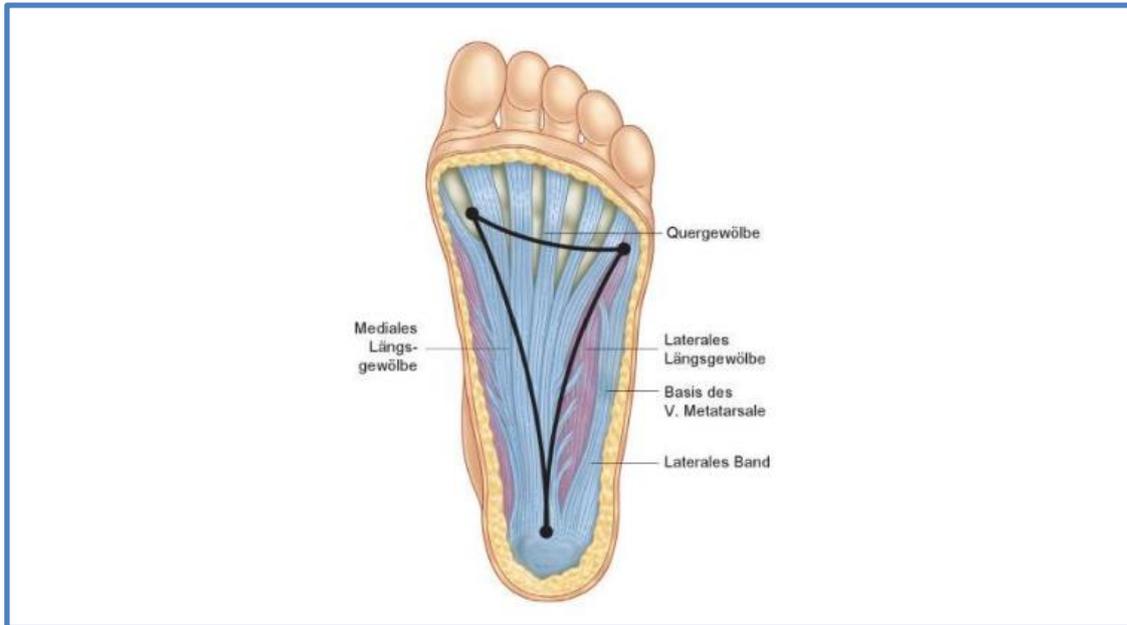


Abbildung 30: die Plantaraponeurose bildet ein „Trampolin“ unter dem Fußgewölbe – eine federnde Membran, die zwischen den Kontaktpunkten aufgespannt ist (Myers, 2015)

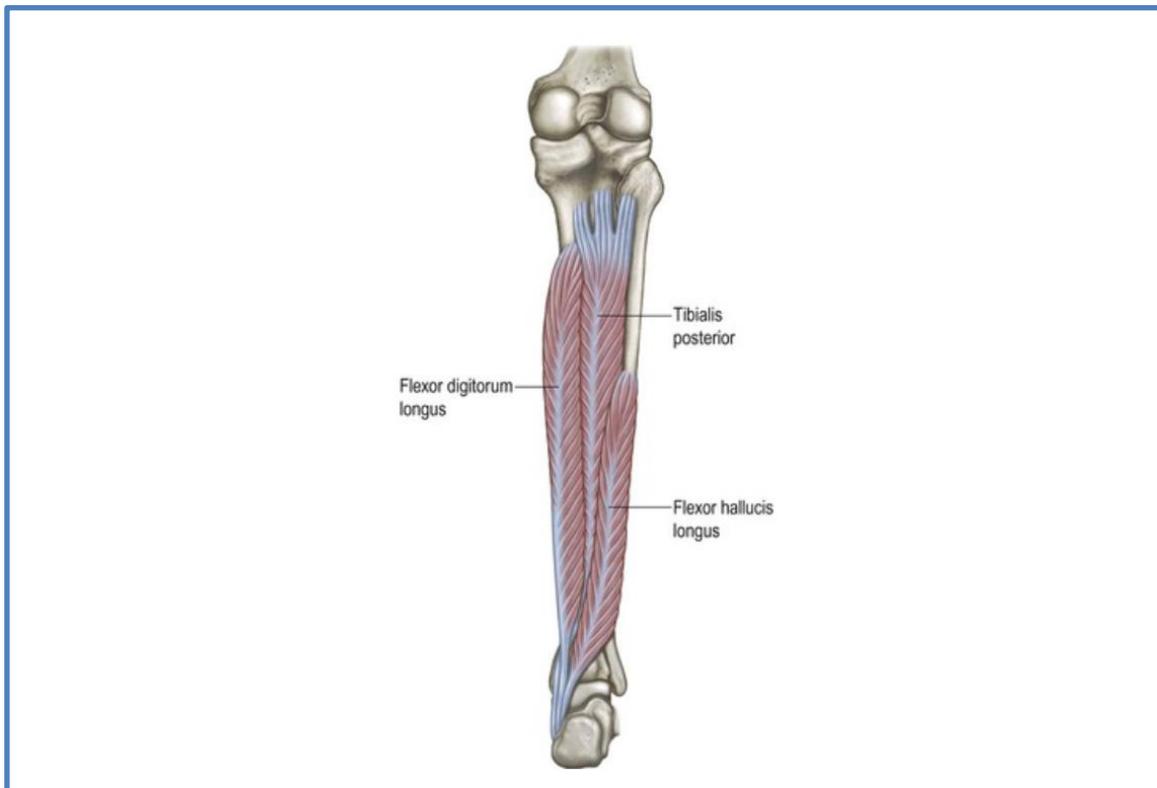


Abbildung 31: Tiefe Frontallinie im Unterschenkel (Myers, 2015)

Die tiefe Frontallinie verläuft weiter über die Rückseite des Knies und besteht aus dem M. popliteus und der Faszie auf der Rückseite der Kniekapsel. (Myers, 2015)

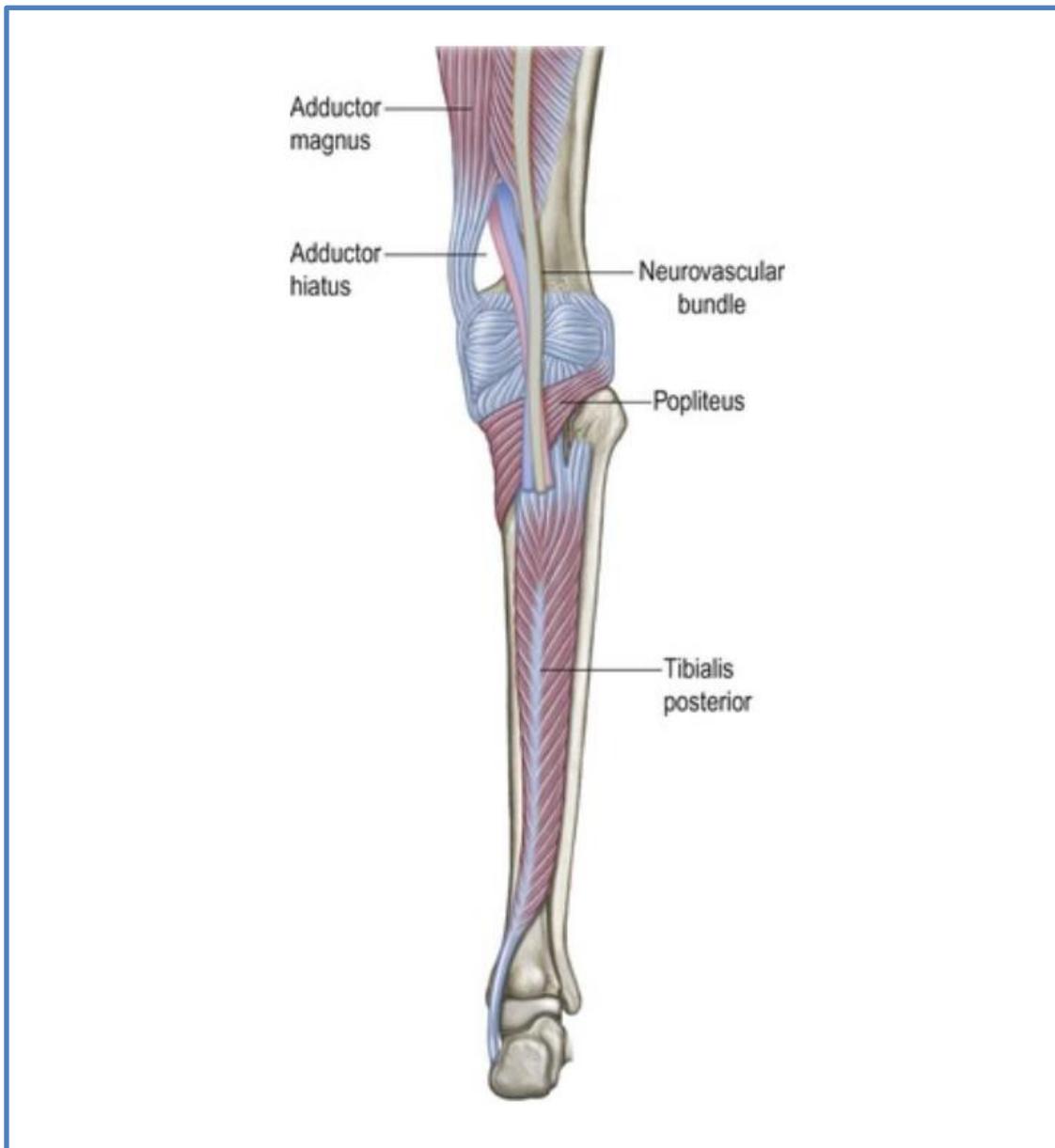


Abbildung 32: Tiefe Frontallinie Übergang Unterschenkel zu Oberschenkel (Myers, 2015)

5.4.2 Oberschenkel

Vom posterioren Muskelseptum und dem M. adductor magnus aus verläuft eine starke faszielle Verbindung auf der Innenseite des Tuber ischiadicum entlang zur Faszie des M. obturatorius internus. (Myers, 2015)

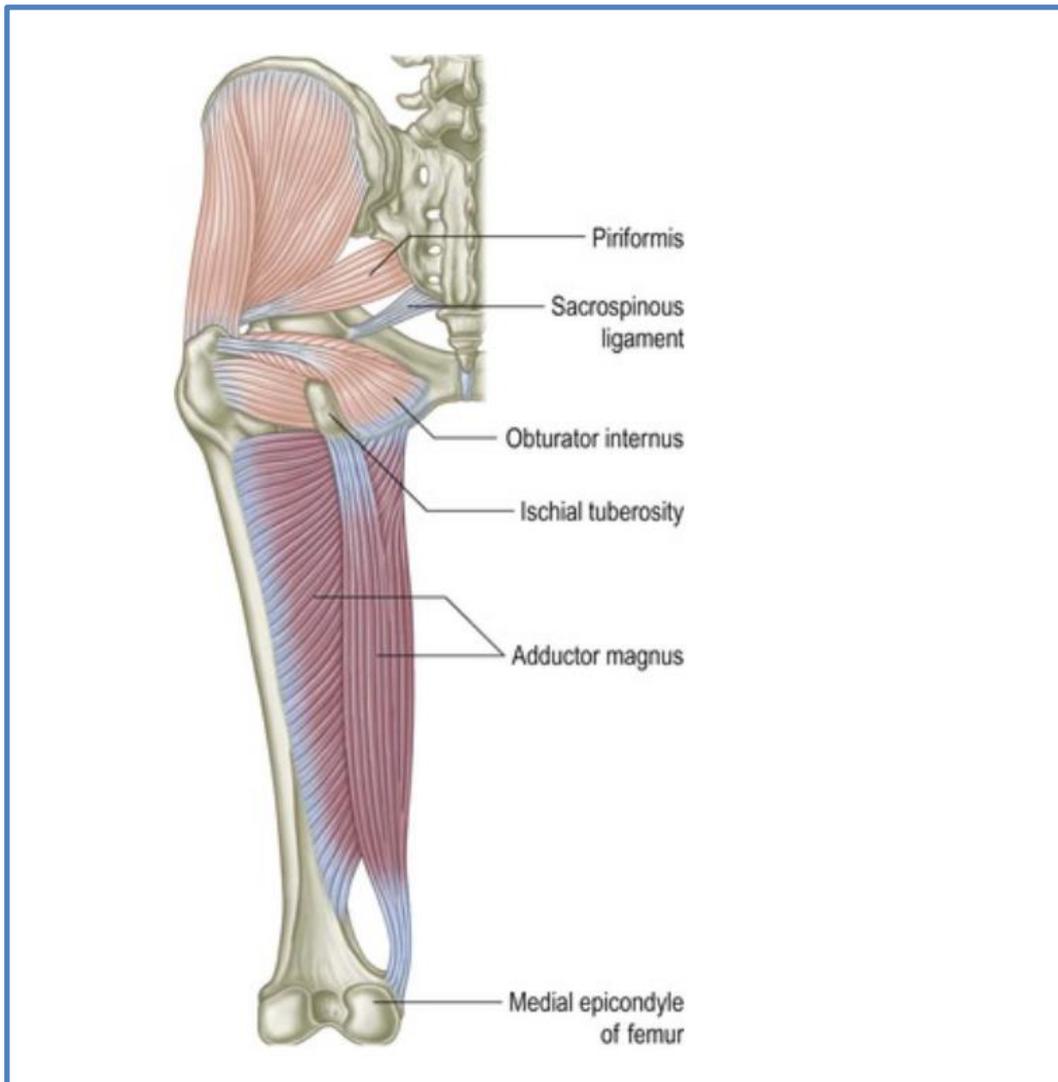


Abbildung 33: Tiefe Frontallinie Übergang Unterschenkel zu Oberschenkel (Myers, 2015)

Von dort erhält er Anschluss an den Beckenboden (M. levator ani). Diese Verbindung stellt eine wichtige Stabilisierungslinie dar, die vom Rumpf die innere Rückseite des Beins hinabzieht. (Myers, 2015)

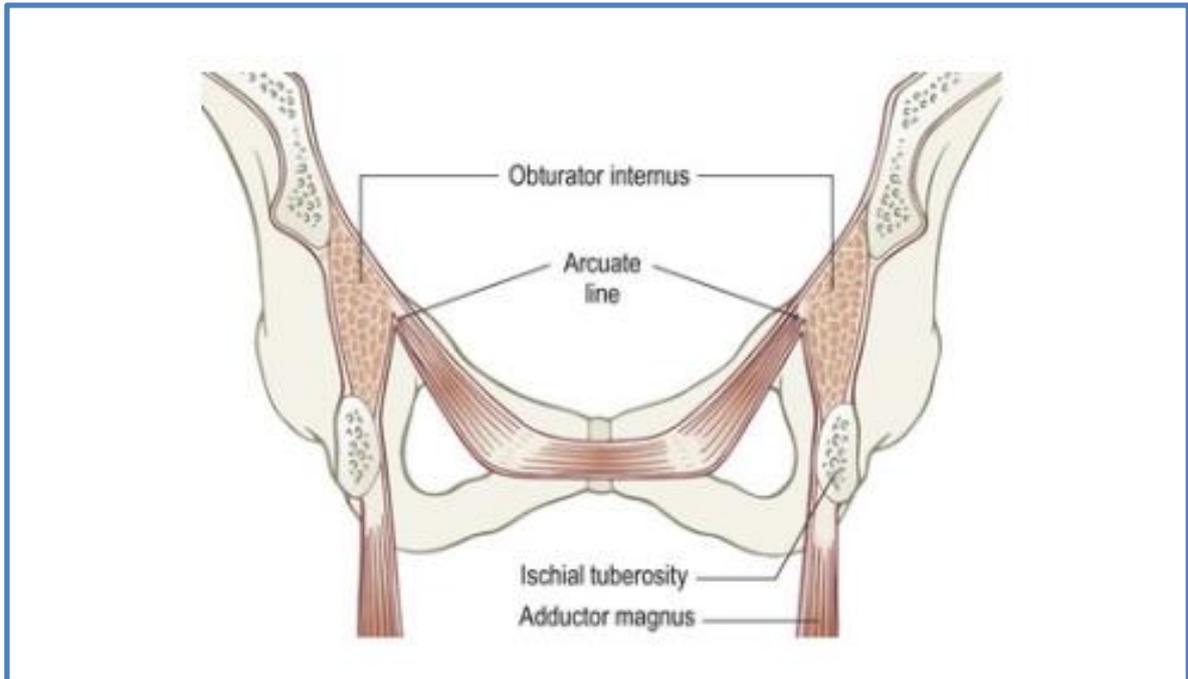


Abbildung 34: Verbindung Adduktor Magnus über den M. obturatorius internus mit dem M. levator ani (Myers, 2015)

Obwohl in dieser Abbildung die Faszie entfernt wurde, besteht eine Verbindung vom M. adductor magnus (und dem posterioren Muskelseptum dahinter) über das Tuber ischiadicum und die untere Faszie des M. obturatorius internus zu der Stelle der Linea arcuata (horizontale Linie), an der sich der M. levator ani mit der lateralen Wand des kleinen Beckens verbindet. (Myers, 2015)



Abbildung 35: Sektionspräparat Verbindung vom M. adductor magnus zum M. levator ani (Myers, 2015)

Die fast wichtigere Linie verläuft innerhalb des Oberschenkels. Das anteriore Septum des Oberschenkels bildet eine komplexe Kurve, vergleichbar mit einem Segel, das einen schwungvollen Bogen von der Linea aspera hinaus zum M. sartorius beschreibt. Die innere Segelkante folgt der Linea aspera des Mastes (Femurs) bis hinauf zum Trochanter minor. Von hier aus geht die tiefe Frontallinie über den M. psoas major und seine Faszie nach kranial weiter und heftet sich am Querfortsatz des ersten Lendenwirbels und häufig des zwölften Brustwirbels an. Das anteriore Muskelseptum öffnet sich in der Leiste zum Schenkeldreieck, sozusagen das Bein-Äquivalent zur Achselhöhle. Psoas, Iliacus und Pectineus bilden einen Fächer, der für eine gesunde Haltung und genügend

Bewegungsfreiheit unerlässlich ist und deshalb über eine ausreichende Länge und ausgeglichenen Tonus verfügen muss. (Myers, 2015)

5.4.3 Thorakolumbaler Übergang

Das obere Ende des M. psoas maj. verschmilzt mit dem Zwerchfell. Diese Verbindung ist ein kritischer Bereich hinsichtlich der Stabilität und der Funktion des menschlichen Körpers. Sie liegt hinter den Nieren, den Nebennieren und dem Plexus Solaris und vor dem wichtigen Wirbelgelenk des thorakolumbalen Übergangs (Th12-L1). Er verbindet „oben“ und „unten“, Atmung und Gehen, Assimilation und Elimination. Abgesehen davon ist er, über den Solarplexus, ein Zentrum der Bauchgefühle. (Myers, 2015)

Eine weitere bedeutende Linie ergibt sich wenn man, anstatt nach rechts und links zu den beiden Psoaskomplexen zu gehen, dem Lig. longitudinale anterius nach kaudal folgt. Man gelangt dabei in kaudaler Richtung über die Lendenwirbel zur Fascia sacralis und zur Vorderseite des Steißbeins. Von dort verläuft eine Faszie über den M. pubococcygeus, die nach vorne zur posterioren superioren Oberfläche des Tuberculum pubicum und der Symphyse zieht. Da der M. rectus abdominis an dieser Stelle – aus faszialer Sicht – der am tiefsten gelegene Teil der Bauchwand ist, zieht die Faszie vom Beckenboden aus nach kranial über das posteriore Blatt der Rectus-Faszie, sodass ein myofaszialer „Schwanz“ bis hinauf zu den Rippen reicht. (Myers, 2015)

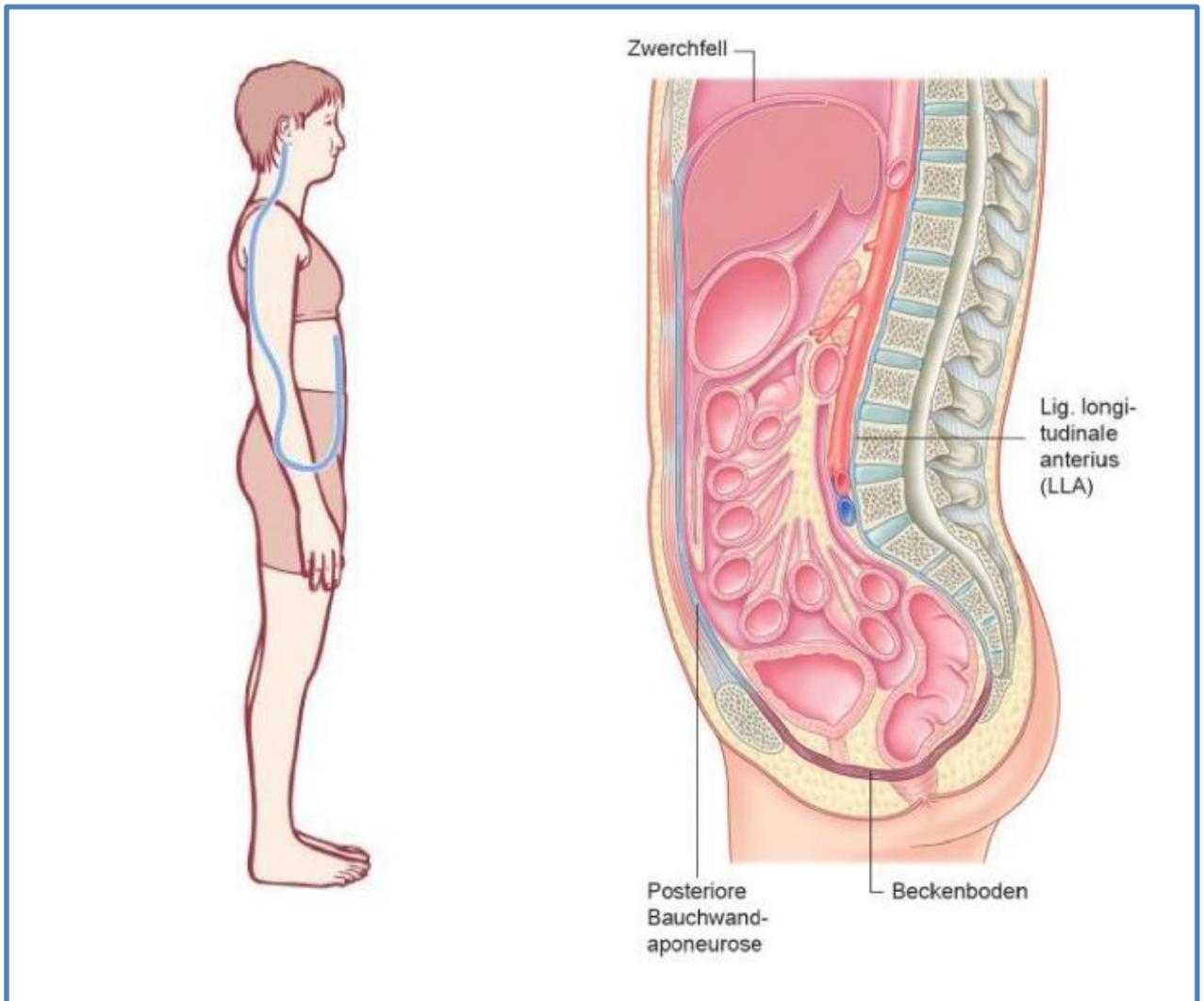


Abbildung 36: myofaszialer „Schwanz“ an der Wirbelsäule (Myers, 2015)

5.4.4 Der Beckenboden

Laut (Myers, 2015) und (Stecco, 2016) besteht der Beckenboden aus einer komplexen Gruppe von Strukturen. Sie beschreiben ihn als muskulären Trichter, der von faszialen Platten und Ligamenten der Viszera umgeben ist. Der Beckenboden stellt die Basis des Rumpfteils mit vielfältigen Verbindungen rings um die Bauch- und Beckenhöhle dar. Von den Coccygeus- und Iliococcygeus-Anteilen des M. levator ani zum Steißbein besteht eine Verbindung von der Faszie auf der Vorderseite des Sakrums nach oben. Diese Faszie geht über in das Lig. longitudinale anterius, welches auf der Vorderseite der Wirbelkörper hinaufzieht und sich dort, wo der M. psoas mit den Zwerchfellschenkeln zusammentrifft,

wieder mit dem unteren anterioren Gleisabschnitt verbindet. Die komplexen Gruppen von Verbindungen in diesem Bereich lassen sich kaum linear darstellen.

Der Beckenboden (in Form des zentralen M. pubococcygeus) weist, wie oben erwähnt, eine Verbindung auch mit der von oben herabkommenden posterioren Schicht des M. rectus abdominis auf. (Myers, 2015)

5.4.5 Der obere Abschnitt

Das Diaphragma bietet die Möglichkeit auf drei verschiedenen Linien durch die Brusthöhle nach kranial fortzufahren. (Myers, 2015)

5.4.5.1 Posteriorer Abschnitt

Die myofasziale Verbindung verläuft vom Lig. longitudinale anterius entlang der ganzen Vorderseite der Wirbelsäule bis zum Okziput, einschließlich den beiden Muskeln, die daran ansetzen (M. longus capitis und M. longus colli), sowie den kleinen M. rectus capitis anterior. Die Mm. scaleni spielen dabei eine bedeutende Rolle hinsichtlich der Stabilisierung von Nacken und Kopf. (Myers, 2015)

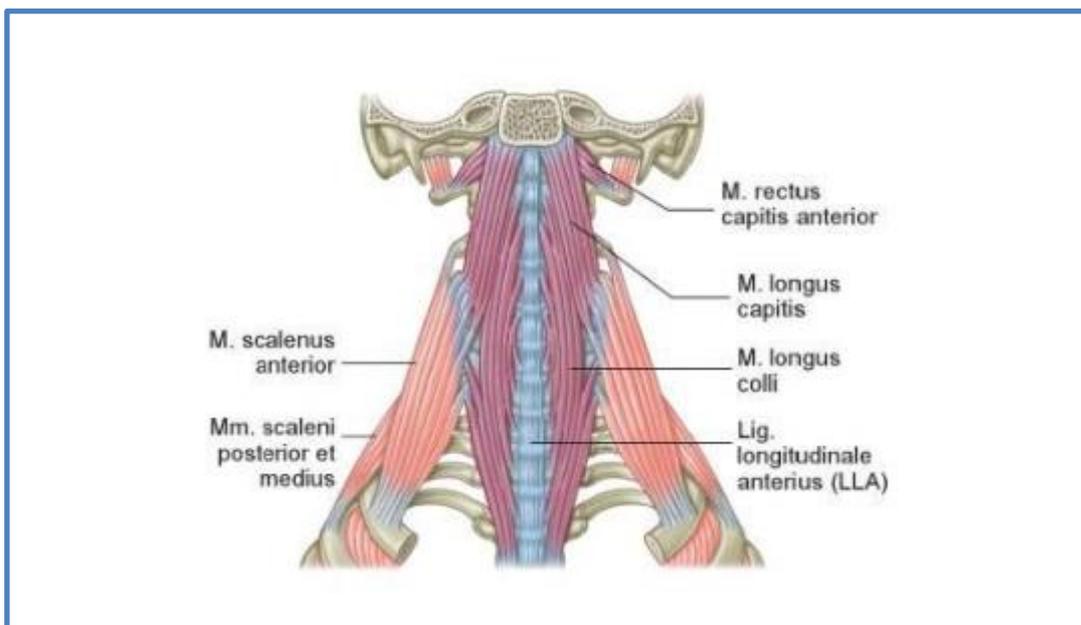


Abbildung 37: oberer posteriorer Abschnitt (Myers, 2015)

5.4.5.2 mittlerer Abschnitt

In diesem Abschnitt ergibt sich eine myofasziale Verbindung, wenn man den Fasern des Zwerchfells den halben Weg bis zum Centrum tendineum, der Zentralsehne des Zwerchfells, die zwischen den beiden höchsten Punkten der beiden Zwerchfellkuppeln aufgespannt ist, folgt. Die Zentralsehne ist mit dem Perikard (umgibt das Herz) und den begleitenden Geweben des Mediastinums verbunden, einschließlich der Pleura parietalis der Lunge sowie der Gewebe um den Ösophagus und das Lungengefäßsystem herum. Diese Gewebe ziehen, wie das Zwerchfell selbst, nach posterior zurück und verbinden sich mit dem Lig. longitudinale anterius auf der anterioren Seite der Brustwirbel. Die mittleren Gewebe bilden eine viszerale Zuglinie. Wenn diese Faszie, die schlauchförmig alle Strukturen im Brustkorb umgibt, an der oberen Thoraxapertur hervortritt, teilt sie sich in eine rechte und eine linke Faszie auf und folgt beidseits den Gefäß-Nerven-Straßen zur tiefen frontalen Armlinie. Die tiefe frontale Armlinie entspricht somit der tiefen Frontallinie in den Armen, sodass über die Achselhöhle eine Verbindung zu diesen Geweben besteht. (Myers, 2015)

Der Hauptteil jedoch zieht mit dem Ösophagus zur Rückseite der Kehle mit den Pharynxkonstriktoren, die von der medianen Raphe gehalten werden, die wiederum am Tuberculum pharyngeum aufgehängt ist. Dieser Abschnitt verbindet sich ebenfalls mit dem Okziput und ist an dieser Stelle vom posterioren Gleisabschnitt mit dem Lig. longitudinale anterius verbunden. (Myers, 2015)

5.4.5.3 Anteriore myofasziale Verbindung

Diese Verbindung folgt der Krümmung des Zwerchfells bis zur vorderen Ansatzstelle am unteren Ende des Sternums. Diese Faszie setzt sich in der Faszie auf der Rückseite des Sternums fort. Sie schließt den gezackten Fächer des M. transversus thoracis und die gesamte Fläche der Fascia endothoracica vor den inneren Organen, aber hinter den Rippenknorpeln, mit ein. Sie kommt hinter dem Manubrium sterni aus dem Brustkorb hervor und zieht hinauf zum in der Muskulatur aufgehängten Zungenbein (Hyoid) selbst. (Myers, 2015)

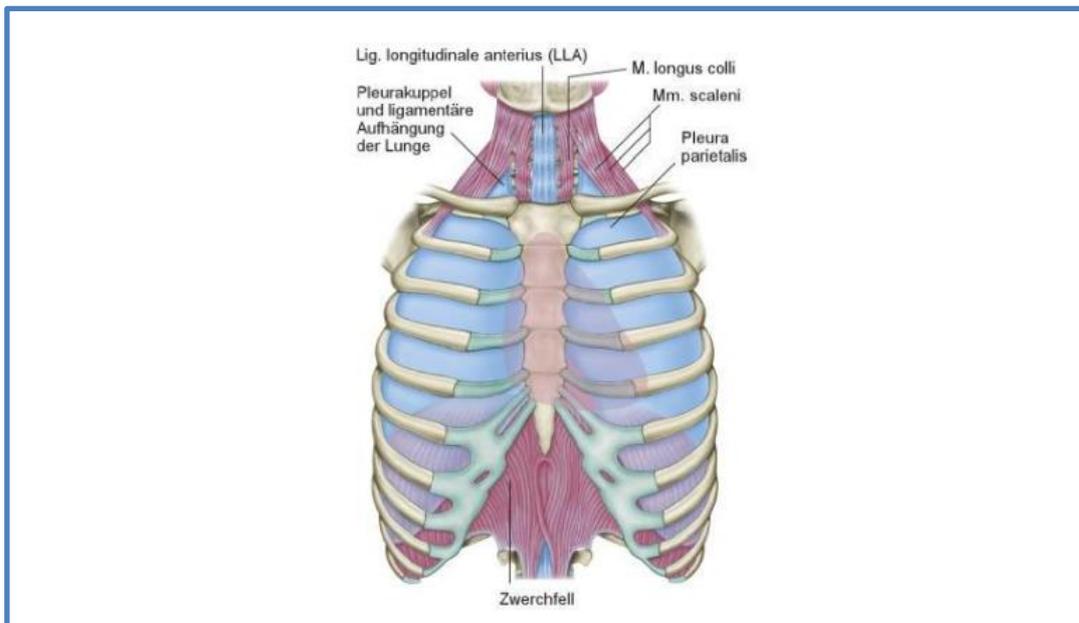


Abbildung 38: das zwischen Herz und Lunge befindliche Mediastinum, verbindet das Zwerchfell mit der Thoraxaperatur (Myers, 2015)

5.5 Oberflächliche myofaszialen Verbindungen

Dazu gehören alle Muskeln, die entweder nicht unmittelbar an der Wirbelsäule ansetzen oder die die Extremitäten mit der Wirbelsäule verbinden. Myofasziale Verbindungen werden auch von den oberflächlichen Muskeln gebildet. Damit diese optimal funktionieren und Bewegung ermöglicht wird, muss der Rumpf durch die tiefe Frontallinie stabilisiert werden. Aus der Literatur geht hervor, dass sich die tiefe Muskulatur bereits Sekundenbruchteile vor der Muskulatur in den Gliedmaßen kontrahiert, um Bewegungen der Gliedmaßen zu ermöglichen. Daraus ergibt sich, dass die tiefe Muskulatur den Rumpf stabilisiert, um der äußeren Muskulatur einen stabilen Halt zu geben.

Entscheidend dabei ist die Faserrichtung der Muskulatur und die Kollagenfasern im Bindegewebe. Die Faserlinien können als Anpassung des Gewebes an Belastungen interpretiert werden. Sie verlaufen diagonal und längs sowohl auf der Vorder- als auch auf der Rückseite des Körpers und lassen sich auf Bewegungsmuster zurückführen. Beschrieben werden schräge oder diagonale bzw. gerade Muskelketten. Symmetrische Bewegungen wie Beugen und Springen

entstehen aus den geraden Ketten, während Gehen und Laufen offensichtlich Bewegungen aus dem diagonalen Muster sind. Bei vielen Aktivitäten sind in den oberen und unteren Extremitäten unterschiedliche Muster zu erkennen, wie z.B. beim Aufheben eines Gegenstands vom Boden.

Defizite in der Eigenwahrnehmung sowie funktionelle oder strukturelle Störungen des myofaszialen Gewebes beeinflussen die motorischen Eigenschaften negativ. Entscheidend dabei ist, dass Bewegungen das Ergebnis myofaszialer Ketten sind. Jede Dysfunktion eines einzelnen Glieds dieser Ketten wirkt sich auf das Bewegungsmuster als Ganzes aus. Ein Muskel benötigt stabilen Halt um eine Bewegung ausführen zu können. Im Hinblick auf Bewegungsmuster in den verschiedenen Sportarten lässt sich erkennen, dass der Ausgangspunkt aller Bewegungen der Rumpf ist. Dies scheint die Erklärung dafür zu sein, weshalb einer Bewegung der Gliedmaßen eine Kontraktion der Rumpfstabilisatoren vorausgeht. Ein stabiler Rumpf ermöglicht den Muskeln der unteren Extremitäten den Körper nach vorn zu bewegen und dabei gleichzeitig mit beiden Armen zu schwingen. Dysfunktionen der lokalen Rumpfstabilisatoren wirken sich daher negativ auf die oberflächliche Muskulatur aus. In allen dynamischen Bewegungen ist zu beobachten, dass bevor eine Muskelgruppe aktiviert wird, sie in eine leicht gedehnte Position gebracht wird. Sie erhalten die Atemfunktion sowie Blasen- und Darmkontinenz aufrecht. Bei allen Aktivitäten muss nämlich auch die volle Leistung der Schließmuskeln sichergestellt werden. Eine erhöhte Spannung im Bauchraum führt zum Anstieg des Muskeltonus in den Schließmuskeln des Beckenbodens. Der Körper muss in eine Position gebracht werden, in der sich die Muskeln, die die Bewegung ausführen, in einem optimalen Zustand befinden. Dies wiederum wird vom zentralen Nervensystem gesteuert. (Schleip and Baker, 2016)

6 Physiologie und Biochemie

Bei regelmäßiger Bewegung bzw. im Sport, innerhalb gesunder Belastungsgrenzen, bildet sich in der Myofaszie eine regelmäßige Spiralgitterstruktur aus. Ohne regelmäßige Belastung liegt ein unregelmäßig-filzartiger Aufbau vor. (Schleip and Baker, 2016)

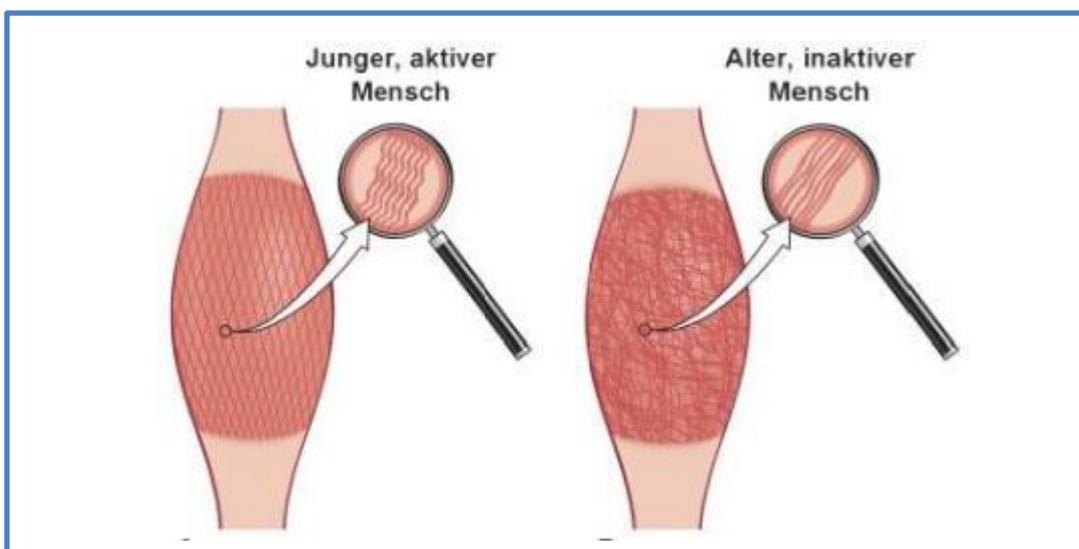


Abbildung 39: Spiralgitterstruktur versus filzartiger Struktur mit zufälliger Anordnung der Fasern (Myers, 2015)

Bei mangelnder Belastung der Faszie reduziert sich die molekulare Wellung in der Faszie, die das Messinstrument darstellt, an dem die Golgi-Sehnenorgane die Gewebebelastung ablesen. Wenn sich die Wellung durch Inaktivität vermindert, wird die Lastwahrnehmung ungenauer. Wenn ein körperlich wenig aktiver Mensch wieder anfängt sich zu bewegen, muss er nicht nur seine Muskulatur aufbauen, sondern auch seine Faszie, und zwar sowohl deren Spiralgitterstruktur als auch die verloren gegangene Faserwellung. (Schleip and Baker, 2016)

Beide Vorgänge benötigen mehr Zeit als der Aufbau von Muskelgewebe, da der Kollagen-Turnover in der gering vaskularisierten Faszie weitaus langsamer von statten geht als der Protein-Turnover in der gut versorgten Muskulatur. Da die

Muskulatur schneller an Kraft zunimmt als die zu stützende Faszie, ist die Verletzungsgefahr zu Beginn jedes Trainingsprogramms höher. (Myers, 2015)

Das Training isolierter Muskelgruppen baut die angesprochenen Muskeln gut auf, nicht aber das Faszienewebe, das für eine gesunde Körperfunktion notwendig ist. Die Faszie hat sowohl viskoelastische als auch elastische Eigenschaften. Eine typische Nutzung der Faszienelastizität ist der Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus, bei dem die Faszie (und die Muskulatur) durch eine vorbereitende Gegenbewegung sozusagen vorgespannt wird. (Myers, 2015)

Die Art der Bewegung ist daher entscheidend für den Umbau des entsprechenden Gewebes. Bei anstrengenden Workouts werden die Fibroblasten aufgestört und beginnen daraufhin, altes Kollagen aufzulösen und gleichzeitig neue Fasern aufzubauen. Daraus ergibt sich nach 24 Stunden ein Nettoabbau, nach 72 Stunden jedoch eine Nettozunahme. Ein Kollagennettosynthese stellt sich erst nach etwa 48 Stunden ein. Intensives tägliches Training bringt daher eher eine Schwächung der Kollagenstruktur mit sich. Um Kollagen zu erneuern sollte daher nur zwei- bis dreimal pro Woche trainiert werden. (Schleip and Baker, 2016)

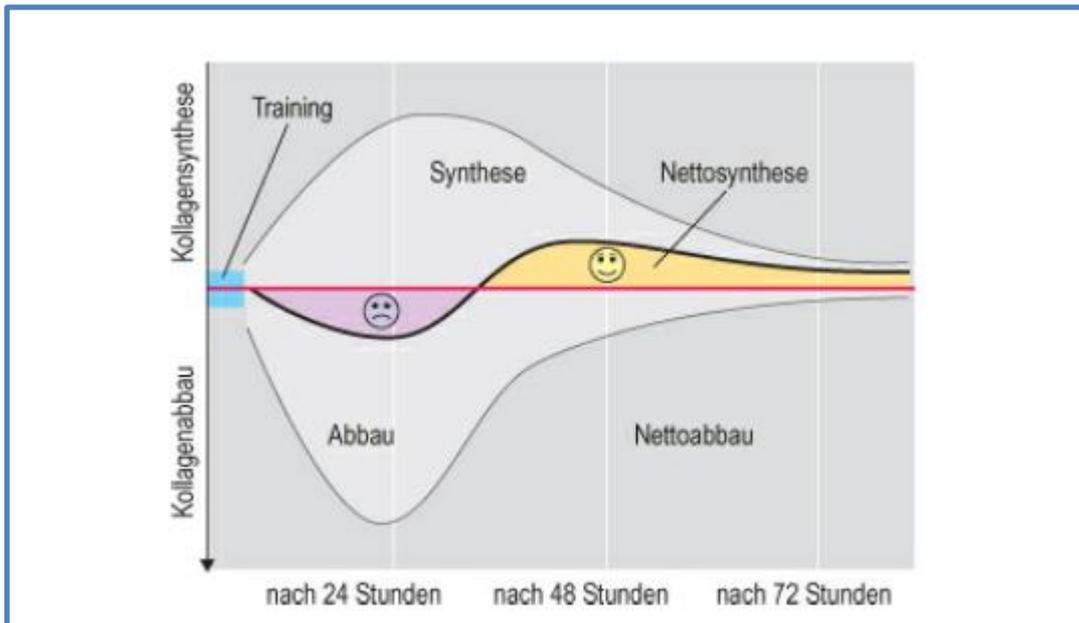


Abbildung 40: Kollagen-Turnover nach dem Training (Schleip and Baker, 2016)

Faszien tragen entscheidend zur Stabilität und Beweglichkeit bei, da sie sich spontan an Belastung und Dehnung anpassen. Der Anpassungsprozess beruht hauptsächlich auf Stimulus und Antwort. Somit spielen Faszien eine Schlüsselrolle in der Dynamik des Bewegungsapparats. (Schleip and Baker, 2016)

6.1 Mechanotransduktion

Der Vorgang der Umwandlung eines Reizes einer mechanischen Belastung in eine Reaktion auf Zellebenen wird als Mechanotransduktion bezeichnet. (Schleip and Baker, 2016) (Myers, 2015)

Die mechanische Belastung von Bindegewebe ist ein komplexer, mehrstufiger Vorgang, in dessen Verlauf die mechanische Belastung des Gewebes in chemische Signale umgewandelt wird. Das Gewebe kann dabei dichter werden, mehr Volumen aufbauen oder die Anordnung der Fibrillen oder anderer Elemente verändern. Dies wiederum trägt zu den mechanischen Eigenschaften des Matrixgewebes bei. Mechanische Belastung führt zudem zu einer lokalen Hochregulierung von Wachstumsfaktoren wie IGF-1 und TGF- β . Diese werden durch die Fibroblasten des Bindegewebes freigesetzt. Die Hochregulierung dieser

Faktoren kann mit einer Hochregulierung der Kollagen-Proteinsynthese durch verstärktes Training zusammenhängen. (Schleip and Baker, 2016)

Die strukturelle Veränderung ist das Ergebnis dieses Umwandlungsvorgangs, welcher durch Bewegung oder Dehnung stattfindet. Maßgeblich ist die manuelle Kompressionslast. Durch Training können somit spezifische biologische Veränderungen erreicht werden. (Schleip and Baker, 2016)

Zum Faszienetz gehören nicht nur Sehnen und Bänder (lokal begrenzte, regelmäßige parallelfaserige Bindegewebsstruktur), sondern auch flächige Gewebe wie Septen, Muskelhüllen, Gelenk – und Organkapseln. Dazu gehört das weichere kollagene areoläre Bindegewebe der oberflächlichen Faszien und die intramuskulären Schichten. Die einzelnen Gewebearten bestehen aus unterschiedlichen Zelltypen, die wiederum ihre eigene Zusammensetzung und Struktur haben. Entscheidend für die mechanische Verbindung des Bindegewebenetzwerks ist die Anordnung in einer amorphen Matrix aus hydrierten Proteoglykanen. (Schleip and Baker, 2016)

Ein Muskel kann somit nicht als isolierte Einheit betrachtet werden, da er mechanisch mit Nachbarstrukturen verbunden ist. Wesentlich für die Mechanotransduktion sind areoläre Fibroblasten, die über gap junctions untereinander kommunizieren. Sie reagieren über das Cytoskelett auf Gewebedehnungen und Formveränderungen. Über die myofasziale Kraftübertragung wirkt sich dies auf das Kraft-Länge-Verhältnis des Muskels aus. Durch intra-, inter- und extramuskuläre Kraftübertragung kann es innerhalb der Muskelfasern zu einer Veränderung der Verteilung der Länge von Sarkomeren kommen. (Schleip and Baker, 2016)

Für eine kontrollierte Bewegung des Skeletts müssen Kräfte auf das Knochengerüst ausgeübt werden. Die Kraft wird durch die Muskelfasern über die Sehnen weitergeleitet. Diese sind den Muskelfasern nachgeschaltet oder verlaufen parallel zu ihnen. In einem komplexen Faserbündel wird diese

fortlaufende Bindegewebsmatrix und die angrenzenden Muskelfasern koordiniert. (Schleip and Baker, 2016)

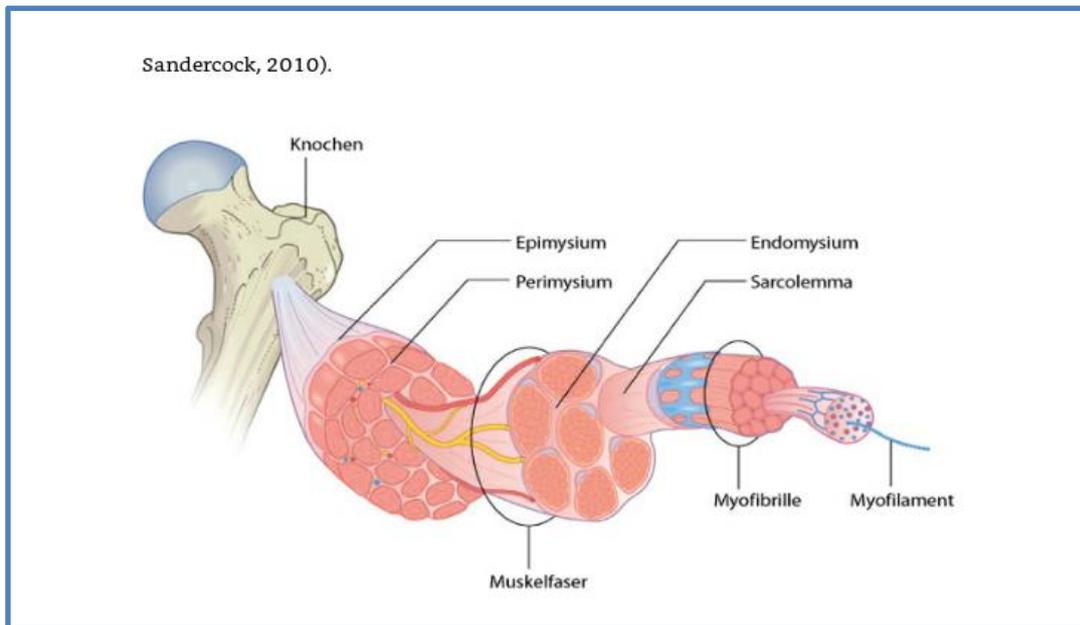


Abbildung 41: zusammenhängende anatomische Strukturen der Kraftübertragung (Schleip and Baker, 2016)

Das Epimysium umhüllt jeden Muskel und geht in die Sehnen über. An der Muskeloberfläche geht es direkt in das Perimysium über, wodurch sie mechanisch miteinander verbunden sind. Das Perimysium ist ein durchgehendes Bindegewebsnetzwerk, das von Sehne zu Sehne über die gesamte Länge des Muskels verläuft. Es teilt den Muskel in einzelne Faszikel, wobei der Muskel-Sehnen-Übergang durch die gefalteten, ineinandergreifenden Enden gebildet wird. Das Endomysium ist ein durchgehendes Netzwerk innerhalb der einzelnen Muskelfaserbündel. Es trennt die einzelnen Muskelfasern voneinander, schafft gleichzeitig aber auch eine Verbindung. Da es unter der selben Spannung wie die Muskelfasern steht, erfolgt die Kraftübertragung allein über die Verbindung quer zum Verlauf. Dieser Transduktionspfad von einer Zelle zu ihren Nachbarn ist äußerst effizient. Diese Form der lateralen Lastverteilung im Endomysium erklärt, wie Muskeln wachsen und Sarkomere hinzufügen oder beschädigte reparieren, ohne Verlust der Kontraktionsfähigkeit. (Schleip and Baker, 2016)

6.2 Interaktionen mit Bindegewebe und Beckengürtel

Über das zentrale Nervensystem wird ständig die innere und äußere Umgebung interpretiert und der aktuelle und unmittelbar bevorstehende Zustand von Stabilität und Bewegung interpretiert. Vorhersagbare Aufgaben werden geplant und unvorhersehbare Belastungen und Anforderungen müssen einkalkuliert werden. (Schleip and Baker, 2016)

Die neuromotorische Kontrolle der Faszienspannung hängt von der passiven und aktiven Anspannung der Muskeln ab:

- mit direkten Ansatzpunkten des M. transversus abdominis
- von in den Faszien gehüllten Muskeln wie M. erector spinae und Mm. multifidii (Masi *et al.*, 2010)

Die vom Zentralnervensystem unabhängige und daher passive Ruhespannung im Muskel-Faszien-System sorgt für Haltungsstabilität. Die Kontrolle zwischen den Segmenten erhöht sich durch das Laplace'sche Gesetz der Ringspannung, in dem der Radius des Bauchraums und der erhöhte Druck im Bauchraum eine Rolle spielen. Damit der Druck im Bauchraum ausreichend zur Stabilität beitragen kann, muss der Beckenboden funktionstüchtig sein. Die Beziehung von Atmung und Kontinenz ist nicht nur für die dynamische Bewegungskontrolle wichtig, sondern auch für den Erhalt der Körperstatik. Der M. transversus abdominis erschlafft nie ganz und steht für Vorwegnahme und Präaktivierung z.B. bei peripheren unilateralen Armhebe- oder Beinbewegungen, in Wechselwirkung mit dem Faszien-System. (Schleip and Baker, 2016)

7 Denkbare funktionelle Trainingsmethoden im Vergleich zu Herkömmlichen

Bei der Behandlung von Patienten mit Beckenbodenproblemen, muss man sich mit der Gesamtheit des Beckenbodens und seiner Organe beschäftigen. (Goeschen and Petros, 2009b)

Das Faszienkontinuitätskonzept ergänzt die "integrale Theorie", wonach ein Spannungsgleichgewicht im Beckenboden der Schlüssel zur normalen Funktion der Beckenorgane ist. Um das Gleichgewicht in dysfunktionalen Zuständen wiederherzustellen, in denen es kein organisches Problem gibt, ist es notwendig, fasziale Verdichtungen oder Einschränkungen freizusetzen und so das perfekte Gleichgewicht der Kräfte wiederherzustellen. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass das Faszien-system in die Muskelkoordination involviert ist, damit die richtige Ansteuerung und Aktivierung der Beckenmuskulatur gewährleistet wird. (Pasini *et al.*, 2016)

7.1 Irrtümer im etablierten Beckenbodentraining

Die Integraltheorie verdeutlicht die, für die Kontinenz entscheidenden Muskeln inklusive deren Zugrichtung. Dennoch fokussieren herkömmliche Therapiekonzepte nach wie vor ein Training der Sphinkter, das Hochziehen von Vagina und Analkanal bzw. das Zuschnüren der Harnröhre.

So beschreiben z.B. Büthe and Schwenger-Fink (2020) in der überarbeiteten Ausgabe von „Evidenzbasierte Wochenbettpflege“ folgende Übungen:

- **„Wringen“:** Ausatmend Harnröhre und Scheide mit Verschluss-Muskulatur kurz und ruckartig anspannen (wringen). Beteiligte Muskeln: M. sphincter urethrae internus (Diaphragma urogenitale), M. sphincter urethrae externus (äußere Beckenbodenschicht).
- **Fahrstuhl:** Einatmen, dabei Luft tief in den Bauch fließen lassen. Ausatmen, dabei Po, Scheide, Harnröhre sowie Oberschenkel zusammendrücken und Spannung gedanklich im ersten Stock halten. Dann in den zweiten Stock,

dann in den dritten Stock fahren – und retour.“ Bütthe and Schwenger-Fink (2020)

Dabei betonen Bütthe and Schwenger-Fink (2020) in Kapitel 1: „Im Rahmen dieses Buches wurde nach wissenschaftlichen Belegen für Prozesse, deren Beeinflussbarkeit sowie den dazugehörigen Maßnahmen gesucht. ... evidenzbasierte Gesundheitsinformationen repräsentieren die aktuellen wissenschaftlichen Belege und Ergebnisse und stellen die Inhalte zu Behandlungs- und Gesundheitsentscheidungen dar.“ Bütthe and Schwenger-Fink (2020)

Gödl-Purrer beschreibt, in der überarbeiteten Ausgabe des Physiofachbuch Beckenboden (Carrière and Bø, 2012), Übungsmodelle für eine isolierte Wahrnehmung und Aktivierung unterschiedlicher Beckenbodenanteile. Explizit angeleitet wird ein Training des M. rhabdosphinkter mit dem Ziel der Druckerhöhung in der Urethra und des M. sphinkter ani externus nach einem Sekundenschema mit Angabe der Intensität und Anzahl der Wiederholungen über den Tag verteilt. (Carrière and Bø, 2012)

In mehrfacher Hinsicht ist diese Art des Trainings nicht zielführend:

- eine isolierte Wahrnehmung und Aktivierung der unterschiedlichen Beckenbodenanteile sind irrelevant, da das Zusammenspiel der Muskelgruppen entscheidend ist
- ein Sphinktertraining um eine Druckerhöhung in der Urethra zu erzeugen entspricht nicht dem Mechanismus einer Kontinenzsicherung
- (Tanzberger, 2003) betonte bereits 2003 die schädigende Wirkung eines Trainings nach Sekundenschema (Tanzberger, 2003)

Tanzberger beschreibt zwar in ihrer Ausgabe auch Sphinkterübungen, betont aber, dass es sich bei einem Training nach Sekundenschema um einen unphysiologischen Eingriff in ein komplexes System handeln würde. Statt einer Verbesserung der Kontinenz würde die Drang- und Stresssymptomatik verstärkt

und eine Detrusor-Sphinkter-Dyskoordination angebahnt werden. „Pauschale Anspannungen der Beckenausgangsmuskulatur in der traditionellen Beckenbodengymnastik enthalten weder systemische Informationen noch funktionelle Anforderungen für spezifische Reaktionen des Beckenboden-Sphinkter-Muskelsystems.“ (Tanzberger and Bainsky (2006)

Etablierte Therapie- und Trainingskonzepte zielen auf ein Training von Analkanal, Vagina oder Harnröhre ab. Irrelevant dabei ist die Art der Visualisierung. „Kleine Kügelchen oder Tröpfchen werden durch die Harnröhre nach innen gehoben bzw. eingesaugt.“ (Carrière *et al.*, 2003, p. 243) Tanzberger beschreibt eine reife Aprikose in der Mitte der Vagina, deren Fruchtsaft aufgesaugt und Kern weggezaubert wird. Heller beschreibt den „Strohalm“ – der Beckenboden „trinkt“ und zieht dabei in der Fantasie an einem Strohhalm – bis das Glas leer getrunken ist. (Heller and Carrière, 2015)

Gödl-Purrer definiert in der Ausgabe des Physiofachbuches ein Training der Schnellkraft bzw. Explosivkraftleistung, sowie die Schulung der Fähigkeit, schnelle Kontraktionen mit variabler Intensität ausführen zu können. (Carrière and Bø, 2012) Die Koordinations- und Kraftleistung wird dabei durch vaginale und anale Palpationstests (PERFECT-Schema von J. Laycock) untersucht, obwohl deren Inter- und Intra-Reliabilität unter 50 % liegt. Das modifizierte Oxford Grading von Laycock und Jerwood gewährleistet laut Bø K und Finckenhagen nur 45 % Übereinstimmung der Testergebnisse. So stellen sie die Reliabilität und Validität dieser digitalen Quantifizierung in Frage. ((Bø and Finckenhagen, 2001)

So fanden Bø K and Finckenhagen nur 45 % Übereinstimmung der Testergebnisse bei Einsatz des modifizierten Oxford Gradings von Laycock and Jerwood (2001) und stellen daher die Reliabilität und Validität dieser digitalen Quantifizierung der Beckenbodenmuskelkraft für wissenschaftliche Arbeiten in Frage. (Bø and Finckenhagen, 2001) (Laycock and Jerwood, 2001)

Tanzberger schreibt, dass sich in Deutschland das Palpieren und Skalieren nach dem Oxford Schema zur Beurteilung der Beckenbodenmuskulatur nicht durchgesetzt hat. „Das Bewegungsergebnis spiegelt nicht die wirkliche Leistungsfähigkeit des vaginalen Muskelsystems wider. Die produzierte isolierte Aktion beim „Finger-Kneif-Test“ ist eine mechanisch hergestellte, sinnentleerte Muskelaktion, die noch dazu in einer psychisch belastenden bzw. einer erlebnisneutralen Situation durchgeführt wird.“ (Tanzberger and Bainsky, 2006, p. 307)

Eine physiologische Grundlage, die „Testing“ rechtfertigt, ist nicht gegeben. Das Testergebnis ist vielmehr Ausdruck unphysiologischer Prüfungsbedingungen. Die dem Test zugrunde liegende Oxford Bewertungsskala stellt die Objektivität der Ergebnisse insofern in Frage, als die Resultate von der subjektiven Bewertung des jeweiligen Testers abhängen. Des Weiteren betont Tanzberger, dass untersuchende Finger in der Vagina keine funktionsspezifischen Reaktionen auslösen und deshalb für systemische Beckenbodenfunktionen nur einen geringen physiologischen Nutzwert hat. „Clinical assessment of muscle stiffness requires a validated and reliable palpation scale if this metric is to be used to diagnose pathology and develop treatment protocols.“ (Davidson *et al.*, 2020)

Dennoch wird auch in neuesten Studien das Oxford Grading zur Beurteilung der Beckenbodenkraft herangezogen. So beschreibt König in ihrer Studie „Pelvic floor muscle activity patterns in women with and without stress urinary incontinence while running“, dass sich die Oxford-Note der SUI-Gruppe nicht von der CON-Gruppe unterschieden hat. Es wird explizit darauf hingewiesen, dass Oxford-Tests durch eine relativ geringe Zuverlässigkeit begrenzt sind. Begründet wurde die Art der Testung mit dem Argument, dass für die Forschungsfrage Informationen über die korrekte PFM-Aktivierung wichtiger waren, als die Aussage über die Kraft.

Ludviksdottir konnte in ihrer Arbeit „Comparison of pelvic floor muscle strength in competition-level athletes and untrained women“ keinen signifikanten

Unterschied im durchschnittlich erzeugten Druck zwischen Athletinnen und untrainierten Frauen darstellen, obwohl mittels eines Myomed 932 Drucksensor der Firma Enraf-Nonius gemessen wurde und dieser im Vorfeld auf Reliabilität getestet wurde. Interessant ist, dass dennoch statistisch signifikant mehr Athletinnen unter Harninkontinenz litten als Untrainierte. Die Ergebnisse des Fragebogens zeigten, dass 61,1% der Gruppe der Athletinnen harninkontinent waren und 12,5% der Untrainierten. (Ludviksdottir *et al.*, 2018a)

In Bezug auf eine Dranginkontinenz empfehlen Gödl-Purrer und Tanzberger unter anderem folgende Aufschub Strategien:

- repetitive Aktivierungen der Sphinktermuskulatur
- „Gespräch mit der Blase“

Solche Aufschub Strategien werden empfohlen, obwohl die Trampolinanalogie nach Petros und Ulmsten den Mechanismus der Dranginkontinenz folgendermaßen beschreibt: „Wenn das Trampolin von den Beckenbodenmuskeln nicht mehr gespannt werden und der Blasenboden nicht ausreichend angehoben werden kann, werden die Dehnungsrezeptoren frühzeitig aktiviert und feuern bereits bei niedrigem Füllungsvolumen, obwohl der Miktionsreflex normal ist. Die Patientin verspürt schon bei geringer Blasenfüllung Harndrang, gegen den sie nicht angehen kann.“ (vgl. Goeschen and Petros (2009a).

Trotz unterschiedlicher Konzepte, werden beinahe ausschließlich die Schwell- und Schließmuskeln trainiert. Petros und Göschl bieten keine Ansätze für ein Training. Am Rande erwähnen sie in ihrer Literatur die „Kneif“-Übung: „Unter »kneifen« versteht man die Bewegung, die erfolgt, wenn ein Patient die Beine kreuzt und die Beckenbodenmuskeln nach oben zieht. Dabei wird die Levatorplatte nach oben gehoben.“ Goeschen and Petros (2009a)

Ein Training, welches den gesamten Körper berücksichtigt, scheint maßgeblich zu sein. (Carrière and Bø, 2012)(Carrière and Bø, 2012)(Carrière and Bø, 2012)(Carrière and Bø, 2012)(Carrière and Bø, 2012)Carrière beschreibt im Physiofachbuch „Beckenboden – Physiotherapie und Training“ das Üben in funktionellen Muskelketten. Darin leitet Gödl-Purrer eine Aktivierung in der gleichsinnig weiterlaufenden Muskelkette, durch eine Extensionsbewegung des Beckens in den Hüftgelenken und Flexionsbewegung in der Lendenwirbelsäule, an. Carrière beschreibt im selben Buch, dass bei flektierter Lendenwirbelsäule der funktionelle Synergismus zwischen dem Zwerchfell, der Bauchmuskulatur und dem Beckenboden verhindert wird und deshalb für die muskuläre Rehabilitation des Beckenbodens im Allgemeinen ungeeignet wäre. (Carrière and Bø, 2012)

Generell werden in der Fachliteratur synergistische Zusammenhänge funktioneller Einheiten nur unzureichend beschrieben.

Eine Studie der Charité Berlin führte zu dem Ergebnis, dass bei Übungen der traditionellen deutschen Beckenbodengymnastik der Blasenhalshals deszendieren würde und nicht immer durch eine willkürliche Beckenbodenkontraktion vor der Übung stabilisiert werden könne. (Baeßler and Junginger, 2017)

Als Präkontraktion wird eine Beckenbodenkontraktion bezeichnet, die vor dem Husten oder sonstiger Belastung mit Erhöhung des intraabdominalen Druckes stattfindet. Präkontraktionen werden in der modernen Beckenbodenrehabilitation und in internationalen Programmen gezielt trainiert. In der traditionellen deutschen Beckenbodengymnastik werden hingegen meist nur unspezifische Übungen durchgeführt, deren Wirkungen auf Beckenboden und Blasenhalshals nicht geklärt sind. Es ist nicht klar, ob eine Ko-aktivierung abdominaler und/oder glutealer Muskulatur und der Beckenbodenmuskulatur zu einer Beckenbodenkontraktion führt, die den Zweck der Elevation der Beckenorgane erfüllt oder zumindest zu Stabilisation führt. Zudem kann diese nur bei gesunden Frauen vorausgesetzt werden. Es gibt keine Daten betreffend der Effektivität zu der

in Deutschland durchgeführten traditionellen Beckenbodengymnastik. Kritisiert wird, dass in Yoga- und Pilatesprogrammen der Beckenboden zunehmend integriert wird, aber nicht ausreichend in Betracht gezogen wird, dass 20 – 43 % der Frauen den Beckenboden nach Aufforderung nicht anspannen können oder sogar pressen. (Baeßler and Junginger, 2017)

Sowohl in Deutschland als auch International werden in der modernen Inkontinenztherapie Präkontraktionen geübt, obwohl nicht klar ist, ob diese den Zweck eines Beckenbodentrainings erfüllen. Zudem zielt diese ausschließlich auf die Willkürmotorik ab und ist deshalb für reflektorische, willkürliche Beckenbodenmuskelkontraktionen irrelevant. Das Kontinenzsicherungssystem setzt einen flexiblen, reaktionsfreudigen Beckenboden voraus. Ein Trainieren der Präkontraktion führt zu einem Hypertonus, was eine Inkontinenz begünstigen kann.

Bernstein bekräftigt, dass Probleme häufig durch einen Hypertonus der Beckenbodenmuskulatur hervorgerufen werden. Patientinnen oder Patienten können selbige nicht entspannen und somit nicht adäquat ansteuern. (Bernstein *et al.*, 1992)

Athletinnen sind häufiger von Inkontinenz betroffen sind als untrainierte Frauen, obwohl sie grundsätzlich mehr über ihre Beckenbodenmuskulatur wissen und auch eher bereit sind ein Beckenbodentraining – wie z.B. die Kegelübungen – zu machen. (Ludviksdottir *et al.*, 2018a)

In Situationen, in denen eine Belastungsinkontinenz ausgelöst wird, ist vor allem Schnell- und Reaktivkraft erforderlich. Trotzdem fokussiert ein Beckenbodenmuskel-Training heute in erster Linie auf die Willkürmotorik. Folglich gibt es bis heute kaum Trainingsprotokolle, die auch auf unwillkürliche, schnelle und reflektorische Beckenbodenkontraktion fokussieren, obgleich diese

Trainingsprinzipien in der Trainingswissenschaft längst bekannt sind. (Radlinger and Luginbühl, 2017)

Luginbühl und Radlinger formulieren bezüglich eines Trainings bei einer Belastungsinkontinenz folgende Fragen:

- „Wie können wir die bekannten und evidenzbasierten Trainingsmethoden der Skelettmuskulatur, wie z. B. für die Beinmuskulatur (Sensomotorik, Hypertrophie, intramuskuläre Koordination, willkürliche und unwillkürliche Schnellkraft und Schnellkraftausdauer) auf die Beckenboden-Muskulatur übertragen?
- Wie müssen diese Trainingsmethoden adaptiert werden, damit sie für das Beckenbodenmuskel-Training machbar und durchführbar sind?
- Welche Kriterien können wir definieren, um den Effekt der entsprechenden Trainingsmethode bei der Beckenbodenmuskulatur zu beurteilen?
- Wie können wir belastungsinkontinente Frauen in ihren sportlichen Aktivitäten am besten begleiten und dabei unterstützen, ihre BBM optimal auf Stoßbelastungen, die beim Sport typischerweise vorkommen, vorzubereiten?“ (Luginbühl and Radlinger, 2019, p. 42)

Betreffend Trainingsparameter im Beckenbodentraining ergeben sich für Luginbühl and Radlinger in einer Ausgabe der Zeitschrift „Die Hebamme“ von 2019 beispielsweise folgende Fragen:

- „Wie erfolgen die Beckenbodenmuskeln-Kontraktionen idealerweise bezüglich Wiederholungen, Geschwindigkeit, Intensität, Spannungsdauer und Pausendauer?
- Wie oft soll pro Tag und pro Woche trainiert werden?“ Luginbühl and Radlinger (2019)

Die Fragestellungen scheinen daher in Anbetracht oben angeführter Tatsachen irrelevant. Entscheidend ist demnach nicht Kraft zu trainieren, sondern die richtige

Balance, damit die Beckenbodenmuskulatur reflektorisch und unwillkürlich arbeitet.

7.2 Trainingsansätze nach Erkenntnissen aus der Faszienforschung

In Hinblick auf ein Training ist das Verständnis von Haltungs- und Bewegungsfunktion der tiefen Frontallinie von größter Bedeutung.

7.2.1 Haltungsfunktion

Die Haltungsfunktion spielt für die Stützfunktion des Körpers eine bedeutende Rolle:

- durch die Anhebung des inneren Fußgewölbes
- durch die Stabilisierung der einzelnen Beinsegmente (einschließlich der Hüfte)
- durch die Stützung der Lendenwirbelsäule von vorne
- durch die Umhüllung und Formung des Bauch-Becken-Ballons
- durch die Stabilisierung des Brustkorbs, während sich der Brustkorb mit der Atmung ausdehnt und wieder entspannt
- durch das Ausbalancieren des fragilen Halses und des schweren Kopfes über dem Körper

Ein Mangel an Unterstützung, Ausgewogenheit und angemessenem Tonus in der tiefen Frontallinie führt zu einer allgemeinen Verkürzung im Körper, begünstigt die Ptose der Kernstrukturen um Becken und Rückgrat herum und bildet die Grundlage für ungünstige kompensatorische Anpassungen in allen anderen beschriebenen Zuglinien. Ein Beispiel ist das weitverbreitete Muster, bei dem die Verkürzung der Myofaszie der tiefen Frontallinie das Hüftgelenk daran hindert, sich in der Extension vollständig zu öffnen. (Myers, 2015)

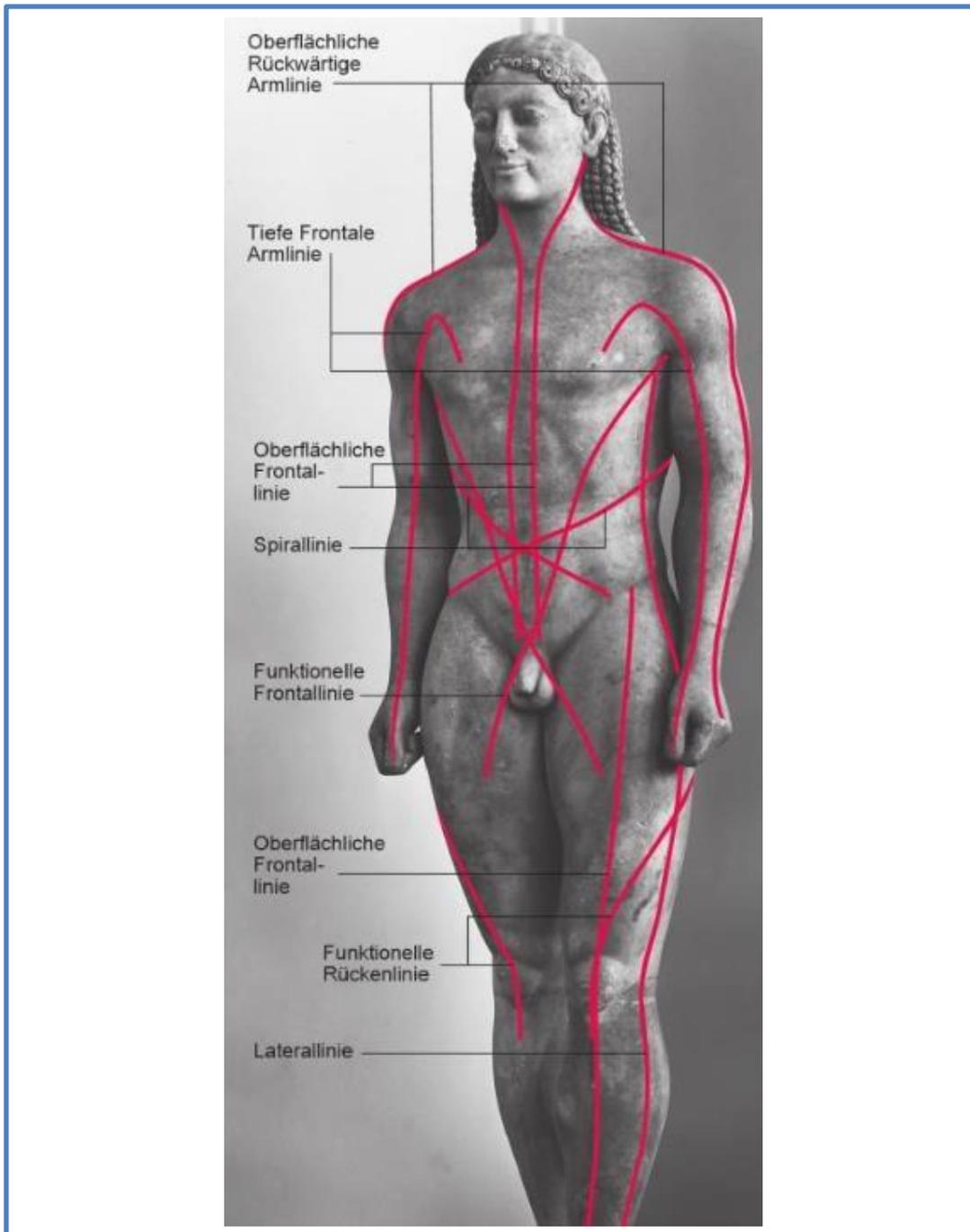


Abbildung 42: Kouros (Myers, 2015)

Diese klassische Skulptur repräsentiert eine musterhafte Haltung und Balance aller anatomischen Zuglinien. Sie zeigt eine zwischen Skelett und myofaszialen Strukturen ausbalancierte Körperspannung, wie sie heute selten zu sehen ist. Für den modernen Geschmack sind die Muskeln und Knochen etwas massiv, aber das gesamte myofasziale Netz vermittelt ein müheloses, gelassenes Zusammenspiel

und zugleich vollständige Handlungsbereitschaft. Dies ist Ausdruck einer idealen Ausgeglichenheit des vegetativen Nervensystems.

Auffallend ist die Länge der tiefen Frontallinie, die entlang von Beininnenseite und Rumpf für Unterstützung sorgt. Der Kopf sitzt schwerelos auf dem Hals und die Schultern sind völlig entspannt, da sie über dem Brustkorb angeordnet sind. Die Muskeln zeichnen sich klar ab, die myofasziale Kontinuität ist deutlich zu erkennen. (Myers, 2015)

Die Schlüsselrolle des Beckens als Verbindung zwischen Rumpf und Beinen kommt deutlich zur Geltung. Eine Schwäche muss angemessen beachtet werden, da diese mit Schmerzen im unteren Rücken, Kontinenz- und Atemproblemen einhergeht. Bei Patienten mit Schmerzen im unteren Rücken kommt es zu einem signifikanten Verlust an lokaler Propriozeption, was auch Kontinenz Probleme verursachen kann. Fehlt ein sensorisches Feedback der Mechanorezeptoren in den breiten, flächigen Faszien, kann die neuromuskuläre Koordination beeinträchtigt sein. (Myers, 2015)

Ziel sollte daher sein, dass auch unsere Kultur auf ein System der körperlichen Erziehung hinarbeiten würde, aus dem Körper hervorgehen, die diesem funktionellen Ideal nahekommen.

7.2.2 Bewegungsfunktion

Abgesehen von der Hüftadduktion und der Atemwelle des Zwerchfells gibt es keine Bewegung, die ausschließlich in die Zuständigkeit der tiefen Frontallinie fällt. Gleichzeitig gibt es jedoch auch keine Bewegung, die nicht von der tiefen Frontallinie beeinflusst wird. Ihre zentrale Rolle besteht darin für Stabilität zu sorgen und subtile Lageveränderungen der Körperstrukturen zu vermitteln, die es den oberflächlichen Strukturen und Zuglinien erlauben, leicht und effizient mit dem Skelett zusammenzuarbeiten. Gemäß dieser Aufgabe ist die Myofaszie der

tiefen Frontallinie von vielen dichteren Faszienelementen und langsam kontrahierenden tonischen Muskelfasern durchsetzt.

Erfüllt die tiefe Frontallinie ihre Aufgabe nicht korrekt, bedeutet dies daher nicht notwendigerweise einen sofortigen oder offensichtlichen Funktionsverlust, Die Funktionen können auf die äußeren myofaszialen Linien übergehen, die diese jedoch mit etwas weniger Eleganz und Grazie sowie mit etwas größerer Belastung der Gelenke und des periartikulären Gewebes durchführen. Im Laufe der Zeit werden folglich Bedingungen erzeugt, die zu Verletzungen und zu Verschleiß führen. Vielen schwer zu behandelnden Schädigungen liegt z.B. eine frühe Dysfunktion der tiefen Frontallinie zugrunde, die erst Jahre später im Zusammenhang mit dem Ereignis, das die Verletzung ausgelöst hat, aufgedeckt wird. (Myers, 2015)

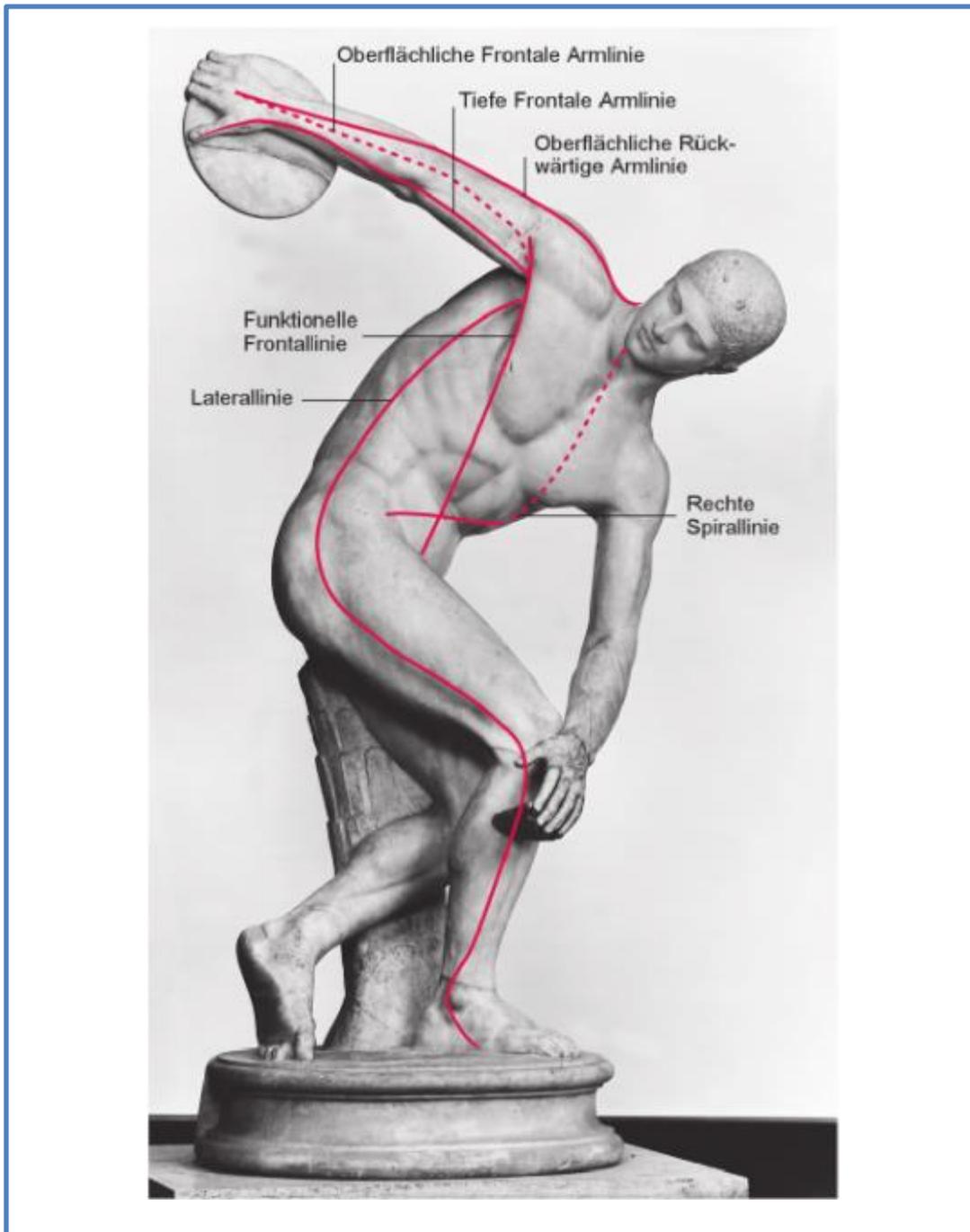


Abbildung 43; Diskuswerfer (Myers, 2015)

Analog zu Kouros zeigt der Diskuswerfer perfekt den Einsatz der anatomischen Zuglinien im Zuge sportlicher Ertüchtigung.

„Der schlanke Mann hält den Diskuss mit der gesamten oberflächlichen Armlinie seines rechten Arms – von den gebeugten Fingern bis zum M. pectoralis major.

Seinen Griff stabilisiert er durch den Druck seines Daumens, der über den M. biceps brachii eine Verbindung hinauf zum M. pectoralis minor und damit zur tiefen frontalen Armlinie herstellt. Diese Spannung wird durch eine Aktivierung der beiden vorderen Armlinien der linken Seite ausgeglichen: Über den M. pectoralis besteht eine Verbindung zum linken Arm hinab zur linken Hand, die ganz in den Wurf involviert ist.

Der Diskuswerfer spannt die Feder seines Körpers mit einer Verkürzung der rechten Spirallinie, die klar erkennbar in ihrem gesamten Verlauf der rechten Spirallinie, die klar erkennbar in ihrem gesamten Verlauf – von der rechten Seite des Kopfes (Mm. splenii) um die linke Schulter herum (M. rhomboideus, M. serratur anterior) über das Abdomen (linker M. obliquus externus abdominis und rechter M. obliquus internus abdominis) bis zur rechten Hüfte zusammengezogen ist. Die Spannungslinie verläuft über die Hüfte weiter bis zum M. tensor fasciae latae und zum Tractus iliotibialis sowie über den M. tibialis anterior entlang der Vorderseite des Schienbeins nach kaudal zum medialen Fußgewölbe des unterstützenden rechten Fußes. Die funktionelle Frontallinie von der linken Schulter zum rechten Femur ist ebenfalls verkürzt. Die linke Laterallinie ist kürzer als die rechte, die sich in der Extension befindet.

In unserer Vorstellung ist klar, dass er sich im nächsten Moment aufrichten und den Diskus werfen wird. Die Kraft für den Vorwärtsschwung des Diskus quer über die Vorderseite des Körpers wird aus der rechten oberflächlichen Armlinie kommen, doch die Koordination mit den anderen Linien wird darüber entscheiden, wie weit der Diskus fliegen wird. Die vorbereitende Verkürzung der rechten Spirallinie dehnt und verstärkt die linke, die er im nächsten Augenblick stark verkürzen wird, indem er durch eine Bewegung aus der linken Hüfte heraus den Kopf nach rechts und die rechte Schulter nach vorn bringt. Während der Drehung verlagert sich sein Gewicht auf das linke Bein und den linken Fuß, die dann zum Drehpunkt der restlichen Bewegung werden.

Zur gleichen Zeit wird er die linke funktionelle Rückenlinie zwischen linker Schulter und rechtem Femur verkürzen, sodass die linke Schulter nach hinten gezogen wird und der ganze Rumpf nach links rotiert. Die Verkürzung der rechten Laterallinie

trägt zur Stabilisierung der Schulter bei und verleiht dem Wurf mehr Schwung. Schließlich wird der M. erector spinae der oberflächlichen Rückenlinie den Körper aus der Flexion aufrichten, den Rücken in die Extension führen und den Kopf anheben, sodass der Werfer dem Flug des Diskus mit den Augen folgen kann. Und am Ende der Bewegung kontrahiert sich die rechte funktionelle Rückenlinie von der rechten Schulter bis zum linken Femur, um die rechte Rotatorenmanschette vor Überlastung zu schützen und den Diskuswerfer so für viele weitere Wettkämpfe gesund zu erhalten.“ (Myers, 2015)

Was bedeuten oben angeführte Tatsachen für ein Beckenbodentraining?

Der Diskuswerfer hat alle Funktionen in sich vereint, die für ein Training relevant sind. Anhand dieses Beispiels könnten wir ein Training für die Muskulatur des Beckens und der Beckenhöhle ableiten, welches den neuesten Erkenntnissen der funktionellen Anatomie und Physiologie entspricht. Wie könnte ein Training methodisch, didaktisch aufgebaut sein, damit ein zuverlässiges Ansteuern der tiefen Frontallinie gewährleistet werden kann.

7.2.3 Training

Ein Training könnte in Anlehnung an die dargestellten neuen Erkenntnisse folgendermaßen gestaltet werden.

In Anlehnung an die Faszienanatomie steht die Aktivierung der Becken – und Beckenhöhlenmuskulatur im Vordergrund. Damit Trainierende diesen zuverlässig ansteuern können, muss dieser im Vorfeld wahrgenommen werden können. Nur eine Muskulatur die wahrgenommen und angesteuert werden kann, kann trainiert werden. In der Praxis bewährt hat sich im ersten Schritt ein indirektes Wahrnehmen über die Fußsohlen, analog Meyers tiefen Frontallinie.

Vom Fuß verläuft über den Tibialis posterior und Aductor magnus eine starke fasziale Verbindung zur Faszie des Obturatorius und von dort zum Beckenboden. Werden die Füße gut genutzt, so reagieren die Sitzbeinhöcker sofort, setzen sich in Bewegung und aktivieren dadurch den M. levator ani.

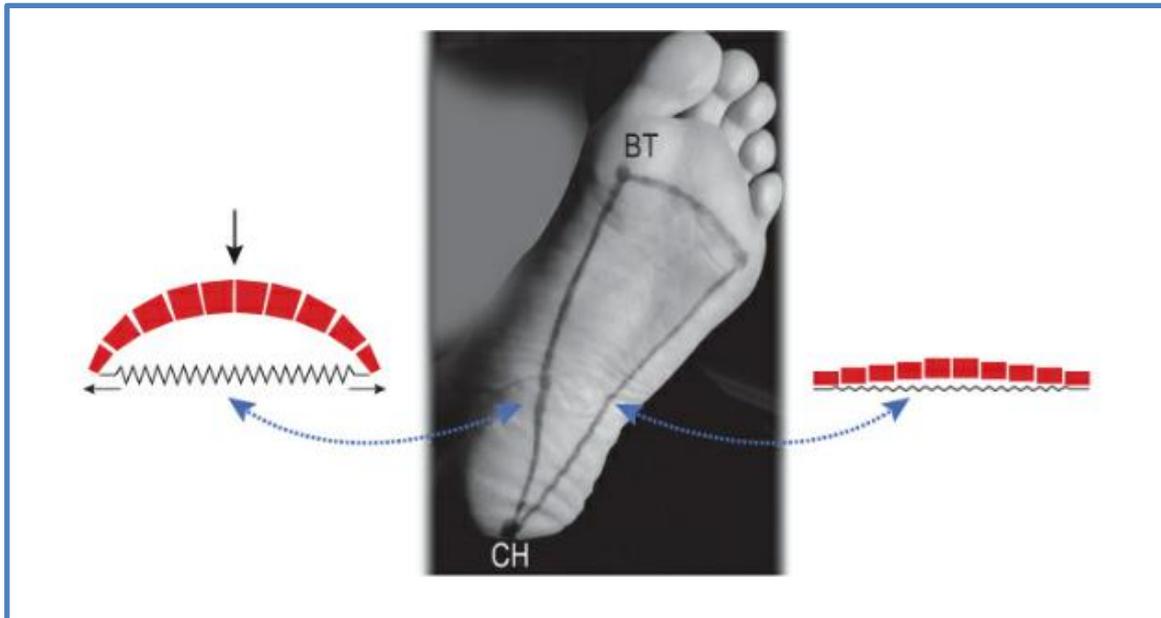


Abbildung 44: Stehpunkte (Schleip and Baker, 2016)

Anatomisch gut gestellte Füße stehen beim Training und im Alltag so, dass sich die Fersen etwas näher sind als die Zehen und bilden dadurch ein `V`. Die Fersenmitte (CH) als Hauptstehpunkt sowie das Klein- und Großzehengrundgelenk (BT) bilden die Stehpunkte. Werden mit etwas Vorstellungskraft Groß- und Kleinzehengrundgelenk zur Mitte bewegt, setzt sich diese kleine „Nichtbewegung-Bewegung“ mindestens bis zu den Sitzbeinhöckern fort und aktiviert den M. levator ani. Anmerkung: stehen die Füße nicht in einer V-Position, sondern in „H“ - oder vielleicht sogar „A“ - Stellung ergibt sich keine „Kettenreaktion“! Die meisten Menschen geben ihr Gewicht an die Außenkante der Fersen ab. Leider wird das von Trainern und Therapeuten, wie z.B. Geburtsvorbereitung Methode Menne-Heller ((Heller and Carrière, 2015), empfohlen.



Abbildung 45: Stehpunkte nach Heller (Heller and Carrière, 2015)

Ein erstes Erahnen oder Spüren der Beckenbodenmuskulatur kann durch folgende Kontaktübungen erzeugt werden:

7.2.3.1 Kontaktübung

Grundposition

- ✓ auf einen Sessel oder Hocker mit harter Sitzfläche so sitzen, dass die Sitzhocker relativ nah an der Sesselkante sind
- ✓ Becken aufrichten
- ✓ Sprunggelenk unter dem Knie positionieren, Beine sind hüftbreit und die Knie zeigen wie „Scheinwerfer“ nach vorne, die Füße bilden ein zartes `V`
- ✓ Hände liegen entspannt im Schoß mit der Handfläche nach oben gerichtet

Übung

Fersenmitte und Großzehengrundgelenk sanft in den Boden drücken

Die Trainierenden müssen dafür unbedingt ein Bewusstsein für die Fersenmitte haben, damit der Impuls über die Fußsohle im Beckenboden ankommt. Durch das „in den Boden Stupsen“ des Fersenmittelpunktes kommen die Sitzbeinhöcker näher zueinander und der M. levator ani wird dadurch aktiviert. Die „Verkettung“ funktioniert nur in neutraler Beckenposition, also bei aufgerichtetem Becken. Steht das Becken anatomisch ungünstig (Hohlkreuz oder Rundrücken) ist das Spüren der Beckenbodenmuskulatur nicht oder kaum möglich.

Sobald das subtile Anspannen der Beckenbodenmuskulatur erahnt oder wahrgenommen werden kann, sollten die Trainierenden mit der Beckenbodenmuskulatur vertraut gemacht werden.

7.2.3.2 Kontaktübungen um das Ansteuern zu trainieren

Aus der oben beschriebenen Grundposition

1. in Gedanken die Innenseite der Füße an der Außenrand verschieben
2. unter die Fersenmitten eine Murmel denken und diese mit den Sitzhöckern ansaugen
3. Sitzbeine Richtung Sesselmitte bewegen
4. in Gedanken oder in kleinster, subtiler Bewegung das rechte Knie nach vor und zeitgleich das linke Sitzbein nach hinten bewegen und umgekehrt (in der anderen Diagonale)
5. in Gedanken die Leisten nach außen rotieren lassen

Der Beckenboden wird durch diese Übungsabfolge in seiner Gesamtheit als Fläche, unabhängig von der Schließ- und Schwellmuskulatur, wahrgenommen. Die Trainierenden erahnen die Ansatzstellen des Beckenbodens am Scham- und Steißbein, sowie die seitlichen Begrenzungen durch das linke und rechte Sitzbein. Das nach außen Rotieren lassen der Leiste vermittelt das Gefühl, eines trichterförmig aufgespannten M. levator ani.

Diese Art der Beckenbodenwahrnehmung ist für den weiteren Trainingsverlauf entscheidend, da in Folge nur so die myofaszialen Verbindungen wahrgenommen werden können. Das in herkömmlichen Trainings angeleitete Hochziehen der Vagina vermittelt den Trainierenden ein Gefühl des „Röhrchendenkens“, was mit einem kraftvollen, aufgespannten Beckenboden nichts zu tun hat. Auch ein Zusammenführen von Scham – und Steißbein, was oft von Ärzten und Physiotherapeuten angeleitet wird (wie z.B. ein Video der Kontinenzgesellschaft Österreich von 2019 auf Youtube), macht aus physiologischer Sicht keinen Sinn.

Ein zuverlässiges Training der tiefen Rumpfmuskulatur ist erst dann möglich, wenn die Trainierenden die Muskulatur und deren Verkettung wahrnehmen und in Folge ansteuern können. Es ist wichtig, sich die dafür notwendige Zeit zu nehmen. In einem nächsten Schritt lernen die Trainierenden die Vernetzung der Beckenbodenmuskulatur mit der tiefen Bauch- und Rückenmuskulatur wahrzunehmen. Damit die tiefe Rumpfmuskulatur in Form eines Zylinders entsprechend funktioniert, ist eine maximale Länge zwischen Schambein und Brustbein erforderlich. Durch die Anweisung des Weghebens des knöchernen Brustkorbs vom Becken ergibt sich, dass das knöcherne Becken, Brustkorb, Schultergürtel und Kopf in einer Linie gehalten werden. Wie bei Kouros erwähnt, ruht damit der Kopf mühelos über dem obersten Punkt der Halswirbelsäule und die Schultern entspannen sich, da diese aufgrund der gleichen Länge der vorderen und rückwärtigen Linie nicht gehalten werden müssen.

7.2.3.3 Vernetzung des Beckenbodens mit der tiefen Bauch- und Rückenmuskulatur

Grundposition wie oben beschrieben einnehmen

- ✓ Brustkorb maximal vom knöchernen Becken wegheben
- ✓ Sitzbeinhöcker Richtung Mitte (Damm) bewegen
- ✓ Kraft, die dabei entsteht in Zylinderform in maximaler Länge bis Zwerchfell heben

Eine aufrechte Sitzposition ergibt sich durch ein Aufrichten des Beckens und nicht durch ein „Nachhintenziehen“ der Schultern!

Die Bauchhöhle wird mit dieser Übung als funktionelle Einheit wahrgenommen. gespürt wird, dass durch Aktivierung des M. levator ani, der M. transversus abdominis zugleich mit den Mm. multifidii aktiviert werden und der Rumpf einen Zylinder darstellt, dessen Fundament der Beckenboden bildet. Das Zwerchfell, welches die Form einer Domkuppel hat, schließt den Zylinder nach oben ab.

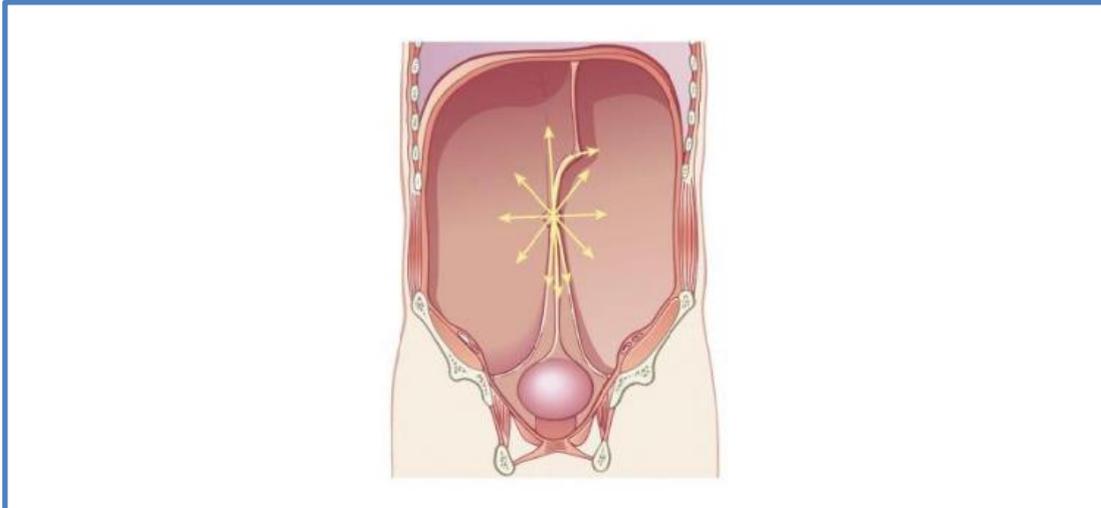


Abbildung 46: fasziale Verbindungen über den Bauchnabel in alle Richtungen (Heller and Carrière, 2015; Myers, 2015)

7.2.3.4 Übung für die Wahrnehmung der Bauchhöhle

Grundposition bleibt

- ✓ Vorstellung des Bauchnabels als Zentrum
- ✓ Zeichnen von Linien in alle Richtungen (nach unten Richtung Schambein und nach oben Richtung Brustbein bzw. nach links und rechts zur Seite)
- ✓ Beschreibung der Wahrnehmung

Dabei wird die Verbindung zwischen Schambein und Brustbein deutlich wahrgenommen und Dysbalancen können von Seiten des Kunden artikuliert werden. Durch gedankliches Angleichen der beiden Seiten, kann oft ein Gleichgewicht hergestellt werden. Damit wird nicht nur eine Vertrautheit mit der Tiefenmuskulatur geschaffen, sondern das Gefühl, dass durch kleinste Bewegungen viel erreicht werden kann.

In der nächsten Stufe wird die Verbindung der Rumpfkapsel über die Schulterblattspannung zu den Armen wahrgenommen. Verdeutlicht wird dabei auch die myofasziale Verbindung des M. rectus abdominis an seiner kräftigen Ansatzstelle am Brustbein mit dem M. pectoralis minor und major.

7.2.3.5 Übung für die Verkettung der tiefen Armlinie mit der tiefen Rumpfmuskulatur

Grundposition wie oben beschrieben einnehmen

- ✓ Arme entspannt mit dem Theraband in der Hand auf den Oberschenkeln ablegen
- ✓ aus der tiefliegenden Brustmuskulatur heraus die Arme federleicht und schulterbreit nach oben nehmen, Handflächen Richtung Decke ausdrehen
- ✓ die Oberarmköpfe sind maximal weit auseinander
- ✓ der rechte Achselhöhlenmittelpunkt zieht gedanklich nach rechts und der linke nach links
- ✓ Wahrnehmung der Spannung in den Schulterblättern, die in Bauch und Becken übergeht
- ✓ das Theraband auf Zug bringen, indem seitlich links und rechts vom Schulterblatt eine Spannung aufgebaut wird

Wahrnehmung: Bauch geht nach innen, Beckenboden wird nach oben aufgespannt

Variante 1: auf Zug bleiben und die Spannung im Rumpf wahrnehmen

Variante 2: abwechselnd ziehen und lösen (aber immer ein wenig auf Zug bleiben) und den verstärkten Zug im Rumpf wahrnehmen

Wenn dabei die Sitzbeinhöcker nur wenig Richtung Damm gehalten werden, ist die Aufspannung noch deutlicher zu spüren, da der M. levator ani im Damm fixiert ist und dadurch „unten gehalten“ wird

Aus dieser Übung heraus werden die Trainierenden angeleitet, sich vom Hocker zu erheben und die Spannung zu halten. Ab dem Zeitpunkt, in dem es gelingt, die Spannung während des Aufstehens beizubehalten, kann sichergestellt werden, dass im aufrechten Stand ein Grundtonus verspürt wird. Dieser stellt sicher, dass der Beckenboden willkürlich und reflektorisch arbeitet und somit die Kontinenz

sichert. Über die Schulterblattspannung dehnt sich das Zwerchfell elliptisch aus. Becken, Brustkorb, Schultergürtel und Kopf werden dadurch in Linie gehalten.

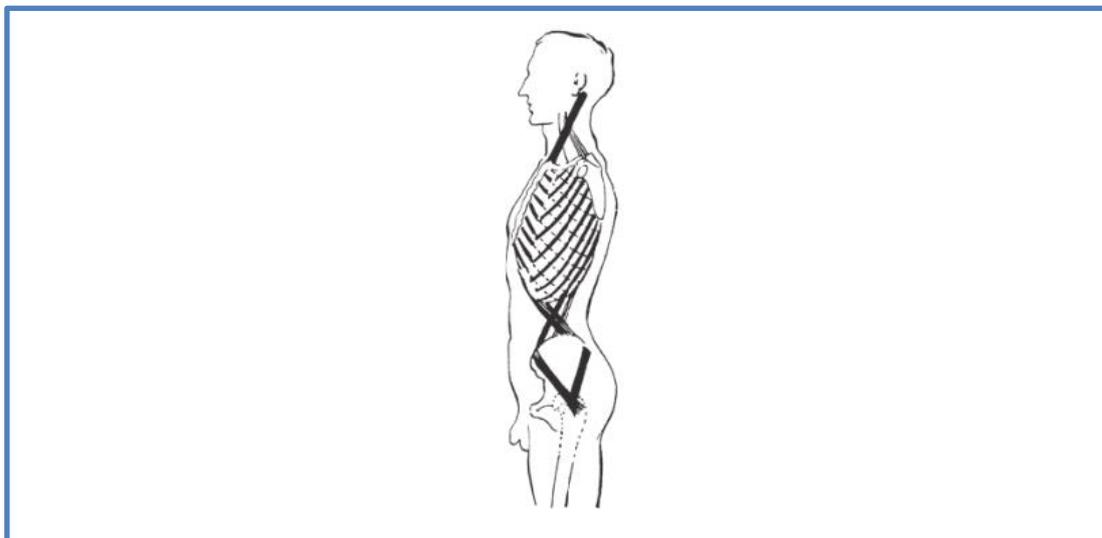


Abbildung 47: Ausrichtung Becken, Brustkorb, Kopf im aufrechten Stand (Myers, 2015)

Zumeist ergeben sich dadurch die oben definierten Stehpunkte (Fersenmitte und Groß- und Kleinzehengrundgelenk) von selbst. Über den in der Fußsohle aufgebauten Spannungsbogen wird ein verstärkter Tonus in der tiefen Rumpfmuskulatur verspürt. Dies ermöglicht eine aufrechte und anatomisch korrekte Haltung mit geringem, oder beinahe ohne, Kraftaufwand. Wichtig ist, dass die Trainierenden mit gestreckten (aber entspannten) Beinen stehen bleiben. Diese Theorie widerspricht den Anleitungen in der Sportwissenschaft und Physiotherapie, bei der die Trainierenden angehalten werden die Knie in eine leichte Beugung zu bringen. Ein gesundes Kind beispielsweise steht nie mit gebeugten Beinen! Bereits leicht gebeugte Knie führen unweigerlich zu einem Verlust des spürbaren Grundtonus. Der Beckenboden lässt dabei spürbar aus. Unweigerlich damit verbunden ist ein nicht-reaktionsbereiter Beckenboden.

7.2.3.6 Gehen

Aus dem aufrechten Stand heraus, mit geradem Bein, werden die Trainierenden in ein ökonomisches Gehen übergeleitet. Der Grundtonus kann inzwischen

willkürlich hergestellt werden. Diesem Kapitel kommt insofern eine wesentliche Bedeutung zu, da das Gehen für uns Menschen ganz allgemein zu den überlebenswichtigen körperlichen Aktivitäten gehört (Schleip and Baker, 2016). In Europa ist das natürliche Gehen inzwischen praktisch überflüssig geworden – und als Freizeitbeschäftigung ist das einfache Gehen aus der Mode gekommen. Ganz anders hingegen in einigen Regionen Afrikas. Im täglichen Kampf ums Überleben müssen Erwachsene und Kinder dort weite Strecken zu Fuß zurücklegen. Die Menschen aus abgelegenen Dörfern, beispielsweise Sambia und Ghana, zeigen ein anderes Bild beim Gehen wie die Menschen in der industrialisierten Welt. Sie zeigen deutlich mehr Bewegung im Bereich der Fascia thoracolumbalis. Das vertikale Rotieren der beiden Beckenhälften rechts und links unabhängig voneinander führt über die leichte Gegenrotation in der Brustwirbelsäule zum natürlichen Kreuzgang, bei dem die Arme entspannt gegengleich schwingen. Auffallend ist, dass diese Menschen aufrecht und mit gestrecktem Bein gehen. In Europa hingegen gehen die Menschen meist mit leicht gebeugten Knien und verhindern damit jede elastische Dehnung. Ein dynamisches Gehen mit großen Schritten und gestrecktem Bein dreht das Becken in der Waagrechten, wodurch die Faszien im unteren Rücken gedehnt und somit Geschmeidigkeit und Elastizität gewährleistet werden. Gehen stellt deshalb eine wichtige Prophylaxe in Zusammenhang mit Beschwerden im unteren Rücken dar.

Gerade in unseren Breiten hat sich durch ein Gehen mit Stöcken ein Trend aufgetan, der diesem natürlichen Prozess des aufrechten Gangs in negativer Form entgegenwirkt. Ein dynamisches Gehen mit Stecken widerspricht der physiologischen Bewegung des Gehens. Würde – wie beim Langlaufen – das gegengleiche Bein, zeitgleich mit dem Einsatz des Stockes vor dem Körper, in maximaler Länge nach hinten gleiten, würde eine Dynamik und somit der entscheidende Grundtonus aufrechterhalten bleiben. Beim Gehen allerdings, wird mit dem Impuls des Aufsetzens des Stockes am Boden die Grundspannung zugunsten der Schwerkraft aufgegeben, was auf Dauer zu einer Schwächung der tiefen Rumpfmuskulatur bzw. des Beckenbodens führt und dadurch zu Inkontinenz

oder Organsenkungen führen kann. Erstaunlicherweise wird gerade in Rehasentren und Kuranstalten ein Gehen mit Stöcken propagiert.

Empfohlen werden sollte, erst dann vom Gehen ins Laufen überzugehen, wenn eine Aufspannung während des Gehens beibehalten werden kann. Angeleitet werden sollte ein mit dem Brustbein nach oben „Weglaufen“. Professionelle Marathonläufer, besonders jene mit schwarzer Hautfarbe, vermitteln ein „Schweben“.



Abbildung 48: Gehen in Ghana (Schleip and Baker, 2016)

Im Zweifel wäre ein anatomisch richtiges Gehen mit großen Schritten und entsprechend reduzierter Geschwindigkeit generell schonender für die Knochengesundheit.

Die Trainierenden sind nun mit der tiefen Rumpfmuskulatur im Sitzen, Stehen und beim Gehen vertraut. Ein zuverlässiges Training ist nun möglich. Ziel ist, das neue Empfinden in Bezug auf das Ansteuern der Tiefenmuskulatur in den ausgeübten Sport zu integrieren.

Ein wesentlicher Punkt ist oft das Erlernen der korrekten Ausführung von Bauchmuskelübungen.

7.2.3.7 Bauchübung 1

Grundposition

- ✓ Rückenlage (Kopf bei Bedarf durch das Unterlegen eines Handtuchs leicht erhöhen)
- ✓ Beine sind hüftschmal und die Füße relativ nah beim Gesäß
- ✓ die Hände liegen entspannt auf den Rippenbögen, die Ellbogen gleiten gedanklich auseinander, damit sich die Schultern Richtung Boden entspannen können
- ✓ knöchernes Becken und Brustkorb in maximalen Abstand bringen
- ✓ Bauch, Brust, Schultern, Nacken, Kopf entspannen

Übung

Eine Ferse aufsetzen und aus dem Sitzbeinhöcker nach vorne schieben bis das Bein ausgestreckt ist. Das andere Bein vom Boden abheben und den Oberschenkel im rechten Winkel mit dem Unterschenkel ausrichten.

Das Knie bildet eine Linie mit dem Hüftgelenk, die Beckenhälften bleiben parallel.

Das ausgestreckte Bein leicht anwinkeln und die Ferse aufsetzen.

- Ferse leicht senkrecht in den Boden drücken, leicht lösen, drücken, ...
- Murmel unter die Fersenmitte denken und diese gedanklich zu den Sitzbeinhöckern ansaugen, wegdrücken, ansaugen, wegdrücken, ...

7.2.3.8 Bauchübung 2

Grundposition im Liegen einnehmen

- Sitzbeinhöcker Richtung Damm bewegen, die Kraft zylinderförmig in maximaler Länge nach oben heben
- ein Bein nach dem anderen Richtung Brust bewegen. Die Knie bleiben über dem Becken. Unterschenkel zu den Oberschenkeln im rechten Winkel. Ferseninnenseiten berühren sich. Diese leicht zueinander drücken, lösen, drücken, lösen, ... (der Impuls des Stupsens der Ferseninnenseite muss im Beckenboden ankommen!). Nach 5 – 10 Wiederholungen die Beine 5 cm nach vorne bewegen und die Übung wiederholen (wichtig ist, dass der Impuls immer in der Beckenbodenmuskulatur ankommt!)

7.2.3.9 Bauchübung 3

Grundposition im Liegen wie oben beschrieben

- Arme liegen entspannt und gestreckt neben dem Kopf
- Knie zur Brust ziehen (Leisten entspannen)
- aus der Kniekehle die Beinrückseiten zu Fersen und Sitzknochen lang denken
- Sitzbeinhöcker Richtung Damm bewegen, die Kraft zylinderförmig in maximaler Länge nach oben heben
- aus den Leisten die Oberschenkelmuskeln ausdrehen, die Fersen sind sich dadurch etwas näher als die Zehen
- Schambeinunterrand und Steißbein gleichzeitig nach vorne verlängern
- Kreuzbein fächerartig Richtung Kopf und Schultern aufspannen
- Füße überkreuzen
- Wirbelsäule zwischen Sitzbeinhöcker und „Kronenpunkt“ maximal dehnen
- **die gekreuzten Beine aus den Sitzbeinhöckern leicht vorschieben und zurückziehen.**

Das entscheidende bei der Ausführung der Bauchübungen ist, dass die Trainierenden nie den Kontakt zum Beckenboden verliert. Der Bauch bleibt daher während der maximalen Anspannung flach. D.h. sobald sich die Bauchdecke nach oben wölbt, hat die Tiefenmuskulatur ausgelassen und der Kontakt zum

Beckenboden geht verloren. Wenn dennoch weitertrainiert wird, werden die Bauchorgane mit Druck in den schlaffen Beckenboden geschoben und somit noch mehr geschwächt.

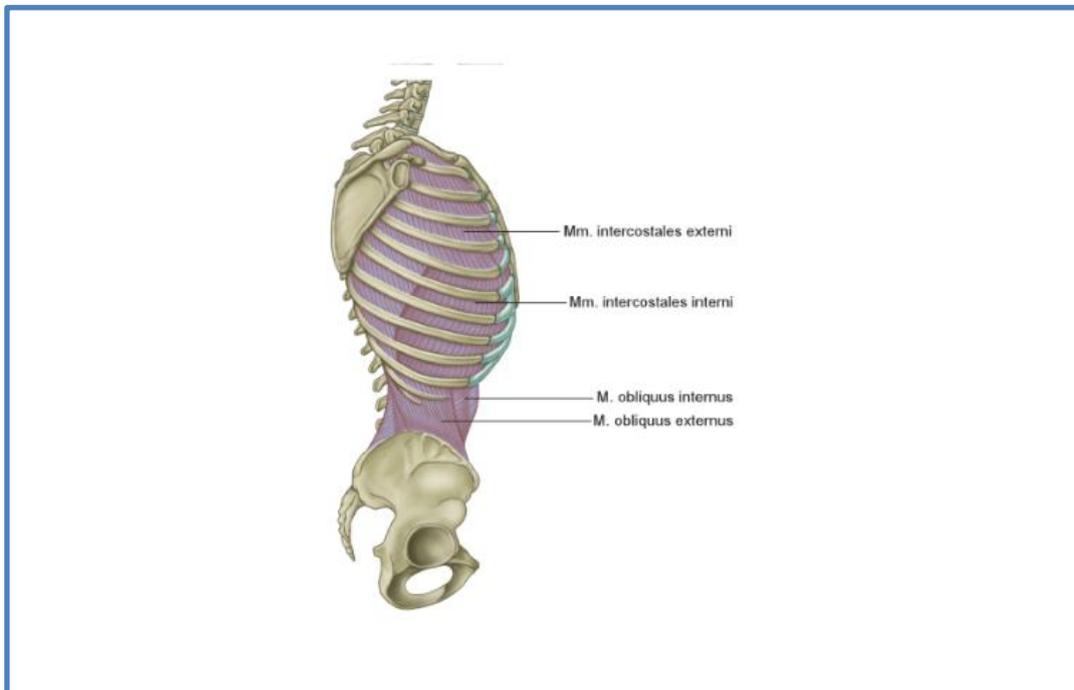


Abbildung 49: Darstellung der Bauchmuskeln in Form von „Schlankmuskulatur“ anstelle von Aufwölben (Myers, 2015)

Um eine maximale Kraft entstehen lassen zu können muss das Becken auch in Rückenlage in neutraler Position gehalten werden. Meist gelingt dies indem das Schambein und Steißbein gleichzeitig Richtung Ferse ausgerichtet und der Brustkorb vom Becken weggenommen wird Richtung Kopf. Durch die dabei entstehende Länge des M. rectus abdominis kann die maximale Kraft aufgebracht werden. Wird der Trainierende angehalten die Schultern entspannt Richtung Boden gleiten zu lassen, kann die myofasziale Verbindung des Rectus abdominis, Pectoralis minor und Pectoralis major genutzt werden und so noch mehr Stabilität und Kraft erzeugt werden. Die Anleitung, dass die Kraft im Beckenboden zylinderförmig und in maximaler Länge nach oben gehoben wird, stellt sicher, dass nicht nur die Bauchmuskulatur aktiv ist, sondern die tiefe Rumpfmuskulatur in seiner Gesamtheit, vor allem dann, wenn die Kraft des Beckenbodens bis zu den

Oberarmköpfen gehoben wird. Die Aktivierung der Rumpfmuskulatur in dieser Form führt zu einem „Schlankwerden“ in der Körpermitte. Es entsteht sozusagen ein Sog, der durch die sich daraus ergebende Beckenbodenaufspannung, die Beckenorgane nach oben hebt. Durch die neutrale Beckenposition kann die Wirbelsäule in Rückenlage nicht zur Gänze am Boden aufliegen. Im Übergang von der Lenden- zur Brustwirbelsäule gibt es zwischen Wirbelsäule und Boden ein wenig „Luft“. Ein, wie in herkömmlichen Beckenboden- und Fitnesstrainingsvarianten, in den Bodendrücken der Wirbelsäule bzw. eine flexierte Beckenposition heben das Zylindersystem und die damit verbundene Kraft auf. Durch die dabei erzeugte Beckenkipfung ist der Kraftverlauf nicht mehr in seiner Gesamtheit bis zum Zwerchfell gegeben, sondern endet zumeist in etwa auf Höhe des Bauchnabels. Zudem ist zu hinterfragen, ob ein Training in einer unphysiologischen Position überhaupt Sinn machen kann.

Stecco beschreibt im Clinical Pearl 5.9 in diesem Zusammenhang die Bedeutung der Rektusscheide: „In der Rektusscheide laufen verschiedene muskuläre Kräfte zusammen. Ein chronisch erhöhter Tonus der in der Rektusscheide inserierenden Muskeln kann die Spannung der Rektusscheide stark erhöhen und so verhindern, dass sie sich normal an die Volumenveränderungen des M. rectus anpasst. Somit können Bauchwandschmerzen auf Veränderungen der Muskeln, welche die Rektusscheide dehnen, beruhen. Außerdem reduziert ein übermäßiges Training der Bauchmuskeln die Anpassungsfähigkeit der Rektusscheide an multidirektionale Muskelkontraktionen. Durch einen ineffizienten M. transversus abdominis ist ein Verlust der Koordination zwischen den ventralen hypaxialen und den dorsalen epaxialen Muskeln möglich.“ (Stecco, 2016)

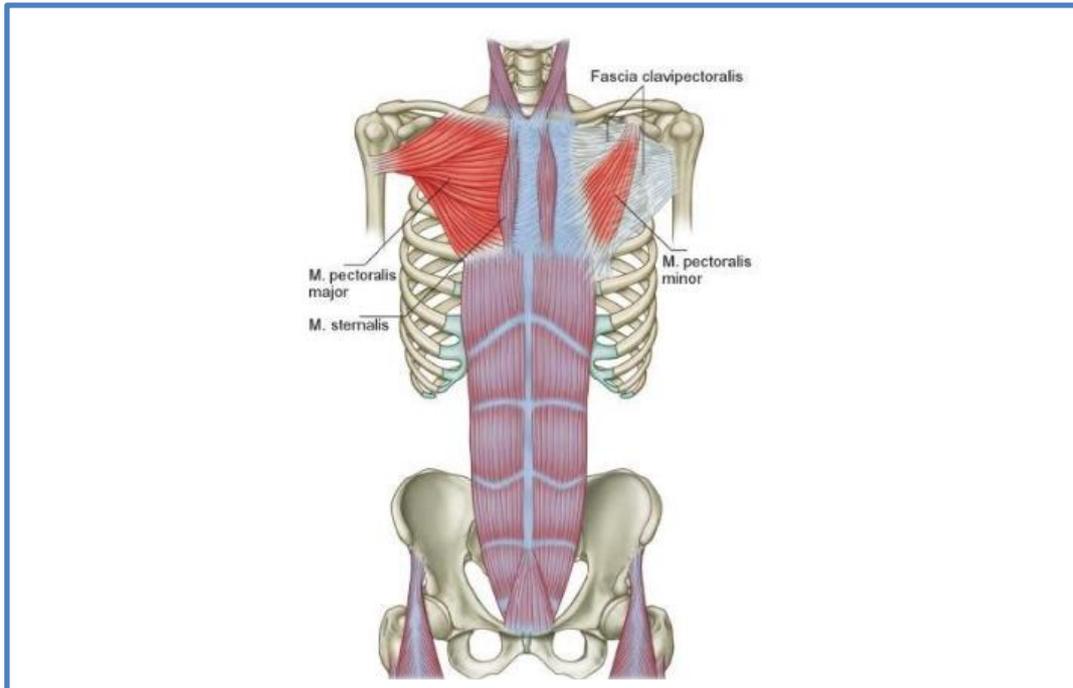


Abbildung 50: Rectus abdominis und die fasziale Verbindung zum Pectoralis minor und Pectoralis major und die Verbindung zu den Armlinien (Myers, 2015)

Ein Umlernen bzw. Umdenken im Rahmen des Bauchmuskeltrainings gestaltet sich für viele schwierig. Zum einen deshalb, weil sie oft gar nicht in der Lage die Tiefenmuskulatur zu aktivieren, weil dieses Bewegungsmuster nicht mehr abrufbar ist. Zum anderen, weil Bauchmuskelübungen im Schulunterricht, in Turngruppen, Fitnessstudios aber auch im professionellen Sportbereich nicht in dieser Form gelehrt werden bzw. auf eine entsprechende Aktivierung der entsprechenden Muskulatur nicht geachtet wird. Auch im Gesundheitsbereich (Kuranstalten und Rehasentren) und der klassischen Physiotherapie wird diesem Thema zu wenig Beachtung geschenkt. Sogar in Yoga und Pilates wird diesem Thema zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Zumeist werden die trainierenden dazu angeleitet den Bauchnabel nach innen bzw. zur Wirbelsäule zu ziehen. Unweigerlich zieht dies ein Verkürzen der Muskulatur zwischen Schambein und Bauchnabel nach sich. Funktionalität und Kraft ist nur dann zu gewährleisten, wenn der Rectus abdominis in maximaler Länge gehalten wird. Nur ein funktionstüchtiger Beckenboden kann durch den Druck im Bauchraum zur Stabilität beitragen. Es ist daher unerlässlich, den Beckenboden während des

Bauchmuskeltrainings aktiviert und die Vorder- und Rückseite des Oberkörpers in gleicher Länge zu halten. Die tiefliegende Muskulatur ist somit aktiviert und die äußere Muskulatur kann sich entsprechend – und das ist der wesentliche Punkt – dazuschalten.

Der Alltag im Training mit Inkontinenten bzw. mit jenen, die unter Organsenkungen leiden oder Hernien im Bauchbereich aufweisen ist ernüchternd. Die genannten Problematiken treten oft im Rahmen physiotherapeutischer Behandlungen auf, da gerade bei Wirbelsäulenbeschwerden die Beckenbodenmuskulatur ignoriert wird.

7.2.3.10 Kniebeuge

Die Trainierenden haben durch vorhergehende Übungen bereits eine gewisse Routine, die Rumpfmuskulatur kann als Einheit wahrgenommen und angesteuert werden. Durch das Krafttraining in Form der Bauchübungen ist ein gewisser Grundtonus da, so dass nun die Anleitung der Kniebeuge möglich ist. Der Physiologie entsprechend ausgeführte Kniebeugen sind für Menschen mit schwacher Beckenbodenmuskulatur und den damit verbundenen Problemen wesentlich, da in diesem Rahmen das korrekte Heben geübt werden kann. Entscheidend ist wiederum, dass der Grundtonus in der Körpermitte während der gesamten Übung erhalten bleibt. Der Fokus bleibt daher in der Bauch- und Rückenmuskulatur inkl. Beckenboden.

Grundposition

- Gymnastikball an der Wand positionieren
- die Wade berührt den Ball, die Füße sind hüftbreit und in leichter V-Position ausgerichtet
- aufrechte Körperhaltung (Sprunggelenk, Knie, Becken, Brustkorb, Schultern und Kopf in einer Linie und das Gewicht über der Fersenmitte ausrichten)

- Arme entspannt nach vorne geben, Handflächen schauen zueinander, die Hände verschränken und die Handfläche vom Körper wegdrehen (durch das ausgedrehte Handgelenk ergibt sich die Schulterblattspannung)
- Arme nach oben heben, indem die Schulterblätter Richtung Gesäßtaschen wandern
- tiefer in die Knie gehen, ohne den Kontakt der Wade mit dem Ball zu verlieren
- das Becken geht dabei nach hinten, sodass das Gesäß beinahe den Ball berührt
- die Knie exakt über den Fersen halten
- Becken und Brustkorb in möglichst großen Abstand bringen
- den unteren Rücken möglichst entspannt halten
- Sitzbeinhöcker nun Richtung Damm bewegen und aus der Kraft der Sitzbeine in den aufrechten Stand kommen

Über die Schulterblattspannung kommt der Kunde zu mehr Spannung in der tiefen Rumpfmuskulatur. Die Spannung der Schulterblätter geht deutlich spürbar in die Bauchmuskulatur und von dort weiter in das knöcherne Becken über. Eine aufrechte Haltung und ein reflektorisch arbeitender Beckenboden kann dadurch sichergestellt. Dies bedeutet, dass beispielsweise beim Heben eines schweren Gegenstandes, ein erhöhter Druck im Bauchraum nicht nur erzeugt, sondern auch gehalten und entsprechend die Wirbelsäule stabilisiert werden kann.

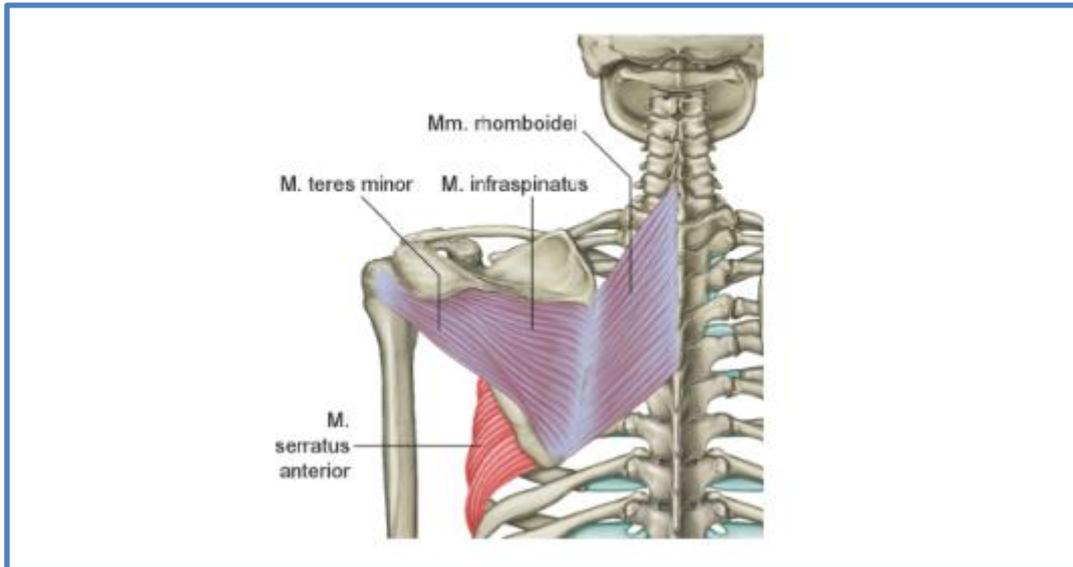


Abbildung 51: Schulterblattspannung geht über den Serratus anterior um den Rumpf (Myers, 2015)

Analog der Bauchmuskelübungen und der Kniebeuge können weitere Übungen, wie Liegestütz etc. entsprechend angepasst werden. So könnte beispielsweise die Therabandübung dem klassischen „Latziehen“ gleichgesetzt werden. Analog dazu könnte Bankdrücken, Trizepscurls und Rudern mit Fokus auf die tiefe Rumpfmuskulatur ausgeführt werden.

Die Problematik im Alltag ist, dass im Yoga, in diversen Kampfsportarten wie Qi Gong, Thai Chi und so weiter, welche in unseren Breitengraden angeboten werden, auf eine entsprechende Aktivierung nicht, kaum oder falsch eingegangen wird. Zu viele Menschen trainieren nach diesen fernöstlichen Methoden, obwohl sie aufgrund ihrer körperlichen Voraussetzungen dazu nicht in der Lage sind, da sie entweder die Tiefenmuskulatur nicht ansteuern können oder diese zu schwach ist. Wirbelsäulenprobleme, Organsenkungen und Inkontinenz können die Folge sein. Weitere, mit einer Schwäche der Tiefenmuskulatur zusammenhängende, Symptome wurden bereits in Kapitel 5 angeführt.

7.3 Sport

Eine trainierte Beckenbodenmuskulatur ist für den Sport nicht nur deshalb unerlässlich, weil diese dem Körper eine Mitte und Stabilität verleiht und dadurch die Ökonomie jeder Bewegung steigert, sondern auch Balance und Antriebskraft deutlich verbessert.

Studien belegen, dass zahlreiche weibliche Athleten unter Inkontinenz leiden. Dabei wird eine Inzidenz von bis zu 80% nachgewiesen. Weitere Studien zeigen, dass fast die Hälfte aller Frauen ohne Anleitung nicht wissen, wie man die Beckenbodenmuskulatur richtig aktiviert. (Ludviksdottir *et al.*, 2018a; Moser *et al.*, 2019; "jatros_gynaekologie_und_geburtshilfe"; Luginbühl and Radlinger, 2019)

Die Häufigkeit liegt bei nulliparen Athletinnen von 0 % bei Golfspielerinnen bis zu 80% bei Trampolinsportarten. Am häufigsten tritt eine Inkontinenz bei Sportarten auf wie Gymnastik, Leichtathletik und bei diversen Ballsportarten. Es handelt sich dabei nicht nur um ein soziales bzw. hygienisches Problem. Urinverlust während körperlicher Anstrengung kann die Teilnahme an sportlichen Aktivitäten oder Wettbewerben behindern. Es gibt Fälle, in denen Frauen ihren Sport oder eine andere Form von Bewegung aufgrund von Schwierigkeiten in Form von Inkontinenz aufgegeben haben. (Ludviksdottir *et al.*, 2018a)

Damit auch unter Belastung eine Kontinenz sichergestellt werden kann, sind schnelle, unwillkürliche reflektorische Beckenbodenmuskelkontraktionen erforderlich. In einer Studie wurde von der Beckenboden-Forschungsgruppe der Berner Fachhochschule für Gesundheit speziell entwickelte Trainingspläne getestet. Verglichen wurde das Standard Physiotherapieprogramm mit einem, welches auch ein unwillkürliches, reflektorisches Beckenbodenmuskeltraining beinhaltete, in Hinblick auf eine Belastungsinkontinenz bei Frauen.

Es stellt sich deshalb, gerade in der Physiotherapie die Frage, ob und wie reflektorische Beckenbodenmuskel-Kontraktionen trainiert werden können. Die

Beckenboden-Forschungsgruppe der Berner Fachhochschule Gesundheit testete in einer randomisiert kontrollierten Studie speziell entwickelte Trainingspläne: Sie verglich ein Physiotherapie-Programm, das neben der heutigen Standard-Physiotherapie (willkürliches Beckenbodenmuskel-Training und weitere Maßnahmen wie zum Beispiel Alltagsinstruktionen) auch unwillkürliches, reflektorisches Beckenbodenmuskel-Training beinhaltet, mit der Standard-Physiotherapie bezüglich Wirkung auf die Belastungsinkontinenz bei Frauen. (Luginbühl and Radlinger, 2019)

Prof. Radlinger teilte mir in einer Videokonferenz im Dezember 2019 mit, dass kein signifikanter Unterschied zwischen den Vergleichsgruppen nachgewiesen werden konnte.

Moser schreibt in ihren Ausführungen, dass bei Sprüngen zwei entgegengesetzte Reaktionen unfreiwilliger Beckenbodenmuskel - Bewegungen stattfinden, aber kein Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus während der Exzentrik-Konzentrik Phase nachgewiesen werden konnte. (Moser *et al.*, 2019)

In der Sportwissenschaft haben sich als präzise Definitionen Begriffe wie Reaktionsfähigkeit (Verkhoshansky & Siff, 2009), Reaktivkraft (Schnabel et al., 2011) oder Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (stretch shortening cycle, SSC) (Komi, 2000) durchgesetzt. Die Reaktivkraft ist definiert als die Fähigkeit, exzentrische und konzentrische Muskelkontraktion in kürzester Zeit zu koppeln (Schnabel et al., 2011). Ein wesentliches Ziel des plyometrischen Trainings besteht also darin, die erforderliche Zeitspanne zwischen exzentrischer und konzentrischer Kontraktion zu verkürzen. Da dieser Definition eine rein muskelorientierte Betrachtung zugrunde liegt und sie die Rolle der faszialen Bindegewebe für die Reaktionsfähigkeit außer Acht lässt, würde folgende Definition einem ganzheitlicheren Ansatz besser entsprechen: Die Reaktivkraft ist die motorische Fähigkeit, eine hohe Leistung im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (SSC) zu erbringen. Die Sportwissenschaft kategorisiert Reaktivkraft und Dehnungs-

Verkürzungszyklus als getrennte motorische Fähigkeiten, obwohl sie stark auf der maximalen Kraft, den Innervationsmustern der Muskeln und den elastischen Rückfederungseigenschaften der faszialen Bindegewebe basiert (Schmidtbleicher & Gollhofer, 1985; Kapitel 10). Es gibt unterschiedliche Zeiteinteilungen für die verschiedenen Arten plyometrischer Bewegungsmuster. Güllich & Schmidtbleicher (2000) unterteilen die reaktiven Bewegungen in kurze (< 200 Millisekunden) und lange (> 200 Millisekunden) Dehnungs-Verkürzungszyklen (SWSC). Beispiele für einen kurzen SSC sind der Sprint mit einer Bodenkontaktzeit von 100 bis 110 Millisekunden, der Weitsprung mit 120 Millisekunden und der Hochsprung mit 170 bis 180 Millisekunden Bodenkontakt (Bührle, 1989). Ein langer SSC lässt sich beim Sprung eines Volleyball-Schmetterangriffs mit Bodenkontaktzeiten von 300 bis 360 Millisekunden beobachten. Physiologische Schlüsselkonzepte und Forschungsergebnisse im Vergleich zur rein konzentrischen Rate der Kraftentwicklung ohne vorausgehende exzentrische Bewegungsphase wird im SSC eine größere Kraft erreicht (Komi, 2000). Aktuell gibt es zwei Erklärungsmodelle für dieses Phänomen: ein neurophysiologisches und ein mechanisches. Im neurophysiologischen Modell wird davon ausgegangen, dass die rasche Vordehnung der Muskelspindeln in der exzentrischen Phase zu einem Dehnreflex führt. Im Ergebnis kommt es zu einer kräftigeren Muskelkontraktion, weil mehr motorische Einheiten aktiviert werden (Komi, 1992). Je schneller die exzentrische Belastungsphase, desto stärker die konzentrische Muskelkontraktion. (Schleip and Baker, 2016)

Eine Untersuchung über die Bewegungen der Beckenbodenmuskeln bei Sprüngen in einer schweizer Studie ((Moser *et al.*, 2019) basiert auf der von DeLancey. Beschrieben wird, dass die Prävalenz einer Belastungsinkontinenz bei High Impact - Aktivitäten hoch ist und deshalb ein verbessertes Verständnis der Verschiebung und Aktivität des Beckenbodenmuskels klinisch relevant für die Entwicklung spezifischer Ansätze in der Rehabilitation wäre.

Ziel der Studie war, die Bewegung der Beckenbodenmuskulatur zwischen kontinenten und inkontinenten Frauen bei Sprüngen zu untersuchen und zu vergleichen. Zwischen den beiden Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied was die Beckenbodenbewegungen betrifft, festgestellt werden.

Ziel der Studie war, die Bewegung der Beckenbodenmuskulatur während der Durchführung von Sprüngen zu untersuchen. Achtundzwanzig kontinente und zweiundzwanzig inkontinente Frauen wurden einbezogen. Beobachtet wurde bei der ersten Landung der Drop Jumps in erster Linie eine kaudal, bei der zweiten Landung eine kraniale Bewegung und bei mehreren Sprüngen eine Rückwärtsbewegung. Es konnten konzentrische und exzentrische unwillkürliche Kontraktionsmerkmale festgestellt werden, aber kein Dehnungsverkürzungszyklus (siehe Kapitel 7). Zwischen den Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Aus mehreren Gesichtspunkten ist die Studie jedoch in Frage zu stellen:

- Anlehnung an die Hängemattentheorie von De Lancey, obwohl diese laut (Gunnemann *et al.*, 2017) bereits widerlegt wurde
- Grading nach dem Oxford Schema (Details dazu folgen in Kapitel xy); dieses eignet sich nicht für wissenschaftliche Zwecke, da die Intra- und Interreliabilität unter 48 % liegt und somit keine Relevanz hat
- Basis bildet eine rein muskelorientierte Betrachtung aus der Sportwissenschaft. In dieser wird die Reaktivkraft und der Dehnungsverkürzungszyklus als getrennt motorische Fähigkeiten kategorisiert. Diese basiert jedoch stark auf der maximalen Kraft, den Innervationsmustern der Muskeln und den elastischen Rückfederungseigenschaften der faszialen Bindegewebe (Schleip and Baker, 2016).

Die Sportwissenschaft kategorisiert Reaktivkraft und den Dehnungsverkürzungszyklus als getrennte motorische Fähigkeiten. Sie basiert jedoch stark auf der maximalen Kraft, den Innervationsmustern der Muskeln und

den elastischen Rückfederungseigenschaften der faszialen Bindegewebe (Schmidtbleicher & Gollhofer, 1985; Kapitel 10).

Bei Sprüngen konnte eine reflektorische Aktivierung der Beckenbodenmuskulatur festgestellt werden, die innerhalb von Millisekunden bis zu 400% der willkürlichen Aktivierung einer maximal isometrischen Kontraktion, erreichte. Die Bodenreaktionskraft beim Joggen beträgt das 2.4 bis 3.9-fache und beim Weitsprung bis zum 16.4-fachen des Körpergewichts. (Luginbühl and Radlinger, 2019)

Bei der Landung bei „Counter Movement Jumps“ konnten Kraftspitzen von fast dem 10-fachen Körpergewicht innerhalb von ungefähr 45ms erfolgen. (Moser *et al.*, 2019)

Maximal schnelle, aber willkürliche Kontraktionen der Beckenbodenmuskulatur sind zu langsam, um eine adäquat schnelle und hohe Aktivierung zu erreichen. Radlinger betont daher, dass es wichtig wäre, dass der muskuläre Druck gegen die Harnröhre schneller und höher als der Blasendruck steigt. (Luginbühl and Radlinger, 2019) Dahingegen bekräftigt Gunnemann die Integral-Theorie, die besagt, dass der Druck gegen die Harnröhre dem Blasendruck immer vorangeht. (Gunnemann *et al.*, 2017)

8 Diskussion

Die Literaturrecherche zeigt, dass sich neue Forschungserkenntnisse aus der Faszienanatomie und in Hinblick auf Kontinenzsicherungs-Theorien, nicht auf etablierte Trainingsansätze ausgewirkt haben.

So beschreibt zum Beispiel Tanzberger bereits 2004 die schädigende Wirkung eines Spinktertrainings. In der überarbeiteten Ausgabe „Evidenzbasierte Wochenbettpflege“ von 2020 hingegen wird ein Anspannen der Harnröhre und der Verschluss-Muskulatur der Scheide angeleitet. Beschrieben als beteiligte Muskeln werden *M. sphincter urethrae internus* und *externus*. (Büthe and Schwenger-Fink, 2020) Die Verschluss-Muskulatur der Scheide bleibt nicht nur in diesem Zusammenhang ungeklärt und scheint widersprüchlich. Desweiteren wird die klassische „Fahrstuhl“ – Übung angeleitet, die in der herkömmlichen Physiotherapie als Standardübung dient. (Büthe and Schwenger-Fink, 2020; Carrière and Bø, 2012; Heller, 1998; Tanzberger, 2003) Dabei wird die Schließ- und Schwellmuskulatur in den Körper gezogen. Die unterschiedlichen Theorien zur Sicherung der Kontinenz würden dieser Übungsvariante widersprechen, da die Transmissionstheorie, die Hängematten-Theorie und die Integral-Theorie ein nach unten fixieren der Harnröhre beschreiben. (DeLancey, 1994; Goeschen and Petros, 2009b; Zubke, 2004a) Die Integraltheorie nach Goeschen und Petros, die als einzige bisher nicht widerlegt wurde beschreibt drei, in verschiedene Richtungen ziehende Muskelgruppen, die durch fasziales Gewebe in Form von Sehnen, flächigen und organumhüllenden Faszien, unterstützt werden. Definiert wird der *M. pubococcygeus*, *M. puborectalis* und die Levatorplatte. Der longitudinale Analmuskel zieht dabei nach unten. (Goeschen and Petros, 2009b) Ein nach oben Ziehen der Scheide, der Harnröhre und des Afters wäre demnach unphysiologisch. Gegen eine isolierte Wahrnehmung und Aktivierung der unterschiedlichen Beckenbodenanteile (Carrière and Bø, 2012) sprechen die oben genannten Faszienstrukturen im Becken. (Goeschen and Petros, 2009b) Petros und Ulmsten beschreiben in der Integraltheorie, dass der Beckenboden mit seinen Organen als

Einheit gesehen werden muss, damit die Funktionalität sichergestellt werden kann. (Goeschen and Petros, 2009b) Zudem kann ein Muskel nicht als isolierte Einheit bestehen, da er mechanisch mit Nachbarstrukturen verbunden ist. Die extramuskuläre myofasziale Kraftübertragung hat große Auswirkungen auf die Muskelfunktion. (Yucesoy *et al.*, 2003) Interaktionen mit Bindegewebe und Beckengürtel finden über die neuromotorische Kontrolle der Faszienspannung statt, die von der passiven und aktiven Anspannung der Muskeln abhängt: (Schleip and Baker, 2016; Stecco, 2016)

- mit direkten Ansatzpunkten des M. transversus abdominis
- von in den Faszien gehüllten Muskeln wie M. erector spinae und Mm. multifidii (Masi *et al.*, 2010)

Dennoch wird in der herkömmlichen Physiotherapie ein Training der Schnellkraft bzw. Explosivkraftleistung, sowie die Schulung der Fähigkeit, schnelle Kontraktionen mit variabler Intensität ausführen zu können, empfohlen. (Carrière and Bø, 2012) Die Koordinations- und Kraftleistung wird durch vaginale und anale Palpationstests untersucht. Vorgegangen wird dabei nach dem PERFECT – Schema mit einer Graduierung nach dem Oxford Grading. Gemessen werden Kraft, Ausdauer, Wiederholung und nach dem Zahlensystem von 0 – 5 eingestuft. Mehre Autoren beschreiben in ihren Studien, dass die Inter- und Intra-reliabilität bei unter 50% liegen würde und diese daher in Studien nicht angewendet werden können und beim Ableiten von Trainingsansätzen Vorsicht geboten wäre. (Laycock and Jerwood, 2001; Bø and Finckenhagen, 2001; Davidson *et al.*, 2020)

Zudem wird in einer unphysiologischen Position eine mechanisch erzeugte und unphysiologische Muskelaktion getestet, welche nicht dem vaginalen Muskelsystem entspricht. (Tanzberger, 2003) So konnte auch in einer aktuellen Studie durch die Testung und Graduierung nach dem PERFECT- Schema kein signifikanter Unterschied zwischen kontinenten und inkontinenten Frauen festgestellt werden. (Moser *et al.*, 2019) Bei Athletinnen bzw. Freizeitsportlerinnen und Frauen, die keinen Sport betreiben, konnte kein signifikanter Unterschied im durchschnittlich erzeugten Druck, welcher mittels der Beckenbodenmuskulatur

aufgebracht wurde, festgestellt werden. Hierfür wurde statt der üblichen Testung und Graduierung unter Zuhilfenahme eines Drucksensors gemessen. (Ludviksdottir *et al.*, 2018a) Eine Metastudie belegt jedoch, dass die Prävalenz einer Inkontinenz bei Sportlerinnen, abhängig von der Sportart, bei bis zu 80 % liegt. (Mattos Lourenco *et al.*, 2018) Yoga- und Pilatesprogramme integrieren daher zunehmend den Beckenboden und bieten Therapie oder Prophylaxe, obwohl fast die Hälfte aller Frauen ohne Anleitung die Beckenbodenmuskulatur nicht anspannen kann. (Luginbühl and Radlinger, 2019; Ludviksdottir *et al.*, 2018b; "jatrosgynaekologie_und_geburtshilfe"; Baeßler and Junginger, 2017; Moser *et al.*, 2019) Viele Frauen geben ihren Sport oder Bewegung aufgrund ihrer Inkontinenz auf. (Ludviksdottir *et al.*, 2018a)

Baeßler und Junginger konnten klar zeigen, dass eine traditionelle Beckenbodengymnastik zum Blasenhaltsdeszensus führen kann und keine Daten zur Effektivität vorliegen. (Luginbühl and Radlinger, 2019; Ludviksdottir *et al.*, 2018b; "jatrosgynaekologie_und_geburtshilfe"; Baeßler and Junginger, 2017; Moser *et al.*, 2019) Studien betreffend Effektivität und Ansteuerungsfähigkeit der Beckenbodenmuskulatur belegen die Wirkung der transpelvinen Magnetstimulation, die nicht nur die Beckenbodenmuskulatur stärkt, sondern auch deren Ansteuerungsfähigkeit verbessert. (Peng *et al.*, 2019; Lim *et al.*, 2017) Situationen, die eine schnelle unwillkürliche, reflektorische Muskelkontraktion verlangen, können nicht durch ein willkürliches Beckenbodenmuskeltraining herbeigeführt werden. Geeignet dafür wären zB. Sprungtraining oder ein Training mittels stochastischer Ganzkörpervibration. (Ludviksdottir *et al.*, 2018a; Luginbühl and Radlinger, 2019; "jatrosgynaekologie_und_geburtshilfe")

Die Faszienanatomie bietet vielversprechende Ansätze. Belegt werden zahlreiche starke myofasziale Verbindungen rings um die Beckenboden- und Beckenmuskulatur vor allem im Bereich der Tiefenmuskulatur (Schleip and Baker, 2016; Stecco, 2016; Myers, 2015) Eine gute Zuverlässigkeit betreffend der myofaszialen Konnektivität über eine Entfernung zwischen Becken und Bein kann durch die hohe Korrelation zwischen einer Beckenbewegung und der Verschiebung der Faszie des M. gastrocnemius während der Beckenkipfung nach

vorne gezeigt werden. (Cruz-Montecinos *et al.*, 2015) Tiefe Faszien sind gut innerviert und daher in der Lage mechanische Kräfte aus der Ferne zu übertragen. (Schleip and Baker, 2016; Stecco, 2016; Myers, 2015) Dieses Konzept hat daher wichtige Auswirkungen auf das Verständnis der klinischen Darstellung und Behandlung von Becken (boden) problemen. (Ramin *et al.*, 2015) Desweiteren erzeugen myofasziale Gewebe integrierte Netze und Netzwerke passiver und aktiver Zugkräfte, die stabilisierende Unterstützung bieten und die Bewegung im Körper steuern. (Masi *et al.*, 2010) Entsprechend dieser Theorien kann das Kontinenzsicherungssystem beschrieben werden. (Myers, 2015) Der M. transversus abdominis wirkt in Synergie mit den Beckenbodenmuskeln. (Sapsford *et al.*, 2006) Eine Zunahme der Beckenbodenmuskelaktivität wird von einer Zunahme der M. transversus abdominis Aktivität begleitet. In Ergänzung dazu entspringt der M. oburatorius internus teilweise aus faszialen Übergängen des M. levator ani. (Myers, 2015; Stecco, 2016; Schleip and Baker, 2016; Meert, 2017a)

In Anbetracht der Forschungsergebnisse aus der Faszienanatomie sollte ein Beckenbodentraining als Ganzkörpertraining betrachtet werden, welches die gesamte Tiefenmuskulatur fokussiert, die Haltungsstabilität trainiert und somit eine Kontinenz sichert.

Die Problematik dieser Arbeit und zahlreicher Studien liegt darin, dass es keine zuverlässigen Messmethoden für die Beckenbodenmuskulatur gibt, zumal die Aussagekraft dahingehend in Frage zu stellen wäre, da die Muskelkraft des Beckenbodens an sich, als nicht ausschlaggebend erscheint.

9 Conclusio

Etablierte Trainingsprogramme sollten aufgrund neuer Erkenntnisse über die Funktionalität der Beckenbodenmuskulatur neu bzw. überhaupt definiert werden, da es keine einheitlichen Trainingsparameter gibt (Luginbühl and Radlinger, 2019). Forschungsarbeiten betreffend der myofaszialen Systeme und deren Funktion zeigen, dass das Kontinenzsicherungssystem komplexer ist, als bisher angenommen. Messmethoden, welche die Kraft der Beckenbodenmuskulatur bestimmen und auf deren Ergebnissen Trainingsparameter erstellt werden, sind zu hinterfragen, da einerseits eine Muskelkraft gemessen wird, die für den Erhalt einer Kontinenz wenig relevant erscheint und andererseits eine geringe Validität aufweist. Herkömmliche Trainingsansätze, die auf die Schließ- und Schwellmuskulatur abzielen, sollten durch physiologische Übungen ersetzt werden. Erkenntnisse aus der Fasziensforschung lassen zahlreiche starke myofasziale Verbindungen der Tiefenmuskulatur im Becken erkennen. Ein Beckenbodentraining könnte daher die myofasziale Kontinuität nutzen, um die Beckenbodenmuskulatur zu aktivieren.

Physikalische Therapiegeräte, die mittels transpelviner Magnetstimulation die Beckenbodenmuskulatur trainieren, könnten in Zukunft ergänzend, gemeinsam mit der stochastischen Resonanztherapie in Beckenbodenrehabilitationsprogramme aufgenommen werden und sollten Grundlage für weitere Forschungsarbeiten sein.

LITERATURVERZEICHNIS

Amboss (2020), "Becken und Hüfte - Wissen für Mediziner", available at:

https://www.amboss.com/de/wissen/Becken_und_H%C3%BCfte (accessed 25 March 2020).

Baeßler, K. and Junginger, B. (2017), "Traditional Gymnastic Exercises for the Pelvic Floor Often Lead to Bladder Neck Descent - a Study Using Perineal Ultrasound", *Geburtshilfe und Frauenheilkunde*, Vol. 77 No. 7, pp. 765–770.

Bardeleben K, Holl M, Disse, Nagel and Eberth (Eds.) (1897), *Die Muskeln und Fascien des Beckenausganges. (Männlicher und weiblicher Damm.): Harn- und Geschlechtsorgane.*, Handbuchs der Anatomie des Menschen, 2, 4th ed., Verlag von Gustav Fischer, Jena.

"BIU Santé, Paris" (2020), available at:

https://www.biusante.parisdescartes.fr/ressources/php/fragments/banque_images_ajax_proxy.php?do=informations-iconographiques&refphot=med00302ax0591 (accessed 23 March 2020).

Bø, K. and Finckenhagen, H.B. (2001), "Vaginal palpation of pelvic floor muscle strength: inter-test reproducibility and comparison between palpation and vaginal squeeze pressure", *Acta obstetrica et gynecologica Scandinavica*, Vol. 80 No. 10, pp. 883–887.

Bø K and Finckenhagen (2001), "Vaginal palpation of pelvic floor muscle strength: inter-test reproducibility and comparison between palpation and vaginal squeeze pressure. - PubMed - NCBI", available at:

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=\(\(oxford%20grading\)%20AND%20ofinckenhagen\)%20AND%202001](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=((oxford%20grading)%20AND%20ofinckenhagen)%20AND%202001) (accessed 21 March 2020).

Büthe, K. and Schwenger-Fink, C. (2020), *Evidenzbasierte Wochenbettpflege: Eine Arbeitshilfe für Hebammen im Praxisalltag, Hebammenwissen - Theorie & Praxis, 2.*, erweiterte und überarbeitete Auflage, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart.

- Carrière, B. and Bø, K. (Eds.) (2012), *Beckenboden: Physiotherapie und Training* ; 77 Tabellen, *physiofachbuch*, 2., überarb. und erw. Aufl., Thieme, Stuttgart.
- Carrière, B., Bø, K. and Stöhrer, M. (Eds.) (2003), *Beckenboden: 86 Tabellen, physiofachbuch*, Thieme, Stuttgart u.a.
- Cruz-Montecinos, C., González Blanche, A., López Sánchez, D., Cerda, M., Sanzana-Cuche, R. and Cuesta-Vargas, A. (2015), "In vivo relationship between pelvis motion and deep fascia displacement of the medial gastrocnemius: anatomical and functional implications", *Journal of anatomy*, Vol. 227 No. 5, pp. 665–672.
- Davidson, M.J., Nielsen, P.M.F., Taberner, A.J. and Kruger, J.A. (2020), "Is it time to rethink using digital palpation for assessment of muscle stiffness?", *Neurourology and urodynamics*, Vol. 39 No. 1, pp. 279–285.
- DeLancey, J.O. (1994), "Structural support of the urethra as it relates to stress urinary incontinence: The hammock hypothesis", *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, Vol. 170 No. 6, pp. 1713–1723.
- Enhörning, G.E. (1976), "A concept of urinary continence", *Urologia internationalis*, Vol. 31 No. 1-2, pp. 3–5.
- Goeschen, K. and Petros, P.P. (2009a), *Der weibliche Beckenboden: Funktionelle Anatomie, Diagnostik und Therapie nach der Integraltheorie*, 1. Aufl., Springer-Verlag, s.l.
- Goeschen, K. and Petros, P.P. (2009b), *Der weibliche Beckenboden: Funktionelle Anatomie, Diagnostik und Therapie nach der Integraltheorie*, 1. Aufl., Springer-Verlag, s.l.
- Gunnemann, A., Liedl, B. and Goeschen, K. (2017), "25 Jahre Integraltheorie nach Petros Was bleibt? Was kommt?", *Der Urologe. Ausg. A*, Vol. 56 No. 12, pp. 1548–1558.
- Heller, A. (1998), *Geburtsvorbereitung Methode Menne-Heller: 246 Abbildungen in 308 Einzeldarstellungen*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
- Heller, A. (2002), *Nach der Geburt: Wochenbett und Rückbildung*, Thieme, Stuttgart.

- Heller, A. and Carrière, B. (2015), *Nach der Geburt: Wochenbett und Rückbildung*, 2., unveränd. Aufl., Thieme, Stuttgart.
- Huijing, P.A. and Jaspers, R.T. (2005), "Adaptation of muscle size and myofascial force transmission: a review and some new experimental results", *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, Vol. 15 No. 6, pp. 349–380.
- "jatos_gynaekologie_und_geburtshilfe".
- Laycock, J. and Jerwood, D. (2001), "Pelvic Floor Muscle Assessment: The PERFECT Scheme", *Physiotherapy*, Vol. 87 No. 12, pp. 631–642.
- Lim, R., Liong, M.L., Leong, W.S., Karim Khan, N.A. and Yuen, K.H. (2017), "Pulsed Magnetic Stimulation for Stress Urinary Incontinence: 1-Year Followup Results", *The Journal of urology*, Vol. 197 No. 5, pp. 1302–1308.
- Ludviksdottir, I., Hardardottir, H., Sigurdardottir, T. and Ulfarsson, G.F. (2018a), "Comparison of pelvic floor muscle strength in competition-level athletes and untrained women", *Laeknabladid*, Vol. 104 No. 3, pp. 133–138.
- Ludviksdottir, I., Hardardottir, H., Sigurdardottir, T. and Ulfarsson, G.F. (2018b), "Comparison of pelvic floor muscle strength in competition-level athletes and untrained women".
- Luginbühl, H. and Radlinger, L. (2019), "Unwillkürliches reflektorisches Training der Beckenbodenmuskulatur bei Belastungsinkontinenz", *Die Hebamme*, Vol. 32 No. 05, pp. 39–43.
- Luschka Hubert (1864), *Die Anatomie des menschlichen Beckens*, Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung, Tübingen.
- Masi, A.T., Nair, K., Evans, T. and Ghandour, Y. (2010), "Clinical, biomechanical, and physiological translational interpretations of human resting myofascial tone or tension", *International journal of therapeutic massage & bodywork*, Vol. 3 No. 4, pp. 16–28.
- Mattos Lourenco, T.R. de, Matsuoka, P.K., Baracat, E.C. and Haddad, J.M. (2018), "Urinary incontinence in female athletes: a systematic review", *International urogynecology journal*, Vol. 29 No. 12, pp. 1757–1763.

- Meert, G.F. (2017a), *Das Becken aus osteopathischer Sicht: Funktionelle Zusammenhänge nach dem Tensegrity-Modell*, 4. Auflage, Elsevier, München.
- Meert, G.F. (2017b), *Das Becken aus osteopathischer Sicht: Funktionelle Zusammenhänge nach dem Tensegrity-Modell*, 4. Auflage, Elsevier, München.
- Messelink, B., Benson, T., Berghmans, B., Bø, K., Corcos, J., Fowler, C., Laycock, J., Lim, P.H.-C., van Lunsen, R., á Nijeholt, G.L., Pemberton, J., Wang, A., Watier, A. and van Kerrebroeck, P. (2005), "Standardization of terminology of pelvic floor muscle function and dysfunction: report from the pelvic floor clinical assessment group of the International Continence Society", *Neurourology and urodynamics*, Vol. 24 No. 4, pp. 374–380.
- Moser, H., Leitner, M., Eichelberger, P., Kuhn, A., Baeyens, J.-P. and Radlinger, L. (2019), "Pelvic floor muscle displacement during jumps in continent and incontinent women: An exploratory study", *Neurourology and urodynamics*, pp. 2374–2382.
- Muctar, S. (2018), *Atlas der urogynäkologischen und proktologischen Operationstechniken*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
- Myers, T.W. (2015), *Anatomy Trains: Myofasziale Leitbahnen (für Manual- und Bewegungstherapeuten)*, 3rd ed., Elsevier Health Sciences Germany, s.l.
- Pasini, A., Sfriso Maria Martina and Stecco, C. (2016), "Pelvipерineology March 2016. Treatment of chronic pelvic pain with Fascial Manipulation", Vol. 2016, pp. 13–16.
- Peng, L., Zeng, X., Shen, H. and Luo, D.-Y. (2019), "Magnetic stimulation for female patients with stress urinary incontinence, a meta-analysis of studies with short-term follow-up", *Medicine*, Vol. 98 No. 19, e15572.
- Radlinger, L. and Luginbühl, H. (2017), "'High-impact"-Belastungen als Training der Beckenboden-Reflexaktivität?", *Jatros Gynäkologie und Geburtshilfe*, No. 5.

- Ramin, A., Macchi, V., Porzionator, A. and De Caro, Raffaele, Stecco, Carla (2015), "Pelviperineology March 2016. Fascial continuity of the pelvic floor with the abdominal and lumbar region", *Pelviperineology March 2016*, Vol. 2016.
- Sapsford, R.R., Richardson, C.A. and Stanton, W.R. (2006), *Sitting posture affects pelvic floor muscle activity in parous women: An observational study*, Vol. 52.
- Schleip, R. and Baker, A. (2016), *Faszien in Sport und Alltag*, 1. Auflage, riva, München.
- Schünke, M., Schulte, E. and Schumacher, U. (2018a), *Prometheus - Lernatlas der Anatomie: Innere Organe*, 5. überarbeitete und erweiterte Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
- Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M. and Wesker, K. (2018b), *Prometheus - LernAtlas der Anatomie: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*, 5. überarbeitete und erweiterte Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
- Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M. and Wesker, K. (2018c), *Prometheus - LernAtlas der Anatomie: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*, 5. überarbeitete und erweiterte Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
- Smellie, W. (2011a), *Sammlung anatomischer Tafeln der Hebammenkunst: Nebst einer Erklärung derselben und einem kurzen Begriff der Hebammenkunst*, Repr. der Orig.-Ausg. (lat.-dt.), Nürnberg, 1758, Reprint-Verlag-Leipzig, Darmstadt.
- Smellie, W. (2011b), *Sammlung anatomischer Tafeln der Hebammenkunst: Nebst einer Erklärung derselben und einem kurzen Begriff der Hebammenkunst*, Repr. der Orig.-Ausg. (lat.-dt.), Nürnberg, 1758, Reprint-Verlag-Leipzig, Darmstadt.
- Stecco, C. (Ed.) (2016), *Atlas des menschlichen Faszienystems*, 1. Auflage, Elsevier, München.
- Tanzberger, R. (Ed.) (2003), *Der Beckenboden: Funktion, Anpassung und Therapie ; das Tanzberger-Konzept*, 1. Aufl., Urban und Fischer, München, Jena.

- Tanzberger, R. and Bainsky, H. (2006), *Der Beckenboden - Funktion, Anpassung und Therapie: Das Tanzberger-Konzept*, 2. Nachdr, Elsevier Urban & Fischer, München.
- van Leeuwen, J.L. and Spoor, C.W. (1992), "Modelling mechanically stable muscle architectures", *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, Vol. 336 No. 1277, pp. 275–292.
- Yucesoy, C.A., Koopman, B.H.F.J.M., Baan, G.C., Grootenboer, H.J. and Huijing, P.A. (2003), "Extramuscular myofascial force transmission: experiments and finite element modeling", *Archives of physiology and biochemistry*, Vol. 111 No. 4, pp. 377–388.
- Zubke, W. (2004a), "Suspensionsverfahren bei Stressharninkontinenz - Teil 1", *Geburtshilfe und Frauenheilkunde*, Vol. 64 No. 06, R101-R124.
- Zubke, W. (2004b), "Suspensionsverfahren bei Stressharninkontinenz - Teil 2", *Geburtshilfe und Frauenheilkunde*, Vol. 64 No. 07, R125-R156.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Nummer</i>	<i>Seite</i>
Abbildung 1: Andreas Vesalius, weibliche Beckenhöhle (BIU Santé, Paris, 2020).....	11
Abbildung 2: TAB II (Smellie, 2011b)	12
Abbildung 3: TAB II (Smellie, 2011b)	12
Abbildung 4: Beckengürtel und Beckenring (Schünke et al., 2018c, p. 112).....	14
Abbildung 5: Topografische Körperhöhlen: Cavitas abdominalis und Cavitas pelvis (Schünke et al., 2018a).....	15
Abbildung 6: Frontalschnitt durch das Becken einer Frau (Schünke et al., 2018a)	16
Abbildung 7: Mediansagittalschnitt durch ein weibliches Becken. (Schünke et al., 2018b, p. 190).....	16
Abbildung 8: Figur I (Smellie, 2011b).....	17
Abbildung 9: Figur II (Smellie, 2011b).....	17
Abbildung 10: Becken mit seinen Organen: Urethra, Blase, Vagina, Uterus und Rektum (Goeschen and Petros, 2009a)	18
Abbildung 11: Diaphragma pelvis, Ansicht von kranial (Schünke et al., 2018c, p. 186)	19
Abbildung 12: Diaphragma urogenitale, Ansicht von kaudal (Schünke et al., 2018c, p. 186)	20
Abbildung 13: Schließ- bzw. Schwellkörpermuskeln, Ansicht von kaudal (Schünke et al., 2018c, p. 186).....	20
Abbildung 14: M. levator ani einer Frau, Ansicht von hinten (Schünke et al., 2018c, p. 186)	21
Abbildung 15: M. levator ani beim Mann, Ansicht von hinten (Schünke et al., 2018c, p. 186).....	21
Abbildung 16: Zusammenspiel der oberen und unteren Beckenbodenmuskeln; Pfeile zeigen die Zugrichtung der Muskeln an (Goeschen and Petros, 2009a).....	23
Abbildung 17: Longitudinaler Analmuskel (LMA), Ursprung und Insertion. (Goeschen and Petros, (2009b)	24
Abbildung 18: Frontalschnitt in Höhe der Membrana obturatoria. Visualisierung der Hängematte des Beckenbodens mit dem M. obturatorius internus. (Meert, 2017, p. 22).....	27
Abbildung 19: Scheidenachse (Goeschen and Petros, 2009b, p. 21)	30
Abbildung 20: Darstellung der Scheide aus dem Lehrbuch „Nach der Geburt“ (Heller and Carrière, 2015) .. Fehler! Textmarke nicht definiert.	
Abbildung 21: Zusammenspiel der oberen und unteren Beckenbodenmuskeln (Goeschen and Petros (2009b) .	31
Abbildung 22: aktiver Blasenverschluss vs. Miktion (Goeschen and Petros, 2009b, p. 17).....	32
Abbildung 23: Beziehung der membranösen Harnröhre zu den Mm. pubococcygei (Muctar (2018)	34
Abbildung 24: Trampolinanalogie (Goeschen and Petros, 2009b, p. 18)	35
Abbildung 25: Stabile anorektale Öffnung (Defäkation) (Goeschen and Petros, 2009b, p. 41)	37
Abbildung 26: Longitudinaler Analmuskel (Muctar, 2018, p. 112)	38
Abbildung 27: Signifikanz zwischen den Vergleichsgruppen mittels Oxford Grading (Moser et al., 2019) Fehler! Textmarke nicht definiert.	
Abbildung 28: Oxford Grading zur Einstufung der Kraft der Beckenbodenmuskulatur (nach Laycock 1994)	41

Abbildung 29: Abdomen im Vergleich zu einer muskelorientierte Anatomie (Myers, 2015)	45
Abbildung 30: Tiefe Frontallinie (Myers, 2015)	50
Abbildung 31: Tiefe Frontallinie: myofasziale „Gleise“ und knöcherner „Bahnhöfe“ (Myers, 2015)	51
Abbildung 32: die Plantaraponeurose bildet ein „Trampolin“ unter dem Fußgewölbe – eine federnde Membran, die zwischen den Kontaktpunkten aufgespannt ist (Myers, 2015)	53
Abbildung 33: Tiefe Frontallinie im Unterschenkel (Myers, 2015)	53
Abbildung 34: Tiefe Frontallinie Übergang Unterschenkel zu Oberschenkel (Myers, 2015)	54
Abbildung 35: Tiefe Frontallinie Übergang Unterschenkel zu Oberschenkel (Myers, 2015)	55
Abbildung 36: Verbindung Adduktor Magnus über den M. obturatorius internus mit dem M. levator ani (Myers, 2015)	56
Abbildung 37: Sektionspräparat Verbindung vom Adduktor magnus zum Levator ani (Myers, 2015)	57
Abbildung 38: myofaszialer „Schwanz“ an der Wirbelsäule (Myers, 2015)	59
Abbildung 39: oberer posteriorer Abschnitt (Myers, 2015)	60
Abbildung 40: das zwischen Herz und Lunge befindliche Mediastinum, verbindet das Zwerchfell mit der Thoraxaperatur (Myers, 2015)	62
Abbildung 41: Spiralgitterstruktur versus filzartiger Struktur mit zufälliger Anordnung der Fasern (Myers, 2015)	64
Abbildung 42: Kollagen-Turnover nach dem Training (Schleip and Baker, 2016)	66
Abbildung 43: zusammenhängende anatomische Strukturen der Kraftübertragung (Schleip and Baker, 2016)..	68
Abbildung 44: Kouros (Myers, 2015)	79
Abbildung 45; Diskuswerfer (Myers, 2015)	82
Abbildung 46: Stehpunkte (Schleip and Baker, 2016)	85
Abbildung 47: Stehpunkte nach Heller (Heller and Carrière, 2015)	86
Abbildung 48: fasziale Verbindungen über den Bauchnabel in alle Richtungen (Heller and Carrière, 2015; Myers, 2015)	89
Abbildung 49: Ausrichtung Becken, Brustkorb, Kopf im aufrechten Stand (Myers, 2015)	91
Abbildung 50: Gehen in Ghana (Schleip and Baker, 2016)	93
Abbildung 51: Darstellung der Bauchmuskeln in Form von „Schlankmuskulatur“ anstelle von Aufwölben (Myers, 2015)	96
Abbildung 52: Rectus abdominis und die fasziale Verbindung zum Pectoralis minor und Pectoralis major und die Verbindung zu den Armlinien (Myers, 2015)	98
Abbildung 53: Schulterblattspannung geht über den Serratus anterior um den Rumpf (Myers, 2015)	101
Abbildung 54: Tempomacher Weltrekord Marathon unter 2h (youtube)	Fehler! Textmarke nicht definiert.

