

Abbildung 38: Aufbau eines Skelettmuskels (Eigene Darstellung)

3.6.3 Namensgebung der Skelettmuskulatur

Die Muskeln des Menschen werden häufig lateinisch benannt. Anhand des Namens des Muskels können teilweise schon Rückschlüsse über dessen Lage, Funktion oder den Anheftstellen gezogen werden. Die Namen der Muskeln wurden durch folgende Kriterien festgelegt:

Tabelle 9: Kriterien zur Namensgebung der Muskulatur

Kriterium	Beispiel
Anzahl der Muskelköpfe bzw. Ursprünge	M. biceps brachii Zweiköpfiger Oberarmmuskel; Biceps = zwei Köpfe/Ursprünge
Lage im Körper	M. biceps femoris Zweiköpfiger Oberschenkelmuskel; Femur = Oberschenkelknochen
Funktion	M. flexor pollicis longus Langer Daumenbeuger; flexor = Beugermuskel
Faserverlauf	M. transversus abdominis Quer zur Körpermitte verlaufender Rumpfmuskel; transvers = quer
Größe und Länge	M. gluteus maximus Großer Gesäßmuskel; maximus = der Größte
Muskelform	M. trapezius Kapuzenmuskel in Trapezform
Lokalisation von Ursprung und Ansatz	M. sternocleidomastoideus Besitzt Ursprünge am Sternum (Brustbein) sowie an der Clavicula (Schlüsselbein) und setzt am Mastoid (Hinterkopf) an

3.6.4 Funktionelle Muskelgruppen

Die Ausführung von Bewegungen setzt das sinnvolle Zusammenspiel aller beteiligter Muskeln voraus. So gibt es in der Regel einen Hauptmuskel (Agonist), der die Bewegung primär ausübt, Muskeln, die die Bewegung unterstützen (Synergisten) und auch Gegenspieler (Antagonisten), die der Bewegung potenziell entgegenwirken könnten.

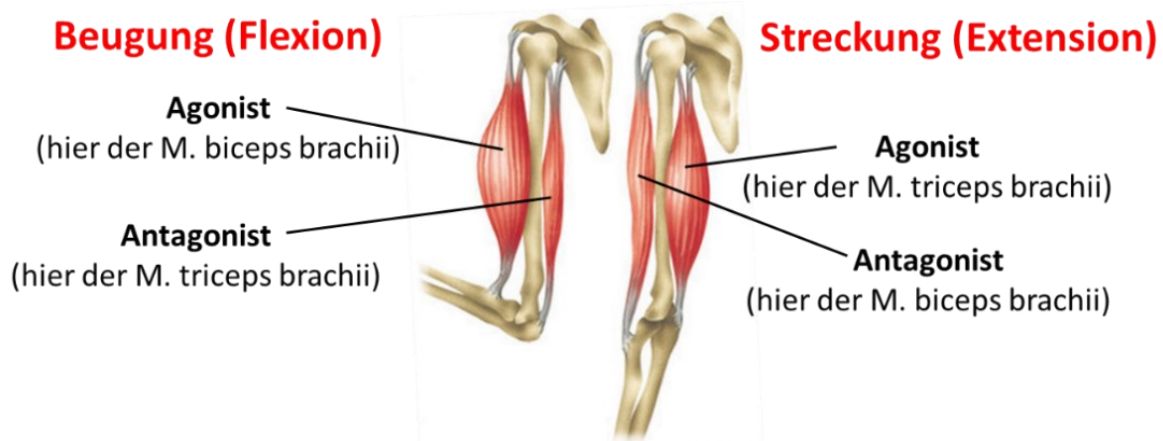


Abbildung 39: Beugung und Streckung des Ellbogengelenks

Tabelle 10: Übersicht über funktionelle Bezeichnungen (nach Gehrke, 2009)

Funktionelle Bezeichnung	Funktion
Agonist	Muskel, der die gewünschte Bewegung ausführt.
Antagonist	Muskel, der die im Verhältnis zum Agonisten entgegengesetzte Bewegung ausführt (Gegenspieler).
Synergist	Muskel, der die Bewegung des Agonisten unterstützt.

Ein Muskelungleichgewicht in Bezug auf Kraft und Beweglichkeit kann die Funktionsfähigkeit des Gelenks und das Verletzungsrisiko beeinträchtigen. Viele akute und chronische Verletzungen lassen sich auf eine schlechte Funktionsfähigkeit als Folge eines Muskelungleichgewichts in Kraft oder Flexibilität zurückführen. Das Muskelgleichgewicht sollte für alle Körperteile berücksichtigt werden.

Beispiel

Bei einem Biceps-Curl beugt der M. biceps brachii und ist somit der Agonist. Der M. triceps brachii ist der Antagonist, denn er würde eine Extension im Ellenbogen ausführen und somit der Beugung entgegenwirken. Der M. brachioradialis, der bei der Ellenbogenflexion unterstützend wirken kann, wäre in diesem Beispiel ein Synergist.

3.6.5 Muskelfasertypen

Die Skelettmuskeln im Körper erfüllen vielerlei unterschiedliche Aufgaben, die teilweise spezialisierte Kontraktionseigenschaften erfordern und sich unter anderem in funktionsdifferenzierten Muskelfasertypen wiederfinden. Jeder Muskel enthält dabei Fasern jedes Typs, doch das Mengenverhältnis zwischen den unterschiedlichen Fasertypen ist teilweise sehr unterschiedlich. So enthält der überwiegend auf Halte- und Ausdauerarbeit ausgerichtete *M. soleus* einen relativ hohen Anteil an *Typ-I-Fasern*, während der für schnelle und kräftige Kontraktionen wichtige *M. gastrocnemius* viele *Typ-II-Fasern* aufweist.

Tabelle 11: Übersicht über die unterschiedlichen Muskelfasertypen

Fasertyp	Typ-I-Fasern	Typ-II-a-Fasern	Typ-II-b-Fasern
Synonyme	ST-Fasern (slow twitch) rote Muskulatur	FTO-Fasern (fast twitch oxygen) Intermediärtyp	FTG-Fasern (fast twitch glycolytic) weiße Muskulatur
Eigenschaft	langsam zuckend, ausdauerndster Mus- kelfasertyp	relativ schnell zu- ckend und relativ ausdauernd	schnell zuckend, schnellster Muskel- fasertyp
Ausdauerfähigkeit	+++	++	+
Kontraktionsgeschwindigkeit	+	++	+++
Kraftpotenzial	+	++	+++
Mitochondrienanzahl	+++	++	+
Durchblutung	+++	++	+
Myoglobingehalt	+++	++	+
Glykogenspeicher	+	++(+)	+++
Phosphatspeicher	+	++(+)	+++
Querschnitt	+	++(+)	+++

Das Verhältnis der in den Muskeln vorkommenden Fasertypen ist genetisch festgelegt, kann durch entsprechende Belastungen bzw. Training aber begrenzt beeinflusst werden.

In welchem Verhältnis das Muskelfaserspektrum vorliegt, hängt von verschiedenen Faktoren ab:

Funktion

Muskulatur, die in erster Linie Halte- und Stützfunktionen ausübt, weist in der Regel einen hohen Typ I Faser-Anteil auf. Muskulatur, die vorrangig der Bewegungsausführung dient, weist hingegen einen höheren Anteil an Typ II Fasern auf.

Genetik

Die genetische Prädisposition hat einen starken Einfluss auf die Verteilung des Muskelfaserspektrums. So haben einige Menschen von Geburt an einen vergleichsweise hohen Anteil an Typ I Fasern, andere einen hohen Anteil an Typ II.

Training

In Tierexperimenten konnte gezeigt werden, dass theoretisch eine Verschiebung des Faserspektrums in beide Richtungen möglich ist. Beim Menschen konnte hingegen bislang nur gezeigt werden, dass durch ein Ausdauertraining ein Teil der Typ II Fasern die Charakteristik von Typ I Fasern annehmen können. Die Umwandlung von Typ I zu Typ II Fasern wurde bislang nicht nachgewiesen.

Dieser physiologischen Grundlage entstammt das Sprichwort: „Ein Sprinter muss geboren werden, ein Langstreckenläufer wird gemacht.“

3.6.6 Kontraktionsmechanismus

Der Kontraktionszyklus wird auch als Querbrückenzyklus bezeichnet.

Bei einer Einzelzuckung verkürzt sich ein Sarkomer um ca. 1 %. Da allerdings bis zu 50 Querbrückenzyklen hintereinander ablaufen können, kann sich ein Sarkomer insgesamt sehr viel weiter verkürzen. Da in einer Myofibrille bis zu 40.000 Sarkomere hintereinandergeschaltet sein können, ergibt sich somit eine deutlich sichtbare Verkürzung in der Muskelfaser bzw. im Gesamtmuskel.

Die maximale Verkürzungsfähigkeit eines Muskels liegt bei ca. 50 % der Ursprungslänge, in der Regel liegt die Verkürzungsfähigkeit aber bei ca. 25 – 35% der Ursprungslänge des Muskels.

nach Bauer, 2007

Myofibrillen durchziehen die Muskelfasern der Länge nach und sind aus Eiweißstrukturen, den Myofilamenten aufgebaut. In den kleinsten funktionellen Einheiten des Muskels, den Sarkomeren, vollzieht sich letztlich eine Kontraktion, indem sich Aktin- und Myosinfilamente, wie bei einer Ruderbewegung, gegeneinander verschieben (Abbildung 40).

Voraussetzung für eine Kontraktion ist das Aktionspotenzial. Dies ist ein vom zentralen Nervensystem ausgesandtes elektrisches Signal, welches über die Nervenbahnen des peripheren Nervensystems zur Muskeloberfläche gelangt und dort bei ausreichender Stärke eine muskuläre Kontraktion auslöst.

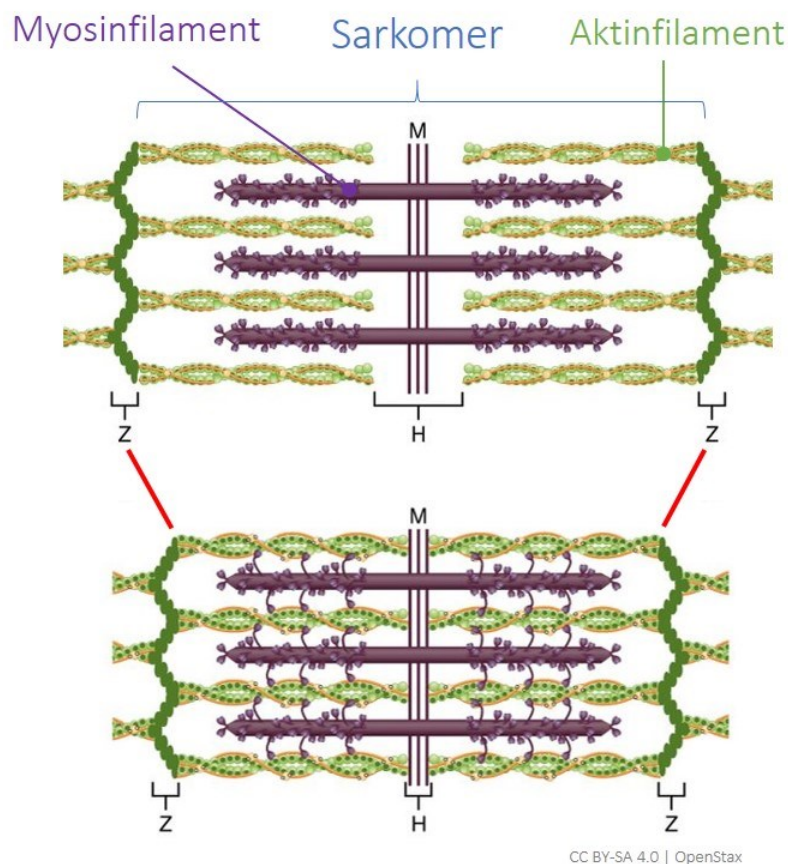
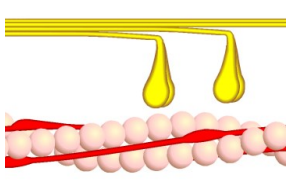
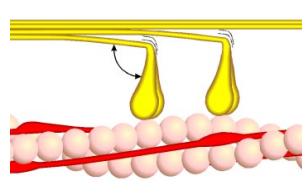
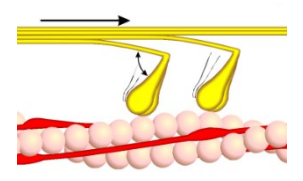
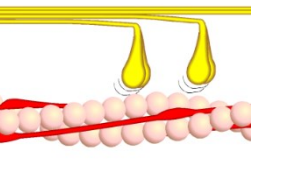


Abbildung 40: Schematische Darstellung des Querbrückenzyklus

Tabelle 12: Ablauf eines Kontraktionszyklus/Querbrückenzyklus („Querbrückenzyklus 1-4“ Autor: Moralapostel - Lizenziert unter CC BY-SA 3.0)

Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
			
Im Ruhezustand besteht keine Verbindung zwischen Aktin und Myosin.	Durch das Eintreffen eines Aktionspotentials wird die Zellmembran durchlässig für Kalziumionen, die dadurch in die Muskelzelle einströmen. Infolge des Kalzium-Einstroms verlagern sich die Troponin-Tropomyosin-Stränge, wodurch Andockstellen für die Myosinköpfe am Aktin frei werden.	Das am Myosinköpfchen gespeicherte ATP wird gespalten. Durch die Abspaltung dieses Phosphatrestes wird Energie frei, die für die Ausübung des sogenannten Kraftschlages des Myosinköpfchens genutzt wird.	Anschließend erfolgt eine erneute Bindung von ATP am Myosinkopf, wodurch sich der Myosinkopf wieder vom Aktin lösen kann. Dies ist die „Weichmacher-Wirkung des ATPs.“ Im Anschluss kann der Zyklus erneut beginnen.

3.6.7 Arbeitsweisen und Kontraktionsformen der Muskulatur

Je nach motorischer Anforderung wird zwischen verschiedenen Arbeitsweisen und Kontraktionsformen der Muskulatur unterschieden. Letztlich beeinflusst die Art und Weise der muskulären Kontraktion auch die physiologische Anpassungsreaktion.

Die maximale willkürlich erreichbare Kraft hängt unter anderem auch von der Arbeitsweise der Muskulatur ab. Bei einer exzentrischen (nachgebenden bzw. dynamisch negativen) Bewegung kann einem Widerstand eine höhere Kraft entgegengebracht werden als bei einer statischen (haltenden) Arbeitsweise. Statisch kann wiederum eine höhere Kraft generiert werden als bei einer konzentrischen (überwindenden bzw. dynamisch-positiven) Bewegung.

Neben diesen drei unterschiedlichen Arbeitsweisen kann bei der Skelettmuskulatur aber auch zwischen drei verschiedenen Kontraktionsformen differenziert werden (Abbildung 41).

Kontraktionsform	auxotonisch		isometrisch	isotonisch
Arbeitsweise	dynamisch-negativ oder exzentrisch	dynamisch-positiv oder konzentrisch	statisch	
Charakteristik	Länge und Spannung eines Muskels verändern sich. Äußerlich sichtbare Bewegung.		Spannung des Muskels verändert sich, Länge bleibt gleich. Keine äußerlich sichtbare Bewegung.	Länge des Muskels verändert sich, Spannung bleibt gleich.
Beispiel	Bankdrücken: M. triceps brachii beim Absenken der Hantelstange	M. quadriceps femoris beim Treppen hinauf steigen	Hände gegen einen Türrahmen pressen	Real praktisch nicht vorkommend

Abbildung 41: Kontraktionsformen, Arbeitsweisen und Charakteristika der Muskulatur

In verschiedenen sportlichen Disziplinen, aber auch bei Aktivitäten des täglichen Lebens, sind die genannten Anforderungen in sehr unterschiedlichem Maße gefordert, weshalb es sinnvoll sein kann, diese im Blick zu haben und ggf. auch im Trainingsprozess zu berücksichtigen.

Tabelle 13: Arbeitsweisen der Muskulatur

Arbeitsweise	Erklärung und Beispiel
Statisch (haltend)	Es treten intramuskuläre Spannungsänderungen auf, ohne dass es zu einer Längenänderung des Muskels kommt. Diese Arbeitsweise entsteht, wenn der Muskel gegen einen fixierten Widerstand kontrahiert. Beispiel: Bleibt man während des Klimmzuges in einer bestimmten Höhe hängen und verharrt in dieser Position, leistet der Muskel statische Arbeit.
Konzentrisch (positiv-dynamisch, überwindend)	Nähern sich Ursprung und Ansatz des Muskels an, während ein Widerstand überwunden wird, spricht man von konzentrischer Muskelarbeit. Beispiel Klimmzug: Um den Körper an der Reckstange hochzuziehen, muss der Oberarm gebeugt werden. Der Bizeps arbeitet konzentrisch.
Exzentrisch (negativ-dynamisch, nachgebend)	Wenn sich Ansatz und Ursprung des Muskels voneinander entfernen, während einem Widerstand kontrolliert nachgegeben wird, spricht man von einer exzentrischen Kontraktion. Beispiel: Wird der Körper nach einem Klimmzug wieder herabgelassen, bremst der Bizeps durch seine Kontraktion die Bewegung ab.

Merke:

Höhe der willkürlich erbringbaren Kraft: exzentrisch > statisch > konzentrisch

4 Funktionelle Anatomie

Die funktionelle Anatomie betrachtet die Körperstrukturen vor dem Hintergrund ihrer funktionellen Bedeutung. Im Rahmen der vorliegenden Ausbildung zum Fitnesstrainer stehen dabei die Bestandteile des Bewegungsapparates im Vordergrund, insbesondere ihre Lage, Form, Wirkung und Funktionsweise. Nachfolgend werden die für den Fitnessbereich relevantesten Elemente mit ihren Hauptfunktionen, Zusammenhängen und Lokalisationen dargestellt. Bei einer Gesamtzahl von mehr als 600 Skelettmuskeln, gut 200 Knochen und über 100 Diarthrosen sind die Ausführungen allerdings komprimiert und deutlich vereinfacht. Aufgrund der hohen Komplexität erheben sie nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Für erweiterten Informationsbedarf wird daher auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen.

Lernziele

In diesem Kapitel lernst du, ...

1. den Körper in den Bereichen Rumpf, obere Extremität und untere Extremität zu unterscheiden.
2. wie die Körperteile dieser drei Bereiche anatomisch aufgebaut sind.
3. welche Funktionen die Teilbereiche im Körper übernehmen.
4. welche typischen Verletzungen mit einer Überlastung in den Teilbereichen einhergehen können.

4.1 Die Skelettmuskulatur im Überblick

Im Rahmen der anatomischen Grundlagen wurden die Skelettmuskeln bereits von den beiden anderen Muskelarten (Glatte Muskulatur, Herzmuskulatur) nach ihren strukturellen Differenzen abgegrenzt. Betrachtet man sie nun verstärkt nach funktionellen und anatomischen Aspekten, so werden innerhalb der Skelettmuskulatur weitere Unterscheidungsmerkmale deutlich. So kann jeder Muskel des menschlichen Körpers genauer charakterisiert werden nach:

- *Wirkungsrichtung/en* (Beuger vs. Strecker, Abduktor vs. Adduktor, Innen- vs. Außenrotator)
- *Anzahl überspannter Gelenke* (eingelenkig vs. zweigelenkig vs. mehrgelenkig)
- *Bezugspunkt* (z. B. auf das Kniegelenk oder den Schultergürtel wirkend)
- *Lokalisation* (oberflächlich vs. tiefliegend, ventral vs. dorsal liegend, Rumpf vs. Extremitäten)

Abbildung 42, Abbildung 43 und Abbildung 44 geben einen Überblick über die anatomische Lage der größeren und für den Fitnessbereich besonders relevanten Skelettmuskeln. Nachfolgend werden diese näher beschrieben.

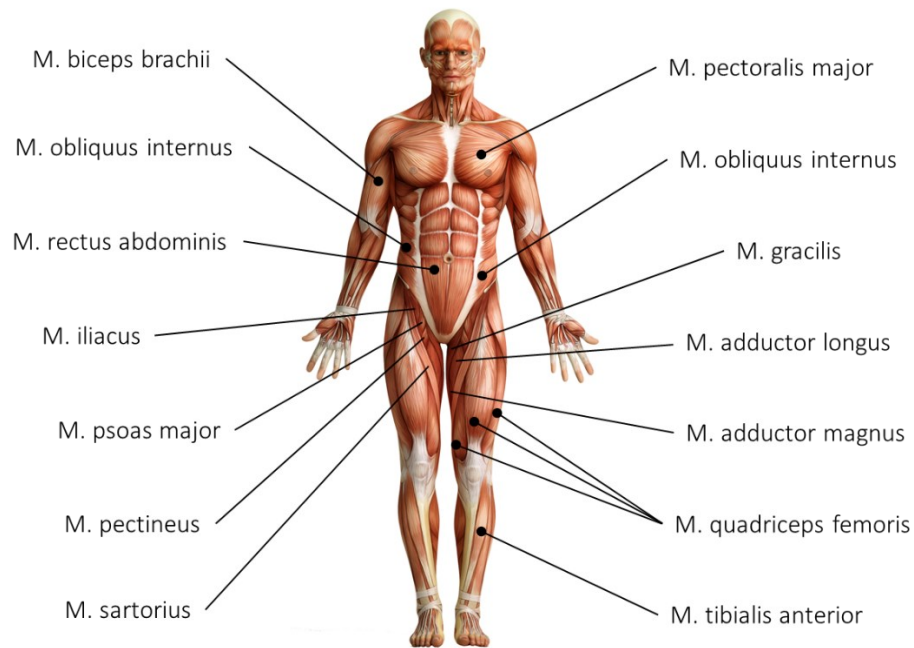


Abbildung 42: Ausgewählte Muskeln der Körpervorderseite

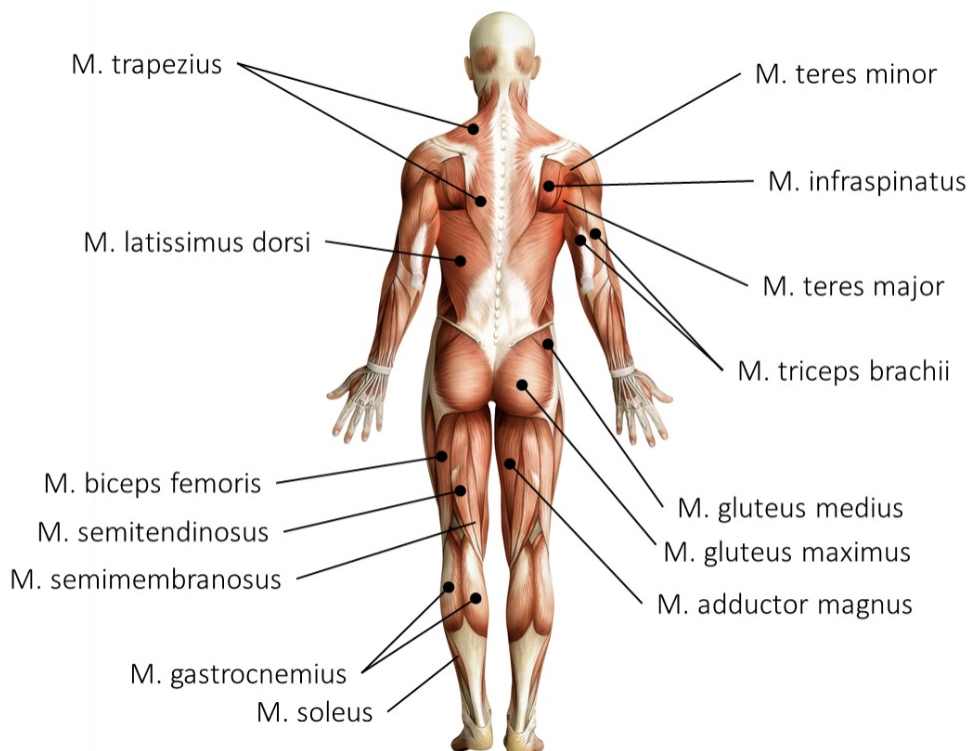


Abbildung 43: Ausgewählte Muskeln der Körperrückseite

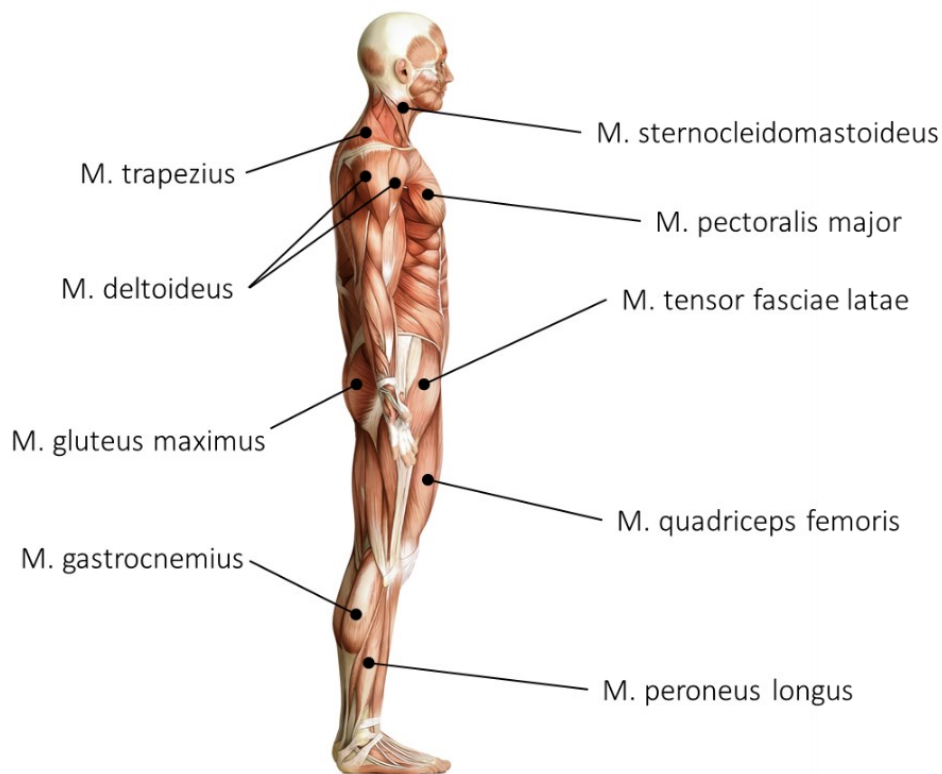


Abbildung 44: Muskeln in der seitlichen Körperansicht

4.2 Körperhaltung und Körperlot

Unter Haltung wird die Position verstanden, in der beim Stehen, Sitzen oder Liegen der Körper gegen die Schwerkraft aufrecht gehalten wird. Bei einer guten Körperhaltung werden die Stützmuskeln und Bänder des Körpers so wenig wie möglich belastet. Störungen am Bewegungsapparat, wie z. B. Rückenschmerzen, Kopfschmerzen, muskuläre Dysbalancen oder Beckenschiefstände, können durch eine korrekte Haltung häufig vermieden bzw. wieder ausgeglichen werden.

Das Körperlot kann zur Begutachtung und Beurteilung der Körperhaltung im Stand genutzt werden. Es stellt eine imaginäre Linie in der Seitansicht des menschlichen Körpers dar und sollte durch folgende markante Körperteile verlaufen:

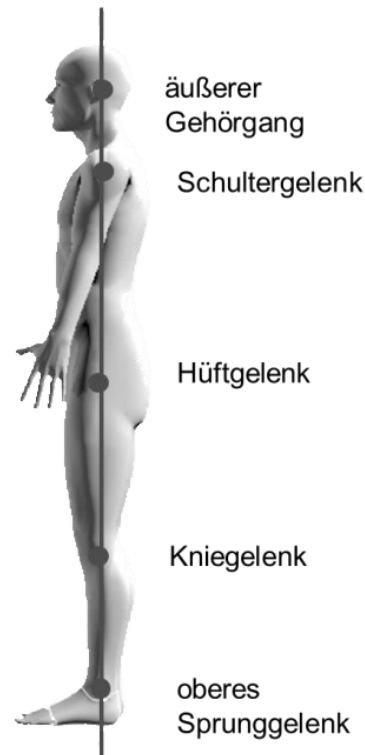


Abbildung 45: Körperlot (Eigene Darstellung)

Eine Abweichung der markanten Körperteile vom Körperlot ist mit einer verstärkten Belastung der muskulären Haltemuskulatur bzw. von Bandstrukturen verbunden.

4.3 Der Rumpf

Der Rumpf wird oftmals mit dem Körperstamm (auch *Truncus* oder *Torso*) gleichgesetzt. Während dem eigentlichen Stamm aber auch Kopf und Hals angehören, setzt sich der Rumpf als zentraler Abschnitt des Körpers (daher auch die engl. Bezeichnung „Core“, zu Deutsch „Kern“) im Wesentlichen aus Schultern, Brustkorb, Bauch, Rücken und Becken zusammen (siehe Abbildung 46). Der Schultergürtel stellt den Übergang zur oberen Extremität und das Becken bzw. die Hüftgelenke den Übergang zur unteren Extremität dar. Aus diesem Grund werden sie in den dortigen Kapiteln näher beschrieben. Die schmalste Stelle des Rumpfes ist die Taille. An den Knochen der Wirbelsäule, des Beckens und des Brustkorbes finden zahlreiche Muskeln ihren Ansatz und/oder Ursprung. Die Rumpfmuskulatur ermöglicht nicht nur viele Bewegungen, sondern umhüllt und schützt auch die inneren Organe. Nach dem Prinzip einer Zugurtung stabilisiert die Rumpfmuskulatur zudem die Wirbelsäule wie eine dynamische Verspannung. Das Training der Rumpfmuskulatur hat in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen, da erkannt wurde, dass diese bei der Übertragung von Kräften zwischen den Extremitäten im Alltag wie im Sport eine entscheidende Rolle spielt. Unter einem Training der Rumpfmuskulatur (Core Training) ist daher ein multidimensionales Training zur Kräftigung der Muskulatur und Verbesserung der neuromuskulären Koordination zu verstehen. Ziel ist es, den Körper robuster gegen Alltagsanforderungen zu machen und - im sportlichen Kontext - die Übertragung von Kräften im Körper zu optimieren.