

2.2 Faszien

2.2.1 Definition des Begriffs

Die Faszie war sehr lange ein Gewebe, welches Jahrelang vernachlässigt oder gar ignoriert und in der Medizin beim Präparieren als schlicht störend empfunden wurde (vgl. Schleip, Findley, Chaitow & Huijing, 2014, S. V).

„Die Faszie bildet ein zusammenhängendes Spannungsnetzwerk, das den gesamten menschlichen Körper durchzieht und durch das jedes einzelne Organ, jeder Muskel, ja selbst jeder Nerv und jede kleine Muskelfaser eingehüllt und eingebunden wird.“ (ebd., S. V)

Vielleicht ist die Faszie auch aus diesem Grund immer mehr in den Fokus der Wissenschaft gerückt (vgl. ebd., S. V), oder es liegt an den Gründen, dass die Faszie ein „großes, vernetztes Organ aus vielen Hüllen, Hunderten von strangartigen Verdichtungen und Tausenden von Taschen innerhalb der Taschen“ (ebd., S.VI) ist und diese damals sehr schwer zu zählen und einzuordnen waren. Oder einfach daran, dass es die neue Wissenschaft jetzt erst möglich macht, die Faszien in vivo zu untersuchen (vgl. ebd., S VI). Die oben angedeutete Sichtweise hat sich komplett verändert. Die Erkenntnisse führe dazu, dass die Faszien nunmehr ihren Stellenwert in der Wissenschaft gefunden haben und aus diesem Grund auf eine lange Entwicklung der Definition und der Bestimmung, was zu ihr dazugehören soll, zurückblicken können.

Das International Anatomical Nomenclature Committee (IANC) hat sich zunächst auf ihre Vorgängerkommission berufen und den von dieser verwendeten Begriff „Fascia superficialis“ für die lockere subkutane Gewebeschicht, die über der dichteren Schicht der „Fascia profunda“ liegt, im Jahre 1983 bestätigt (vgl. ebd., S. VI). Die meisten Autoren im englischen Sprachraum folgten dieser Terminologie, wohingegen sie in anderen Ländern nicht durchgehend übernommen wurde (vgl. ebd., S. VI). Um eine internationale Vereinheitlichung zu erreichen, stellte das Federative Committee on Anatomical Terminology (FCAT) 1998 eine neue Nomenklatur vor, welche den Fasziengriff für dichtere Bindegewebestrukturen reservierte (vgl. ebd., S: VI). Er sollte nicht mehr für lockerere Gewebeschichten wie die „Fascia superficialis“ gelten (vgl. ebd., S. VI). Der Versuch der FCAT scheiterte jedoch durch die weitere Nutzung der alten Definition im englischsprachigen Raum (vgl. Standring, 2008). Aufgrund des

allgemeinen Trends zum Angelsächsischen als internationale Medizinsprache benutzen jedoch mittlerweile auch immer mehr anderssprachige Autoren die Terminologie ihrer amerikanischen bzw. britischen Kollegen (vgl. Schleip et al., 2014, S. VI).

Wie schon angedeutet, gab es nicht nur Uneinigkeiten über den Begriff der Faszie, sondern auch über die Zugehörigkeit verschiedener Gewebe. Unter die umstrittenen Gewebe fallen u.a. die drei hierarchisch geordneten Muskelgewebeshüllen des Epi-, Peri- und Endomysiums und das viszerale Bindegewebe (vgl. ebd., S. VI). Vor diesem Hintergrund wurde für den ersten Fascia Research Congress und Nachfolgende eine umfassendere Definition des Faszienbegriffs vorgeschlagen (vgl. ebd., S.VII). Danach wird der Faszienbegriff weiter gefasst und als „die Weichgewebeanteile des menschlichen Körper durchziehenden Binde- und Stützgewebeapparats“ beschrieben (ebd., S. VII). Ebenfalls kann aus dieser Weitung des Begriffs die Faszie als großes, vernetztes Spannungsübertragungssystem wahrgenommen werden, dessen Faserausrichtung und -dichte je nach den örtlichen Anforderungen unterschiedlich gestaltet ist (vgl. ebd., S. VII).

Für diese Arbeit wird die Definition von Willard (2014) verwendet, der diese Punkte mit aufnimmt und zusammenfassend darstellt:

„Der Begriff „Faszie“ beschreibt eine Form von Bindegewebe, die den ganzen Körper durchzieht und aus unregelmäßig verwobenen Kollagenfaserbündeln unterschiedlicher Dichte aufgebaut ist. Die Faszien erfüllen unterschiedliche Aufgaben im Körper: Sie umgeben die Strukturelemente als eine effektive Schutzhülle und dienen ihnen als Gleit- und Verschiebeschicht. Als verbindendes Netzwerk zwischen den einzelnen Elementen des Skeletts sind Faszien offenbar zudem Teil eines gewissen Wirkmechanismus bei der Kraftübertragung. Ihre zelluläre Zusammensetzung lässt außerdem darauf schließen, dass sie darüber hinaus mit hoher Wahrscheinlichkeit sowohl immunologische als auch neurosensorische Funktionen haben.“ (S. 12 ff)

2.2.2 Struktur und Aufbau der Muskelfaszie

Unter Zugrundelegung der obengenannten Definition wird unter dem Begriff „Muskelfaszie“ das gesamte Bindegewebe am und im Muskel gefasst (vgl. Purslow &

Delage, 2014, S. 4). Sie „bildet eine kontinuierliche, dreidimensionale Matrix, die das gesamte Organ durchzieht und die Fasern und Faserbündel viel eher miteinander verbindet als gegeneinander abgrenzt“ (ebd., S. 4). Dies steht im Kontrast zu der Meinung, die in älterer Literatur publiziert wurde, dass Muskelfaszien „Schläuche“ oder „Hüllen“ wären, die die einzelnen Muskelfasern und Faserbündel umschließen (vgl. ebd., S. 4). Für eine sehr detaillierte Darstellung zur Struktur und Funktion der Skelett- und Herzmuskelfaszien wird auf die Veröffentlichung von Purslow (2008) hingewiesen, in der neben zahlreichen Originalarbeiten auch 15 weitere Übersichtsartikel aufgeführt sind (vgl. Purslow & Delage, 2014, S. 4).

In Abbildung 4 sieht man die Bestandteile der Faszie, die den allgemeinen Konsens aus verschiedenen Quellen darstellt. Die einzelnen Bestandteile werden im Folgenden beschrieben.

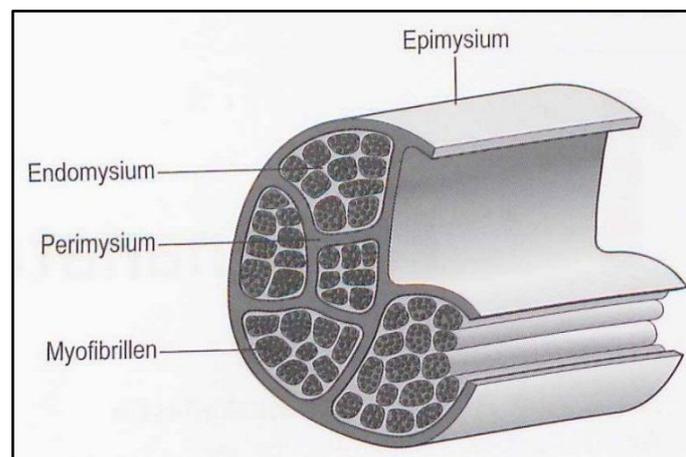


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Faszienstruktur eines Skelettmuskels (vgl. Purslow & Delage, 2014, S. 4)

Die Muskeln sind von einer äußeren Bindegewebeschicht, dem Epimysium, umgeben, welches sich in den Sehnen nahtlos fortsetzt und den Muskel mit dem Knochen verbindet (vgl. ebd., S. 4). Das Perimysium, ein kontinuierliches Bindegewebenetz, unterteilt den Muskeln im inneren in einzelne Faserbündel (Faszikel) (vgl. ebd., S. 4). In den Außenbereichen des Muskels geht dieses perimyale Netz in das Epimysium und in die Sehnen über, sie sind sogar mechanisch miteinander verbunden (vgl. ebd., S. 4). Das Endomysium bildet innerhalb jedes Faszikels ein kontinuierliches Bindegewebenetz für die einzelnen Muskelfasern (vgl. ebd., S. 4). Allein durch die Strukturen des

Endomysiums werden diese einzelnen Muskelfasern innerhalb des Faszikels verbunden und zusammengehalten (vgl. ebd., S. 5).

Die eben benannten Bindegewebeschichten bestehen aus Kollagenfasern und in seltenen Fällen auch aus Elastinfasern (vgl. ebd., S. 4). Sie liegen in einer amorphen Grundsubstanz aus hydrierten Proteoglykanen, über die die eingelagerten Kollagenfasern mechanisch gekoppelt sind (vgl. ebd., S. 4). Listrat et al. (2000) und Passerieux et al. (2006) haben in ihren Untersuchungen sieben verschiedene Kollagentypen nachweisen können (Typ I, III, IV, V, VI, XII und XIV). Von diesen Typen sind I, III und V fibrilläre, das bedeutet faserbildende, Kollagene, wovon Typ I und III in der quergestreiften Muskulatur bei Säugetieren am häufigsten vorkommt (vgl. Purslow & Delage, 2014, S. 4). Die Typen XII und XIV verbinden die fibrillären Kollagene mit anderen Bestandteilen der amorphen Grundsubstanz als eine Art Brückenmolekül (vgl. ebd., S. 4). In der Basalmembran der Muskelfasern sind Kollagentyp IV, der nicht faserbildend ist, und Glykoproteinanteile enthalten (vgl. ebd., S. 4). Sie bildet die Grenze zwischen der aus Phospholipiden bestehenden Muskelzellmembran und der sog. Lamina fibroreticularis, dem Kollagenfasernetz des Endomysiums (vgl. ebd., S. 4).

„Kollagenfasern werden mechanisch durch kovalente Querverbindungen zwischen den einzelnen Molekülen stabilisiert. Diese sog. Crosslinks sind entscheidend für die mechanische Belastbarkeit und Steifigkeit des Gewebes. Ohne sie würden die Kollagenmoleküle unter Belastung einfach aneinander vorbeigleiten, und die Fasern hätten keinerlei Widerstandskraft. Im Verlauf der fetalen Entwicklung sowie der nachgeburtlichen Reifung ändern sich die Art und Anzahl der kovalenten Crosslinks und damit auch die mechanische Stabilität der Kollagenfasern in der Muskelfaszie erheblich.“ (ebd., S. 4)

Die Dicke des Endomysiums ist abhängig von der Muskellänge, mit zunehmender Muskeldehnung nimmt die Dicke immer mehr ab (vgl. ebd., S. 5). Für eine Spannungsübertragung einer intrafaszikulär endenden Faser auf die einzelnen Muskelfasern ist das Endomysiumnetz notwendig, da eine Kraftübertragung in ihr stattfindet (vgl. ebd., S. 5). Es ist die einzige kontinuierliche Verbindung zwischen den Fasern (vgl. ebd., S. 5). Daher ist das Endomysium gegenüber Zugkräften, die auf die jeweiligen Netzwerke wirken, sehr nachgiebig und kann sich leicht entsprechend den Längen- und Durchmesseränderungen verformen, die durch Anspannung und

Entspannung der Muskeln hervorgerufen werden (vgl. ebd., S. 5). Mehrere Studien (vgl. dazu Trotter & Purslow, 1992; Purslow & Trotter, 1994; Trotter, Richmond & Purslow, 1995) belegen, dass sich die Kraftübertragung benachbarter Muskelfasern mittels Scherung, genauer translaminarer Scherkräfte, als effizienter Mechanismus herausgestellt hat (vgl. Purslow & Delage, 2014, S. 5). Diese Scherung erfordert allerdings die Voraussetzung, dass sich das Endomysium in ihrer Form als Verbindung, über die die Kräfte der intrafaszikulär endenden Muskelfasern auf die Sehnenansätze übertragen wird, selbst nicht zu stark verformt (vgl. ebd., S. 5). Wenn es nämlich durch leicht dehbare Verbindungen zu einer deutlichen Längenzunahme des Faszikels kommen würde, wäre die Kontraktionskraftübertragung isometrischer Muskelkontraktion negativ beeinflusst (vgl. ebd., S. 5). Im Kontrast dazu hat Purslow (2002) jedoch herausgefunden, dass sich die Verschiebungen, die durch translaminare Scherkräfte im Endomysium in der Längsachse des Muskels entstehen, diesbezüglich nicht relevant sind (Purslow & Delage, 2014, S. 5). Funktionell heißt das, dass sich das Endomysium im Netzwerk insoweit verformen kann, dass die Längen- und Durchmesseränderungen der Muskelfasern bei der Muskelkontraktion und -entspannung nicht behindert werden (vgl. ebd., S. 5). Zeitgleich muss es die Kraftübertragung benachbarter Muskelfasern via Scherung ermöglichen (vgl. ebd., S. 5).

„Das Endomysium bildet somit eine kontinuierliche, dreidimensionale Matrix, die benachbarte Muskelfasern eng durch Scherkräfte miteinander verbindet, damit die Kraftübertragung innerhalb des Faszikels koordiniert und so die Fasern im Gleichtakt hält.“ (ebd., S. 5)

Das Perimysium unterscheidet sich noch deutlich stärker als das Endomysium hinsichtlich der Gewebestärke und –verteilung zwischen den einzelnen Muskeln des Körpers (vgl. ebd., S. 6). Passerieux et al. (2007) fanden in einer Präparation von zwei Muskeln des Körpers einer Kuh und einer Ratte heraus, dass das Perimysium den kompletten Muskel als eine wohlgeordnete Struktur durchzieht.

„Kräftige Perimysiumlagen umschließen die großen Muskelfaserbündel in Form von Schläuchen, die wabenartig parallel zur Muskelfaserrichtung angeordnet sind. An ihren Enden gehen diese Schläuche kontinuierlich in die Sehnen über und an der Außenseite des Muskels in das Epimysium. Die

Schlauchwand besteht aus zwei (oder sogar mehr) flachen Lagen langer, welliger Kollagenfasern.“ (Purslow & Delage, 2014, S. 6)

Die Dehnungseigenschaften des Perimysiums entsprechen denen des Endomysiums, was die Vermutung zulässt, dass auch das Perimysium die innerhalb der Faserbündel entstehenden Kräfte durch translaminare Scherung auf benachbarte Faserbündel übertragen könnte (vgl. ebd., S. 6). Dies könnte unter extremen Umständen wie einer Muskelschädigung oder partiellen Durchtrennung der Sehnenverbindung zum Tragen kommen (vgl. ebd., S. 6). Gegen diese Theorie sprechen aber zwei Argumente, zum einen stellt sich die Frage, warum Perimysiumsinhalt und –architektur so viel variabler sein sollen als die des Endomysiums, wenn beide Gewebe die gleichen Funktionen erfüllen (vgl. ebd., S. 6). Und zum anderen hat Purslow (2002) gezeigt, dass allein aufgrund der größeren Schichtdicke des Perimysiums weitaus stärkere Deformationen durch Scherkräfte auftreten würden als im Endomysium, die Übertragung von Kräften im physiologisch relevanten Muskellängenbereich wäre also ziemlich lasch und ineffizient (vgl. Purslow & Delage, 2014, S. 6). In sieben klinischen Studien von Purslow (2002), bei denen die Grenzflächen zwischen den Faserbündeln menschlicher Muskeln sonografisch untersucht wurden, sind als Ergebnisse das Auftreten von erheblichen Scherkräften des aktiv kontrahierenden Muskels und diesbezüglich beträchtliche Unterscheidungen zwischen verschiedenen Muskeln und Muskelgruppen zu nennen (vgl. Purslow & Delage, 2014, S. 7). Die Annahme, dass eine Unterteilung des Muskels in Faszikel, Scherverformungen erleichtert, könnte auch erklären, warum sich die Faszikel der einzelnen Muskeln so sehr in Form und Größe unterscheiden (vgl. ebd., S. 7). Da es aber noch keine detaillierten quantitativen Untersuchungen zu den Zusammenhängen zwischen Perimysiumarchitektur, Faszikelgröße und Verteilung der Scherspannungen im Muskel gibt, ist dies allerdings zunächst nur als Theorie anzusehen (vgl. ebd., S. 7).

Passerieux et al. (2006) beschrieben die Verbundenheit der einzelnen Muskelfasern und dem Perimysium als intermittierend, durch sogenannte Kontaktplatten (vgl. Purslow & Delage, 2014, S. 7). Wenn nun das Perimysium die gleiche Aufgabe hat wie das Endomysium, in erster Linie Kräfte zu übertragen, sollte der peri-endomysiale Übergangsbereich eine hohe mechanische Festigkeit und geringe Dehnbarkeit besitzen (vgl. ebd., S. 7). Hätte das Perimysium eher die Aufgabe, Scherkräfte bei den kontraktionsassoziierten tangentialen Verschiebungen der Muskelfasern gegeneinander

auszugleichen und nur eine geringe Rolle bei der myofaszialen Kraftübertragung unter physiologischen Bedingungen spielt, dann sollten die eben genannten Verbindungen eher zarter Natur sein (vgl. ebd., S. 7).

Purslow und Delage (2014) haben die einzelnen Abschnitte noch einmal treffend zusammengefasst:

„Die Muskelfaszie ist wichtig für die Funktion des Muskelgewebes. Durch Kraftübertragung zwischen den eng miteinander verbundenen Muskelfasern eines Faszikels können Kräfte koordiniert und verletzte Faserbereiche vor Überdehnung geschützt werden. Außerdem ist dies, zumindest in Muskeln mit Faserreihenarchitektur, ein wichtiger Weg zur Übertragung der Kontraktionskräfte. Auch die myofasziale Kraftübertragung, die inzwischen durch zahlreiche Untersuchungen zuverlässig belegt ist, verläuft über das Perimysium und Epimysium. Andererseits spielt die perimysiale Abgrenzung der Muskelfaserbündel untereinander vermutlich auch eine Rolle beim Ausgleich starker Scherverformungen. [...] [D]ie Muskelfaszie [befindet sich] stets in einem dynamischen Gleichgewicht zwischen Auf- und Umbau (Remodeling), sodass sie sich fortlaufend an ihre mechanischen Aufgaben im arbeitenden Muskeln anpassen kann.“ (ebd., S. 7 f)

2.2.3 Bestandteile der Faszie

Schleip und Bayer (2015) bezeichnen die Bestandteile der Faszien als „Urbausteine des Lebens“ (ebd., S. 18). Sie bestehen im Wesentlichen aus Proteinen und Wasser (vgl. ebd., S. 18). Wie genau die Zusammensetzung des Gewebes ist, unterscheidet sich durch die Funktion an der Körperstelle, an der es sich befindet (vgl. ebd., S. 18).

Als wichtigster Bestandteil der Faszie sind Kollagene zu nennen (vgl. ebd., S. 19). Sie geben dem Menschen und allen Wirbeltieren buchstäblich Form durch ihre recht feste Faserstruktur (vgl. ebd., S. 19). Aus diesem Grund nennt man sie auch Gerüsteiweiße und Strukturproteine (vgl. ebd., S. 19 f). Mit einem Anteil von 30 % sind Kollagene die am häufigsten im Körper vorkommenden Proteine (vgl. ebd., S. 20). Schleip und Bayer (2015) bezeichnen sie als „Urstoff“, da aus ihnen auch Knochen hervorgehen (ebd., S. 20).

„Die Kollagene gibt es in rund 28 unterschiedlichen Typen, davon sind vier sehr häufig. Und sie haben interessante mechanische Eigenschaften: Sie sind leicht dehnbar und trotzdem sehr reißfest – ihre Zugfestigkeit ist höher als die von Stahl!“ (ebd., S. 20)

Ein zweites im Faszienewebe vorkommendes Strukturprotein ist das Elastin (vgl. ebd., S. 20). Wie der Name schon andeutet, ist das Elastin elastisch, es lässt sich dehnen und kehrt in seine ursprüngliche Form wieder zurück, wie ein Gummiband (vgl. ebd., S. 20). Unter hoher Zugspannung kann es sich bis auf das Doppelte seiner Länge ausdehnen, bei einer Überlastung wird es schließlich reißen (vgl. ebd., S. 20). Die Eigenschaft der Dehnbarkeit ist gerade für Körperteile wichtig, die mechanisch beansprucht werden oder ihre Form verändern müssen, hier sind die Blase und die Haut als Beispiele zu nennen (vgl. ebd., S. 20).

Beide Faserproteine, sowohl Kollagen als auch Elastin werden von Zellen in den Faszien hergestellt. Das sind die eigentlichen Bindegewebszellen (vgl. ebd., S. 20). Diese Fibroblasten sitzen verteilt in dem Geflecht des Faszienewebes (vgl. ebd., S. 20) Sie haben das Alleinstellungsmerkmal der Herstellung der Fasern des Bindegewebes und zwar in dem Anteil, wie er im dazugehörigen Organ gerade benötigt wird, wenn z.B. viel trainiert und Kraft entwickelt wird, werden mehr Fasern produziert, die dem Muskel helfen (vgl. ebd., S. 20). Der Austausch des Gewebes durch die Bindegewebszellen geht zwar regelmäßig, doch recht langsam von statten (vgl. ebd., S. 21). Binnen eines Jahres wird etwa die Hälfte des Faszienewebes ausgetauscht (vgl. ebd., S. 21). Die Bindegewebszellen scheiden neben den nötigen Strukturproteinen auch Enzyme und dazu Botenstoffe aus, mit denen die Fibroblasten miteinander sowie mit anderen Zellen kommunizieren (vgl. ebd., S. 21). Die Bindegewebszellen und Fasern sind umgeben von einer Flüssigkeit, die mit ihren darin schwimmenden Lymphzellen, Immunzellen und allerlei anderen Stoffen von den Fachleuten als „Grundsubstanz“ bezeichnet wird (vgl. ebd., S. 21). Diese Flüssigkeit besteht aus Wasser, Zuckermolekülen, die das Wasser binden, sowie verschiedenen Stoffen und Zellen (vgl. ebd., S. 21). Die Kombination aus den Fasern und der Grundsubstanz nennt man Matrix oder synonym dazu extrazelluläre Matrix (vgl. ebd., S. 21; Van den Berg, 2014, S. 121).

„[Diese] Matrix schützt die Zellen vor mechanischer Überlastung. Kräfte, die auf das Netz aus kollagenen und elastischen Fasern in der Grundsubstanz

einwirken, werden über Vernetzungsproteine auf die Zellmembran übertragen. Durch solche Signale wird die Zelle informiert und zur Synthese weiterer Matrixbestandteile angeregt. So stellt sich das Gleichgewicht des physiologischen Matrixab- und -umbaus immer wieder neu ein und das Gewebe behält seine Festigkeit und Beweglichkeit.“ (Van den Berg, 2014, S. 124)

Die zelluläre Matrix hat einen entscheidenden Anteil an der Versorgung der Bindegewebszellen und auch der Organe (vgl. Schleip & Bayer, 2015, S. 21). Die Zellen und die Matrix stehen somit auch immer im Austausch miteinander und sind voneinander abhängig (vgl. ebd., S. 21).

2.2.4 Typen und Funktionen des Bindegewebes

Faszien lassen sich im ganzen Körper finden und sie unterscheiden sich in ihrer Funktion und daraus resultierend auch in ihren Bestandteilen (vgl. Schleip & Bayer, 2015, S. 22 ff). Trotzdem lassen sie sich 6 verschiedenen Gruppen zuweisen (vgl. ebd., S. 22 ff). Sie gliedern sich in lockeres/faseriges Bindegewebe, elastisches Bindegewebe, parallelfaseriges/straffes Bindegewebe, unregelmäßiges Bindegewebe, retikuläres Bindegewebe und spezielles Bindegewebe (vgl. ebd., S. 22 ff). Für eine nähere Erläuterung der einzelnen Bindegewebe bzgl. Funktion und Aufbau wird auf das Werk von Schleip und Bayer (2015) verwiesen.

Die Liste der verschiedenen Bindegewebstypen scheint unübersichtlich, dennoch lassen sich laut Schleip und Bayer (2015) vier Hauptfunktionen identifizieren: Formen, Bewegen, Versorgen und Kommunizieren (ebd., S. 26). Diese vier Funktionen treten meistens gemeinsam auf, sie ergänzen und bedingen sich gegenseitig, man kann sie schlussendlich als eine Art Kontinuum ansehen (vgl. ebd., S. 26). Bezüglich der Aufteilung in die Funktionen lassen sich verschiedene Gruppierungen finden (vgl. u.a. Slomka, 2015, S. 35), in dieser Arbeit wird jedoch die eben aufgeführte Aufteilung von Schleip und Bayer (2015) verwendet.

„Die vier Grundfunktionen gehören also zu jedem Typ von Faszien- und Bindegewebe, ganz gleich, an welchem Körperteil oder Organ es seinen Dienst tut. Nur die Anteile und Schwerpunkte verschieben sich – Teile der Muskelfaszie enthalten mehr Wasser und dienen eher der Versorgung, andere

haben einen geringeren Wasseranteil, die Sehnen wiederum haben praktisch keine Versorgungsfunktion. Aber alle Faszien schicken Signale, denn sie enthalten Rezeptoren und Sensoren, und alle dienen auch der Bewegung.“
(ebd., S. 26)

Die Grundfunktionen Formen und Bewegen haben eine rein mechanische Eigenschaft im Hinblick auf das Material, da die Faszien im menschlichen Körper statische oder mechanische Zwecke erfüllen (vgl. ebd., S. 26). Sie haben einen Struktur und Körperform gebenden Charakter, sie sind für die Spannung in den Muskeln zuständig und für die Bewegung der einzelnen Körperglieder (vgl. ebd., S. 26). Zusätzlich sind sie Stütze, Schutz, Umhüllung oder Polsterung (vgl. ebd., S. 26). Diese Leistungen schrieb man lange Zeit der Muskulatur, den Knochen und anderen Organen zu und hielt das Bindegewebe für totes Material wie Haare und Nägel, entsprechend für passiv (vgl. ebd., S. 26). Heutzutage ist die Sicht auf das Bindegewebe eine andere, wir wissen dass die beiden anderen Grundfunktionen (Versorgen und Kommunizieren) fast immer dazu kommen (vgl. ebd., S. 27). Diese eben genannten Funktionen sind physiologische Leistungen des lebendigen Gewebes. Infolge dessen, dass das Bindegewebe jedes Organ umgibt, sind die Funktionen „unentbehrlich für den gesamten Zellstoffwechsel im Körper, für die innere Wahrnehmung von Bewegung und Organaktivität sowie für die Weiterleitung von vielen Signalen“ (ebd., S. 27).

Erst seit Ende des 19. Jahrhunderts werden die physiologischen Aufgaben des Bindegewebes systematisch erforscht (vgl. ebd., S. 27). Seitdem hat sich die Rolle des Bindegewebes erheblich verändert (vgl. ebd., S. 27). Sie hat sich vom toten Füll- und Stützgewebe zum eigenen Organ und sogar zu einem unentbehrlichen Sinnesorgan gewandelt (vgl. ebd., S. 27).

Besonders hervorzuheben sind die physiologischen Leistungen des Bindegewebes rund um Organe sowie unter der Haut (vgl. ebd., S. 27). Lymphe, Blutbahnen und Nerven verlaufen im Bindegewebe, es gibt einen Wasser- und Stoffaustausch sowie viele Immunzellen, es wird also der Stoffwechsel von Zellen und Organen organisiert (vgl. ebd., S. 27). Als zentrale Aufgabe dieser Bindegewebsschichten wird von Physiologen die allgemeine Stoffwechselfunktion definiert (vgl. ebd., S. 27). Auf Grund der Tatsache, dass das lose Bindegewebe die Haut des ganzen Körpers netzartig durchzieht, gehen Forscher inzwischen auch davon aus, dass Kommunikationsaufgaben erfüllt werden. Ist

das Versorgungsnetzwerk gestört oder verwundet, soll es körperweite Reaktionen und Stressantworten im Bindegewebe geben (vgl. ebd., S. 27).

Bei regelmäßiger und zunehmender Belastung ändert das Bindegewebe seinen Aufbau und seine Struktur entsprechend den Anforderungen, es ist bekanntlich sehr anpassungsfähig (vgl. Müller & Schleip, 2014, S. 350). El-Labban, Hopper und Barber (1993) haben in ihrer Untersuchung festgestellt, dass die Faszie der Oberschenkelaußenseite sehr viel kräftiger ist als die der Innenseite, da wir täglich auf zwei Beinen unterwegs sind. Wären wir stattdessen ebenso lange und häufig auf einem Pferd unterwegs und müssten uns auf dessen Rücken halten, wäre es umgekehrt, die innere Oberschenkelfaszie wäre nach einigen Monaten kräftiger als die äußere (vgl. ebd.).

2.3 Die Blackroll

Bei den Osteopathen, den sogenannten Rolfern sowie einigen Yoga- und Kampfkunstexperten waren die Faszien schon eine lange Zeit Thema (vgl. Slomka, 2015, S. 8). Sie entwickelten, meist im Alleingang, Methoden um auf dieses Gewebe gezielt einzuwirken (vgl. ebd., S. 8). Doch mittlerweile sind die Faszien ein Begriff, mit dem die meisten Sportler etwas anfangen können und gewillt sind, diese zu trainieren. Aus diesem Grund werden Methoden und Anleitungen zur Selbstmassage gesucht und entwickelt, die es ermöglichen, auch ohne professionelle Anleitung Einfluss auf das Bindegewebe zu nehmen (vgl. ebd., S. 25).

Die wohl am meisten verbreitete Form der kontrollierten Behandlung der Faszien ist das Self Myofascial Release (SMR), das sogenannte Foamrolling (vgl. Thömmes, 2015, S. 30). Dabei wird das Ausrollen mittels Körpergewicht von außen durchgeführt, in dem das auszurollende Gewebe/Körperstellen auf der Rolle aufliegt und über die Rolle bewegt wird (vgl. ebd., S. 30). Durch genau diesen ausgeübten Druck, den das Körpergewicht hervorruft, erhöht sich die Gleitfähigkeit der Faszien und die propriozeptiven Wahrnehmungsmöglichkeiten verbessern sich (vgl. ebd., S. 30). Denn genau dies ist eines der Ziele des Ausrollens. Es sollen die verklebten Faszienstrukturen in der Muskulatur gelöst und die Hydratation angeregt werden, die die eben schon angesprochene erhöhte Gleitfähigkeit erzeugt (vgl. ebd., S. 30). Das Ausrollen von außen ist sowohl für ein Warm-up als auch für ein Cool-down sinnvoll (vgl. ebd., S. 30; Blackroll Orange, 2015; Blackroll, 2016). Bei dem Warm-up generiert das Foamrolling einen Effekt, der „sonst

erst nach vielen Bewegungswiederholungen und einem längeren Zeitraum erreicht werden kann“ (vgl. Thömmes, 2015, S. 30). Vor allem vor schnellen und kräftigen Bewegungen (wie sie die Kraftausdauerfähigkeit verlangt) und nach vorheriger Trainingsbelastung ist ein Warm-up mittel SMR hilfreich und zielführend (vgl. ebd., S. 30). Die Ausführung soll etwas zügiger geschehen und einen Zeitraum von 10-15sec nicht übersteigen (vgl. ebd., S. 30). Im Vergleich zum Warm-up ist die Geschwindigkeit des Ausrollens beim Cool-down etwas langsamer (vgl. ebd., S. 30). Zusätzlich unterscheiden die zwei Prozesse sich einerseits noch in der Dauer des Rollens, beim Cool-Down kann wesentlich länger gerollt werden (vgl. ebd., S. 30), und andererseits in der spezifischen Zielsetzung des Cool-downs, angespannte Strukturen zu einer schnelleren Regeneration anzuregen (vgl. ebd., S. 30).

“Foam rolling is a common form of self-myofascial release that is often used by fitness enthusiasts and athletes prior to a workout with a view to improving flexibility or after a workout with a view to reducing musclesoreness and promoting quicker recovery.” (Strength and Conditioning Research, 2015)

Vor allem beim SMR werden verstärkt Hilfsmittel für das Faszientraining hinzugezogen (vgl. Thömmes, 2015, S. 170). Dies sind Rollen oder Stäbe, die sich in ihrer Größe, Härte und Form unterscheiden (vgl. ebd., S. 170). Aus der Literatur kann man entnehmen, dass sich das Konzept und die Beschaffenheit der Rollen der Firma Blackroll bewährt haben, um Erfolge im Bereich des Faszientrainings zu verzeichnen (vgl. ebd., S. 170). Im Folgenden werden die Produkte der Firma Blackroll und der Firma Blackroll Orange kurz vorgestellt und ihre Funktionen und die versprochenen Effekte dargelegt.

Die Blackroll gibt es in fünf verschiedenen Härtegraden, wovon sich drei auf dem Markt etabliert haben (vgl. ebd., S. 172). Je nach Situation, Körperteil und Anwender muss die Härte der Rolle angepasst werden (vgl. ebd., S. 172). Im Detail bei den etablierten Varianten handelt es sich um die weiche (Blackroll Med), die normale (Blackroll Standard) und die harte Rolle (Blackroll Pro) (vgl. Blackroll, 2016; Thömmes, 2015, S. 171). Zusätzlich gibt es noch zwei Rollen mit einer geriffelten Oberfläche (Blackroll Groove und Groove Pro). Diese nutzen einen schnelleren Wechsel von Druck und Entlastung und einen insgesamt höheren Druck durch die geringe Auflagefläche (vgl. Thömmes, 2015, S. 172). Diese Aspekte helfen, ein gezielteres Ausrollen von

Verklebungen durchzuführen (vgl. ebd., S. 172). Die beiden Groove-Rollen sprechen die weniger schmerzempfindlichen Sportler an und sollten eher von schon Blackroll erfahrenen Sportlern benutzt werden (vgl. ebd., S. 172; Blackroll, 2016; Blackroll Orange, 2015). Seit Mai 2016 gibt es einen zusätzlichen vibrierenden Kern, den man in alle Rollen einsetzen kann (vgl. Blackroll Orange, 2015). Dieser soll das Ausrollen durch Vibrationen noch verbessern (vgl. ebd.). Anfängern und schmerzempfindlicheren Personen wird die Blackroll Med empfohlen (vgl. ebd.; Blackroll, 2016). Diese Rolle ist 20% weicher als die normale Rolle und wird daher oftmals bei Physiobehandlungen in der Rehabilitation eingesetzt (vgl. Blackroll Orange, 2015). Für die alltägliche Anwendung in Sport und Therapie wird die Blackroll Standard empfohlen (vgl. ebd.; Blackroll, 2016; Thömmes, 2015, S. 170). Sie kann zum Auf- und Abwärmen sowie für wohltuende Entspannungen genutzt werden (vgl. Blackroll Orange, 2015). Die harte Blackroll Pro ist rund 40-50% härter als die Blackroll Standard (je nach Firma) (vgl. ebd.; Blackroll, 2016). Auch hier wird empfohlen, dass die Rolle nur von „professionellen Athleten“ (vgl. Blackroll, 2016) genutzt wird, da die höhere Dichte der Rolle für eine intensivere Anwendung gedacht ist (vgl. Blackroll Orange, 2015). Um die beiden Firmen kurz voneinander abzugrenzen, kann man sagen, dass die Rollen zwar die gleichen Bezeichnungen haben, sich jedoch in der Härte voneinander unterscheiden. So ist die Blackroll Standard von der Firma Blackroll Orange ein wenig weicher als das Pendant der Firma Blackroll, ebenso verhält es sich mit der Rolle Pro. Sie ist von der Firma Blackroll härter (wie oben schon angedeutet) als die vergleichbare Rolle der Blackroll Orange Linie.

Alle Rollen bestehen aus hochwertig expandiertem Polypropylen und haben eine Einheitsgröße von 30 cm Länge, 15 cm Durchmesser insgesamt und ein Loch, welches einen Durchmesser von 5 cm besitzt (vgl. Blackroll Orange, 2015). Die Faszienrollen sind geruchlos, wasserunlöslich, einfach zu reinigen und zu sterilisieren bis 110°C (vgl. Blackroll, 2016). Außerdem sind sie robust, abriebfest, formstabil, physiologisch unbedenklich und hautfreundlich (vgl. Blackroll Orange, 2015).

Die Blackroll Orange Hersteller (2015) versprechen, dass sich die Elastizität der Muskulatur spürbar steigert und erhalten bleibt. Außerdem sollen Fehlbelastungen reguliert, Haltungsschäden entgegengewirkt, Überlastungsschäden im Sport vermieden und Muskeln gezielt regeneriert werden (vgl. Blackroll Orange, 2015). Zusätzlich soll die

Durchblutung gesteigert, Verklebungen im Bindegewebe gelöst und bei Verspannungen eine Triggerzonenbehandlung möglich sein (vgl. ebd., 2015). Die Hersteller der Blackroll (2016) erweitern diese Liste noch. Demnach soll eine gezielte Regeneration der Muskulatur und eine Steigerung der Blutzirkulation gewährleistet sein (vgl. Blackroll, 2016). Ebenso soll das Ausrollen für ein gutes Hautbild sorgen, die Therapie gegen Cellulite unterstützen, Muskelschmerzen vorbeugen und durch Überbeanspruchung auftretende Muskelschäden verhindern (vgl. ebd.). Beide Firmen weisen darauf hin, dass die Benutzung einer Blackroll dazu führt, dass das Leistungsvermögen der Muskulatur gesteigert wird (vgl. ebd.; Blackroll Orange, 2015). Zusätzlich geben die Blackroll Orange Hersteller (2015) den Tipp:

„Neu ist auch die Idee, den Muskel fünf Minuten VOR der Belastung zu Zwecken der Leistungssteigerung zu entspannen. Dies ist kein Widerspruch, da die bessere Durchblutung - und somit Versorgung der Muskeln mit Sauerstoff - nachweislich die Leistungsfähigkeit steigern kann!“ (ebd.)

Außerdem hätten „all jene Sportler, die permanent bestimmte Muskelgruppen mit einer sehr hohen Wiederholungsanzahl beanspruchen bzw. daraus resultierend andere Bereiche nur abgeschwächt einsetzen, z.B. Ausdauersportler wie Läufer, Langläufer oder Triathleten“ (vgl. ebd.) einen besonderen Nutzen.

Obwohl die Hersteller den Effekt der Blackroll als gegeben darstellen, muss man immer im Hinterkopf haben und bedenken, dass es noch keine ausreichenden Studien gibt, die diese Ergebnisse bestätigen und die weit verbreitete und doch sehr positive Meinung der Bevölkerung verifizieren.

2.4 Einfluss des Foamrollings auf die Kraftausdauerfähigkeit

Aktuelle Studien zum Thema Faszienforschung werden vermehrt verschiedenen Bereichen zugeordnet. Diese Bereiche formieren sich in ihren Einfluss auf die Beweglichkeit (flexibility), hier den unmittelbaren (acute) sowie langfristigen (chronic) Effekt, den Einfluss auf die sportliche Leistung (athletic Performance), die Muskelschmerzen (muscle soreness) und andere kurzfristige Effekte (Strength and Conditioning Research, 2015). Diese Studien beschäftigen sich mit dem Foamrolling, dem Self Myofascial Release. In der nachfolgenden Tabelle sind diese Studien zusammenfassend dargestellt. Ebenfalls ist in ihr ersichtlich, welche Ergebnisse die