

# Funktionelle Anatomie

## Bauplan des menschlichen Körpers

Man unterscheidet einen **Stamm (Truncus)** und zwei Paar Gliedmaßen, Arm und Bein. Der Stamm besteht aus dem **Kopf (Caput)**, dem **Hals (Collum)** und dem **Rumpf** (Truncus im engeren Sinne). Der Rumpf wiederum lässt sich wieder in **Brustbereich (Thorax)**, **Bauch (Abdomen)** und **Becken (Pelvis)** gliedern. Den nach hinten gerichteten Teil des Rumpfes bezeichnet man unter Einschluss des **Nackens (Nucha)** als **Rücken (Dorsum)**. Der Arm gliedert sich in den **Oberarm (Brachium)**, **Unterarm (Antebrachium)** sowie die **Hand (Manus)**. Am Bein werden **Oberschenkel (Femur)**, **Unterschenkel (Crus)** und **Fuß (Pes)** unterschieden.

## Achsen, Ebenen des Körpers und Richtungsbeziehungen

Zur Lageorientierung lassen sich durch den aufrecht stehenden Körper beliebig viele Achsen und Ebenen legen, die senkrecht zueinander stehen. Es gibt **3 Hauptachsen** und die durch sie definierten **3 Hauptebenen**.

### Achsen

Die **vertikale (longitudinale) Achse** verläuft in Längsrichtung (kranio-kaudal) vom Scheitel bis zur Sohle. Sie trifft senkrecht auf die Standfläche.

Die **sagittale Achse** zieht von hinten nach vorn (dorso-ventral) durch die hintere und vordere Körperwand. Sie verläuft in der Richtung des Pfeils, Sagitta

Die **transversale (horizontale) Achse** verläuft quer von links nach rechts und verbindet entsprechende Punkte beider Körperseiten miteinander

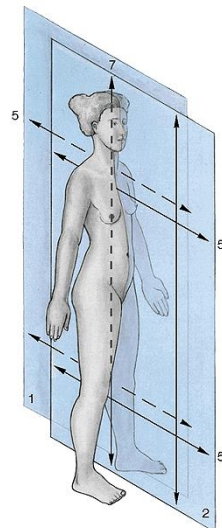
### Ebenen

Die **Medianebene (Median-Sagittal-Ebene)** oder Mittelebene verläuft vom Rücken zum Bauch und teilt den Körper vom Kopf bis zum Fuß in zwei seitengleiche Hälften (Antinieren), deshalb auch Symmetrieebene

Die **Sagittalebene** verläuft parallel zur vorigen durch den Körper schließt ein

- SagittalACHSE
- LongitudinalACHSE

senkrecht zur





medial, medialis	zur Mitte, auf die Medianebene zu
lateral	von der Mitte weg, zur Seite von der Medianebene weg
median	innerhalb der Medianebene

anterior	nach vorne zu
posterior	nach hinten zu

ventral	bauchwärts
dorsal	rückenwärts

### **An den Gliedmaßen**

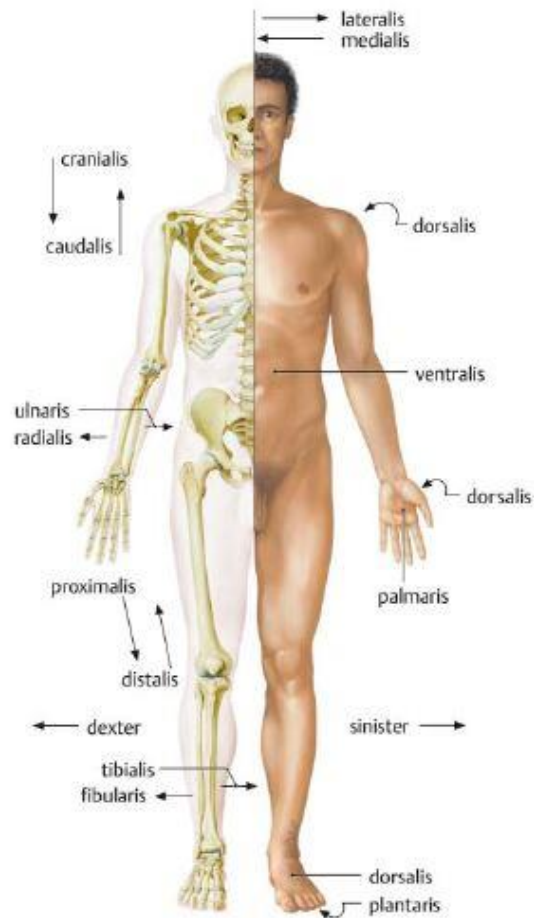
proximal	auf den Rumpfansatz der Gliedmaße zu
distal	weiter vom Rumpf entfernt liegend, Richtung Finger-, Zehenspitzen

ulnar	nach der Elle, Ulna, hin
radial	nach der Speiche, Radius, hin

tibia	nach dem Schienbein, Tibia, hin
fibular	nach dem Wadenbein, Fibula, hin

palmar oder volar	in oder nach der Hohlhand zu
plantar	in oder nach der Fußsohle zu

dexter	rechts
sinister	links



Lage- und Richtungsbezeichnungen (Anatomie. Aumüller 2010- G. Thieme Verlag)

## Bewegungsrichtungen

Flexion, Flexio	Beugung
Extension, Extensio	Streckung
Abduktion, Abductio	vom Körper weg
Adduktion, Adductio	zum Körper hin
Innenrotation	Innendrehung einer Extremität um ihre Längsachse
Außenrotation	Außendrehung einer Extremität um ihre Längsachse
Supination	Umwendbewegung der Hand bzw. des Fußes wobei die Hohlhand nach oben gerichtet, bzw. der mediale Fußrand gehoben wird. (Merke: Suppe essen)
Pronation	Umwendbewegung der Hand bzw. des Fußes wobei die Hohlhand nach unten gerichtet, bzw. der mediale Fußrand gesenkt wird. (Merke: Brot streichen)
Zirkumduktion, Circumductio	Umführbewegung, z.B. Daumen

Der Bewegungsapparat gestattet es dem Menschen sich in seiner Umwelt zu bewegen und sie zu gestalten. Das menschliche Skelett besteht aus über 200 Knochen und gibt unserem Körper:

- Festigkeit und Gestalt
- der Muskulatur Ansatzmöglichkeiten, so dass sie das Skelett zu bewegen vermag
- und schützt die inneren Organe

**Der Bewegungsapparat wird unterteilt in zwei Teile:**

- **Passiver Bewegungsapparat (= Skelettsystem)**

Er bildet das Gerüst des menschlichen Körpers und besteht aus Knochen, Gelenken und Bändern.

- **Aktiver Bewegungsapparat (= Muskelsystem)**

Er sichert die Körperhaltung, ermöglicht die aktive Bewegung des passiven Bewegungsapparates und besteht aus der Muskulatur und ihren Hilfseinrichtungen wie Sehnen und Sehnenscheiden.

## Der passive Bewegungsapparat

### Knochen

Das menschliche Skelett ist aus 223 Knochen aufgebaut, von denen 95 paarige und 33 unpaare Knochen sind. Die Gestalt der einzelnen Knochen ist genetisch festgelegt, die Struktur hängt jedoch weitgehend von Art und Größe der mechanischen Beanspruchung ab. Man unterteilt die Knochen nach der äußeren Form in:

Ossa longa (lange Knochen oder Röhrenknochen)

Ossa brevia (kurze Knochen)

Ossa plana (platte Knochen)

Ossa pneumatica (luftgefüllte Knochen)

Ossa irregularia (keiner der o. g. Gruppe zuzuordnen).

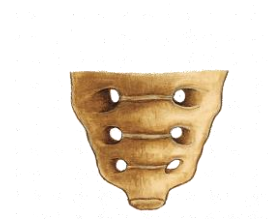
## Knochenverbindungen

### Kontinuierliche Knochenverbindungen – Synarthrosen - unechte Gelenke

- **Synostose** ist die festeste aller Verbindungen.

Nach Wachstumsschluss verknöchert die Verbindung.

Beisp: der Beckenknochen



- **Syndesmose**: Bandhaft, die Knochen sind über straffes Bindegewebe verbunden. Z.B. Membrana interossea des Unterarms, Schädelknochen vor der Verknöcherung



- **Synchondrose**: Knorpelhaft – die Knochen sind über hyalinen Knorpel verbunden. Z.B. Epiphysenfugen, 1., 6., und 7. Rippe mit dem Sternum



- **Symphyse**: verbindet zwei Knochen durch Faserknorpel und Bindegewebe

### Diskontinuierliche Knochenverbindungen – Diarthrosen – echte Gelenke

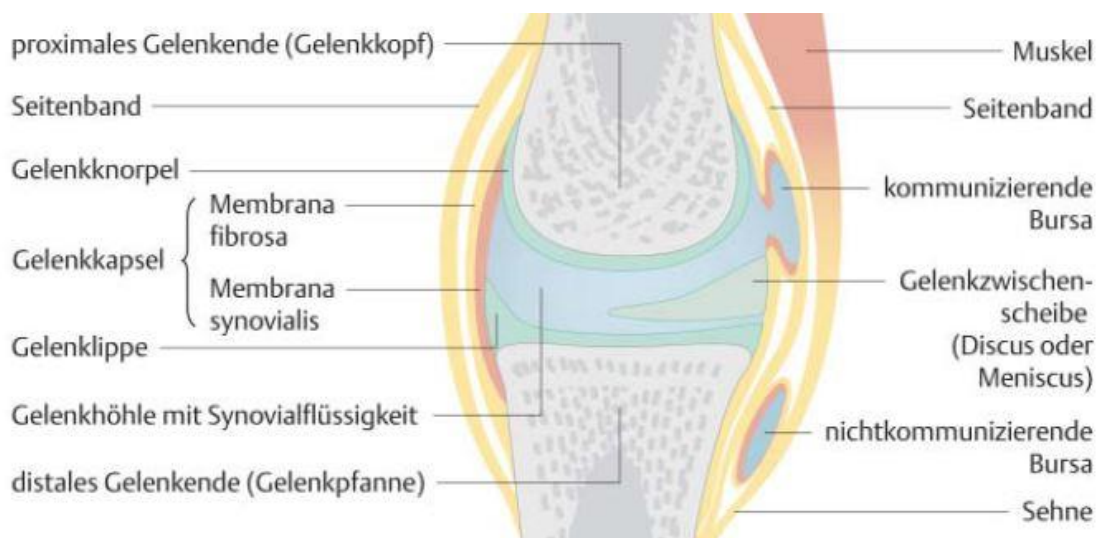
Die meisten Knochen des Skeletts sind durch Gelenke miteinander verbunden. Die mit dem Gelenk in Verbindung stehenden Knochenteile sind mit **hyalinem Knorpel** überzogen und

bilden die Gelenksflächen. Bei einem einfachen Gelenk bildet eine Gelenksfläche den **Gelenkkopf**, die andere die **Gelenkspfanne**, wobei sich zwischen den Gelenksflächen der **Gelenkspalt (Cavitas articularis)** befindet.

Das Gelenk ist von einer **Gelenkkapsel** umgeben.

Sie besteht aus zwei Schichten:

einer **inneren Membrana synovialis** und einer **äußeren Membrana fibrosa**, die die Fortsetzung der Beinhaut im Gelenks-bereich darstellt und hauptsächlich aus kollagenen Fasern besteht. In dieser Schicht finden sich auch die **Bänder (Ligamenta)** als Verstärkung der Kapsel. Die innere Membrana synovialis hingegen ist eine glatte Auskleidung, die die **Synovialflüssigkeit (Gelenkschmiere)** absondert. In ihr gibt es reichlich Nerven, Blutgefäße und elastische Fasern.



Allgemeiner Aufbau eines Gelenks (Anatomie. Aumüller 2010- G. Thieme Verlag)

Der **Gelenkknorpel** ist elastisch und wirkt als Stoßdämpfer, der die Druckbelastungen, die auf die Gelenksenden wirken, auffängt. Dieser besitzt keine Blutgefäße und wird lediglich von der Gelenksflüssigkeit und vom Knochen her genährt. Dazu ist wechselnde Be- und Entlastung notwendig.

Der Gelenkknorpel und die Gelenksflüssigkeit (Synovialflüssigkeit) ermöglichen ein beinahe reibungsloses Gleiten der Gelenksenden gegeneinander.

## Gelenktypen

Nach der Beweglichkeit teilt man die Gelenke funktionell in drei Gruppen ein, wobei man mehrere Gelenktypen unterscheidet:

### **Einachsige Gelenke**

Sie erlauben Bewegungen nur in einer Ebene und um eine Gelenksachse.

Das **Scharniergelenk** (z.B. Ellenbogengelenk) erlaubt nur Beugen und Strecken des Unterarms gegen den Oberarm.

Das **Radgelenk** (Gelenk zwischen Elle und Speiche) erlaubt nur die Handbewegung.

### **Zweiachsige Gelenke**

Sie erlauben ein weitaus größeres Bewegungsausmaß in zwei Ebenen und um zwei aufeinander senkrecht stehende Gelenksachsen.

Das **Eigelenk** (z.B. das Handgelenk) erlaubt Beugen und Strecken der Hand gegen den Unterarm sowie die Abspreizbewegung der Hand zur Kleinfinger- oder Daumenseite. Beim Eigelenk hat der Gelenkkopf die Gestalt eines Drehellipsoides oder Eies und liegt in einer entsprechend geformten Gelenkspfanne. Dadurch wird eine Drehung nach allen Seiten unmöglich und es bleiben nur zwei Bewegungsachsen.

Das Kniegelenk ist ein **Kondylengelenk** und erlaubt Beugen und Strecken des Unterschenkels gegen den Oberschenkel sowie Außen- und Innenrotation des Unterschenkels gegen den Oberschenkel. Das Kniegelenk ist sehr kompliziert gebaut, obwohl es nur von zwei Knochen, dem Oberschenkelknochen und dem Schienbein, gebildet wird. Da ein Großteil des Körpergewichts auf dem Kniegelenk lastet, wird es vor allem beim Laufen und Springen sehr beansprucht. Deshalb wird es von starken Bändern gefestigt, die eine Überstreckung verhindern. Das Gelenk wird vorne durch die Kniescheibe geschützt. Im Gelenk befindet sich links und rechts je ein nicht eingeschlossener, außen verdickter Knorpelring, der mit der Gelenkkapsel verwachsen ist.

Dieser Knorpelring heißt nach seiner Form Meniskus (von lateinisch meniscus = das Mönchchen, der Halbmond), der eine stoßdämpfende Wirkung hat.

Weil die Menisken nur am Mittelgrat der Schienbeinoberfläche festgewachsen, sonst aber freierschiebbar sind, ermöglichen sie in der Beugstellung des Beines auch eine Drehung des Schienbeins gegen den Oberschenkelknochen.

### **Dreiachsige Gelenke**

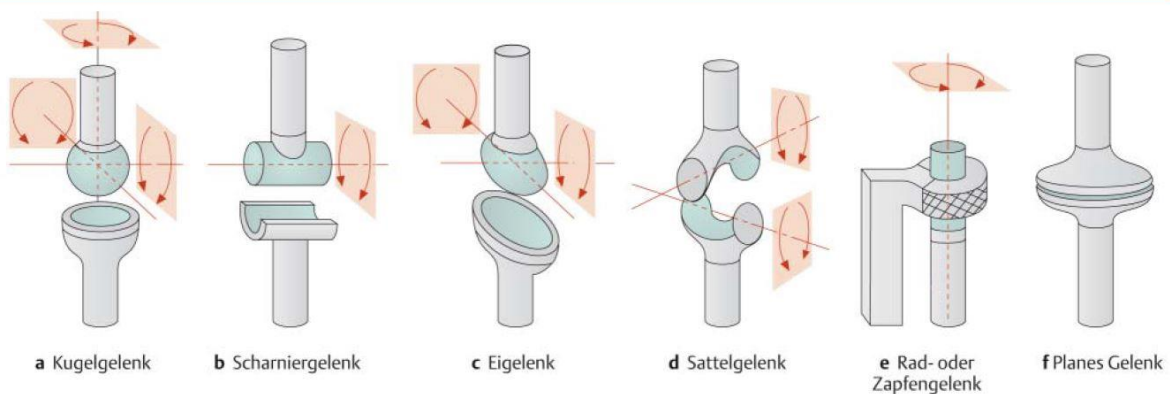
Sie erlauben Bewegungen in allen drei Ebenen des Raumes um drei aufeinander senkrecht stehende Gelenksachsen.- Das Kugelgelenk (z.B. das Schultergelenk) erlaubt Vor- und Rückführung des Armes, seitliches Abspreizen und Heranführen des Armes und Außen- und Innendrehung des Armes um seine Längsachse. Neben diesen drei Bewegungen um die drei Gelenksachsen sind alle Bewegungen mit dem Arm möglich. Diese sind dann Kombinationsbewegungen um zwei oder drei Gelenksachsen wie zum Beispiel das Armkreisen.



Der Bewegungsumfang in den Gelenken kann durch Dehnung der Muskulatur (= Stretching) verbessert werden. Nur indirekt durch Stärkung der Gelenkmuskulatur wird über die dynamisch stabilisierende Funktion der Muskulatur ein besserer Schutz des Knorpels vor Gelenkverletzungen und Überbeanspruchung erreicht. Dieser Schutzmechanismus des Gelenks und damit hauptsächlich des Gelenkknorpels kann nur durch systematisches Aufbautraining mit einer dem Trainingszustand angepassten Steigerung der Trainingsbelastung erreicht werden. Wir müssen jedoch akzeptieren, dass es gerade im Hochleistungssport Grenzen für die Belastbarkeit der Gelenke und im speziellen des Gelenkknorpels gibt.

Gelenkstypen:

- a. Planes Gelenk
- b. Kugelgelenk
- c. Eigelenk
- d. Bikondyläres Gelenk
- e. Rad/Zapfengelenk
- f. Sattelgelenk
- g. Scharniergelenk



Genekstypen (Anatomie. Aumüller 2010- G. Thieme Verlag)

## **Bänder – Ligamenta**

Die **Bänder** und die Gelenkmuskulatur sichern gemeinsam die Gelenke vor Überbeanspruchung und Verletzungen. Sie sind Verstärkungen der Gelenkapsel und meist nur künstlich von ihr zu trennen.

Die Bänder sind eine besondere Form des Bindegewebes. Sie bestehen zum größten Teil aus den festen weißen Fasern des Proteins Kollagen (**kollagene Fasern**) und zum geringeren Teil aus den gelben Fasern des Eiweißes Elastin (**elastische Fasern**). Die meisten Bänder bestehen aus gebündelten Fasern. Diese Faserbündel sind bei den jeweiligen Bandtypen in unterschiedlicher Verlaufsrichtung angeordnet. Zwischen den einzelnen Fasern liegen spezialisierte, faserbildende Bindegewebszellen, so genannte **Fibroblasten**, die die Bandstrukturen erneuern und zerstörte zersetzen. Zwischen den einzelnen Faserbündeln findet man ein lockeres Füllgewebe, das den Durchtritt von Blut- Lymphgefäßen und Nerven ermöglicht.

Die Ligamenta sind an der Knochenhaut befestigt, die einerseits der Ernährung des Knochens andererseits dem Ansatz von Bändern, Sehnen und Muskeln dient. Die Bänder gehen am Ansatz so kontinuierlich in die Knochenhaut über, dass sie oft bei Bandverletzungen mit einbezogen werden. Durch regelmäßiges Training wird der Bandapparat gestärkt.

## Der aktive Bewegungsapparat

### **Muskulatur**

Die Skelettmuskeln zeigen unterschiedliche Formen, aber im einfachsten Fall besteht ein Muskel aus einer Ursprungssehne, einem Muskelbauch und einer Ansatzsehne. Muskeln können aber nicht nur eine, sondern auch mehrere Sehnen besitzen. Man spricht dann zum Beispiel beim Bizeps vom „zweiköpfigen“, beim Trizeps vom „dreiköpfigen“ Muskel. Die Muskulatur ist dem Skelett in mehreren Schichten aufgelagert. Die **quer gestreifte Muskulatur** ist unserem Willen unterworfen (**willkürlich**), kann jedoch durch Reflexe auch unwillkürlich gesteuert werden. Zwischen den einzelnen Muskellagen des Rumpfs, aber auch an den Oberflächen der Muskulatur befinden sich oft große Sehnenplatten, die das Ansetzen zahlreicher Muskelfasern ermöglichen. Jede Muskelfaser ist von einer Haut umgeben. Mehrere Fasern sind zu einem Bündel vereinigt, einige von einer Haut überzogen und zu einem Muskel zusammengefasst. Der Länge nach wird eine Muskelfaser von zahlreichen feinen Eiweißelementen durchzogen, die durch ihre Verkürzung die Muskelarbeit durchführen. Meist wirken an unserem Körper mehrere Muskeln zusammen. Sie bilden Muskelgruppen oder funktionelle Gruppen, die wiederum Gegenspieler mit der genau entgegengesetzten Wirkung besitzen. Die Gegenspieler sind notwendig, weil sich die Muskeln nicht von selbst dehnen können.

## **Hilfseinrichtungen der Muskulatur**

### **Sehne (Tendo)**

Die Muskeln werden durch die Sehnen am Skelett verankert. Sie stellen ein festes Faser-gewebe mit hoher Zugfestigkeit ähnlich dem Bandapparat der Gelenke dar. Die Anpassungs-fähigkeit der Sehnen ist sehr beschränkt. Bei Jugendlichen lässt sich unter regelmäßigem Training ein Faserzuwachs bis zu 30% erkennen. Beim Erwachsenen findet lediglich eine Ver-änderung im mikroskopischen Aufbau der Sehne statt, der mit einer höheren Zugfestigkeit verbunden ist. Da die Sehnen schlecht durchblutet werden, heilen Sehnenverletzungen langsam und der Muskel muss lange ruhig gestellt werden.

Bei dauernder Überbeanspruchung eines Muskels kann es zu schmerzhaften Entzündungen an der Sehnenverankerung im Knochen kommen.

### **Sehnenscheiden (Vagina tendineum)**

Diese haben die Aufgabe, überall dort, wo es funktionell notwendig ist, die Sehnen an den Knochen oder in Gelenksnähe zu fixieren und ein Abheben von der Unterlage bei der Muskelaktion zu verhindern.

Sehnenscheiden bestehen aus einer binde-gewebigen Röhre, die innen von einer zarten flüssigkeitsabsondernden Haut ausgekleidet ist. Diese ermöglicht den Sehnen ein nahezu reibungsloses Gleiten in der Führungsröhre.

Bei Überbeanspruchung können sich die Sehnenscheiden sehr schmerzhaft entzünden.

Die Entzündung kann bis zur schmerzhaften Bewegungseinschränkung des jeweiligen Muskels führen.

### **Muskelbinden (Faszien)**

Die Muskelbinden stellen eine, aus straffem Bindegewebe aufgebaute Hülle für den Muskel dar. Sie sorgen als Führungsrinne dafür, dass der Muskel auch in Aktion in der richtigen Lage verbleibt.

### **Schleimbeutel**

Sie sind flüssigkeitsgefüllte Säckchen, die sich überall dort befinden, wo Muskel und Sehnen über Knochenvorsprüngen liegen oder gegenüber der Umgebung verschoben werden. Als druckverteilende Wasserkissen setzen sie die Reibung an der Umgebung herab. Bei Überbeanspruchung können sich auch die Schleimbeutel entzünden und dies kann zu einer Bewegungseinschränkung führen.

# Funktionelle Aspekte des Schultergürtels und der oberen Extremitäten

## Knochen des Schultergürtels und der oberen Extremitäten

### Scapula (Schulterblatt)

Die **Scapula** bildet den hinteren Teil des knöchernen Schultergürtels. Es handelt sich um einen überwiegend platten, dreieckigen Knochen, der vor allem als Muskelursprung dient und eine gelenkige Verbindung mit Oberarmknochen (Humerus) und Schlüsselbein (Clavicula) eingeht.

### Flächen

#### **Facies dorsalis**

Die dorsale Fläche der Scapula wird durch die **Spina scapulae** in die kleinere **Fossa supraspinata** und die größere **Fossa infraspinata** unterteilt.

#### **Facies ventralis (costalis)**

Die ventrale, den Rippen zugewandte Fläche der Scapula zeigt eine ausgedehnte konkave Grube, die **Fossa subscapularis**. Die medialen 2/3 der Fossa werden durch schräg verlaufende Kanten bestimmt, die als Sehnenansätze des Musculus subscapularis dienen.

### Ränder

#### **Margo superior**

Der Margo superior ist der kürzeste Rand der Scapula. Er verläuft vom Angulus medialis bis zur Basis des Processus coracoideus.

#### **Margo lateralis (axillaris)**

Der Margo lateralis ist von allen 3 Rändern der Scapula am massivsten. Er beginnt am Unterrand der Cavitas glenoidalis und endet am Angulus inferior.

#### **Margo medialis (vertebralis)**

Der Margo medialis ist der längste Rand der Scapula. Er zieht vom Angulus medialis zum Angulus inferior.

## **Winkel**

### **Angulus medialis**

Der Angulus medialis entsteht durch das Zusammentreffen von Margo medialis und Margo superior

### **Angulus inferior**

Der Angulus inferior entsteht durch das Zusammentreffen von Margo medialis und Margo lateralis. Er ist dick und rau.

### **Angulus lateralis**

Der Angulus lateralis ist der massivste Teil der Scapula und wird auch als "Schulterkopf" bezeichnet.

## **Prominente Strukturen**

### **Spina scapulae**

Die **Spina scapulae** ("Schultergräte") ist eine kompakte, quer über die dorsale Fläche der Scapula laufende Knochenleiste, die die Scapula topografisch in die Fossa supraspinatus und die Fossa infraspinatus teilt. Sie beginnt relativ flach am Margo medialis mit einer glatten dreieckigen Fläche, über die der Sehnenansatz des caudalen Anteils des Musculus trapezius gleitet. Auf Ihrem Weg nach lateral steigt die Spina an und endet im **Acromion**, welches das Schultergelenk überdacht.

### **Processus coracoideus**

Der **Processus coracoideus** ("Rabenschnabelfortsatz") ist ein starker hakenförmig gebogener Knochenfortsatz der Scapula. Er entspringt kranial der Cavitas glenoidalis und zieht zunächst nach cranial und medial um dann nach ventral und lateral zu schwenken.

### **Acromion**

Das **Acromion** ("Schulterhöhe") geht aus der Spina scapulae hervor und bildet den höchsten Punkt des Schulterblatts. Seine Facies superior ist aufgeraut und dient wie auch der laterale Rand des Acromions als Ursprung für den Musculus deltoideus.

Hier liegt der Knochen direkt subcutan und kann als anatomischer Bezugspunkt palpirt werden. Am medialen Rand des Acromions liegt eine kleine ovale Fläche, die die Gelenkverbindung zum Schlüsselbein (Clavicula) herstellt. Dieses Gelenk wird als **Acromioclaviculargelenk** bezeichnet.

### **Cavitas glenoidalis**

Die **Cavitas glenoidalis** ist eine knorpelüberzogene ovale Gelenkpfanne. Sie bildet zusammen mit dem Humeruskopf die **Articulatio humeroscapularis**. Sie wird von einer Pfannenlippe, dem **Labrum glenoidale** umgeben, welches die Gelenkpfanne vergrößert und vertieft.

### **Clavicula (Schlüsselbein)**

Das Schlüsselbein ist ein s-förmig gebogener Knochenstab, der die Verbindung zwischen Brustbein (Sternoclaviculargelenk) und Scapula (Acromioclaviculargelenk) bildet.

Das dem Brustbein zugewandte Ende (Extremitas sternalis claviculae) ist dick, der dem Acromion zugewandte Teil (Extremitas acromialis) platt und breit.

Linke Clavicula von oben



1. Corpus claviculae
2. Extremitas acromialis
3. Extremitas sternalis



Linke Clavicula von unten

### **Humerus (Oberarmknochen)**

Der **Humerus** ist der längste Knochen der oberen Extremität. Er besteht aus einem nahezu zylindrischen Körper (Corpus humeri) und je einem proximalen und distalen Endstück (Extremitas proximalis et distalis).

Linker Humerus

von ventral



von dorsal



1. Caput humeri
2. Corpus humeri
3. Collum anatomicum
4. Collum chirurgicum
5. Tuberculum majus
6. Tuberculum minus
7. Tuberositas deltoidea
8. Fossa olecrani
9. Epicondylus medialis (ulnaris)
10. Epicondylus lateralis (radialis)
11. Trochlea humeri
12. Capitulum humeri
13. Sulcus nervi radialis

### Proximales Endstück (Extremitas proximalis)

Am proximalen Endstück lassen sich 4 wichtige anatomische Strukturen unterscheiden: der Kopf (**Caput humeri**), der Hals (**Collum humeri**) und zwei Höcker, das **Tuberculum majus** (humeri) und das **Tuberculum minus** (humeri).

#### Caput humeri

Der nahezu halbkugelförmige Kopf des Humerus ist in der Ruhestellung des Oberarms nach kranial und medial, sowie leicht nach dorsal gerichtet. Er artikuliert mit der Cavitas glenoidalis der Scapula.

### **Collum humeri**

Unmittelbar unterhalb des Oberarmkopfs schließt sich der gegenüber der Gelenkfläche leicht eingezogene Hals des Oberarmknochens an, der auch als **Collum anatomicum** bezeichnet wird. Er dient der Gelenkkapsel des Schultergelenks als Ansatz. Von ihm abgegrenzt wird das **Collum chirurgicum**, eine chirurgisch bedeutsame "Sollbruchstelle" des Humerus, die unterhalb der Tubercula im Übergang zum Corpus liegt.

### **Tuberculum majus (humeri)**

Das Tuberculum majus liegt lateral des Oberarmkopfes. Seine kraniale Oberfläche ist abgerundet und weist drei flache Impressionen auf, die von oben nach unten folgenden Muskeln als Ansatz dienen:

- Musculus supraspinatus
- Musculus infraspinatus
- Musculus teres minor

### **Tuberculum minus (humeri)**

Auch das Tuberculum minus dient als Muskelansatz, und zwar für den Musculus subscapularis. Es ist zwar kleiner als das Tuberculum majus, springt aber stärker nach frontal hervor.

### **Epicondylus medialis und lateralis**

Das distale Endstück des Humerus endet lateral und medial in deutlichen Knochen-  
vorwölbungen (**Epicondylen**) und zeigt als wichtigstes anatomisches Merkmal den Gelenk-  
kopf des Humerus (**Condylus humeri**), der mit seinen Gelenkflächen (Facies articulares) den  
proximalen Teil des Ellenbogengelenks bildet.

Der **laterale Epicondylus** ist der gemeinsame Ursprung folgender Muskeln:

- Musculus supinator
- Musculus extensor carpi radialis brevis
- Musculus extensor carpi ulnaris
- Musculus extensor digitorum
- Musculus extensor digiti minimi

Der **mediale Epicondylus** ist kräftiger ausgeprägt als der laterale. Der **Epicondylus medialis** ist der gemeinsame Ursprung der oberflächlichen Flexoren des Unterarmes:



- Musculus pronator teres
- Musculus flexor carpi radialis
- Musculus flexor carpi ulnaris
- Musculus palmaris longus
- Musculus flexor digitorum superficialis

Der **Nervus ulnaris** läuft in einem Knochenkanal auf der posterioren Seite des **Epicondylus medialis** knapp an der Oberfläche.

### **Capitulum humeri**

Der laterale Anteil der Gelenkfläche besteht aus einer knopfartig abgerundeten und deutlich vorgewölbten Knorpelfläche, die als Capitulum humeri bezeichnet wird. Sie artikuliert mit der konkaven Gelenkfläche des Radiusköpfchens.

### **Trochlea**

Der mediale Anteil der Gelenkfläche wird aufgrund ihres rollenförmigen Aussehens Trochlea genannt. Sie artikuliert bündig mit der korrespondierenden, halbmondförmigen Gelenkfläche der proximalen Ulna.

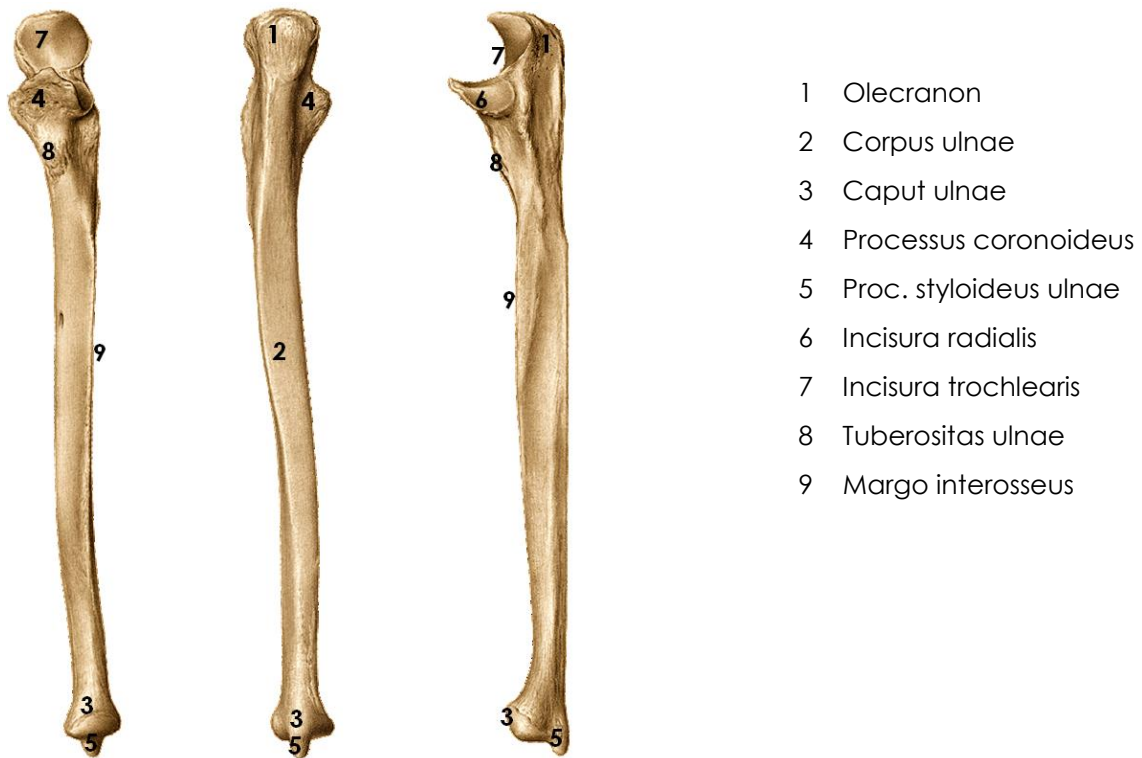
## Ulna (Elle)

Die **Ulna** ist ein länglicher Röhrenknochen, der an der medialen Seite des Unterarms liegt und parallel zum Radius verläuft. Sie besteht aus einem Körper (**Corpus ulnae**) und je einem proximalen und distalen Endstück (**Extremitas proximalis et distalis**).

Das stark ausgeprägte proximale Endstück formt den größten Teil des Ellenbogengelenks. Das kleinere distale Endstück steht über einen Knorpeldiskus mit dem Handgelenk in Verbindung.

### **Proximales Endstück (Extremitas proximalis)**

Am proximalen Endstück lassen sich 2 wichtige anatomische Strukturen unterscheiden: das **Olecranon** und der **Processus coronoideus**.



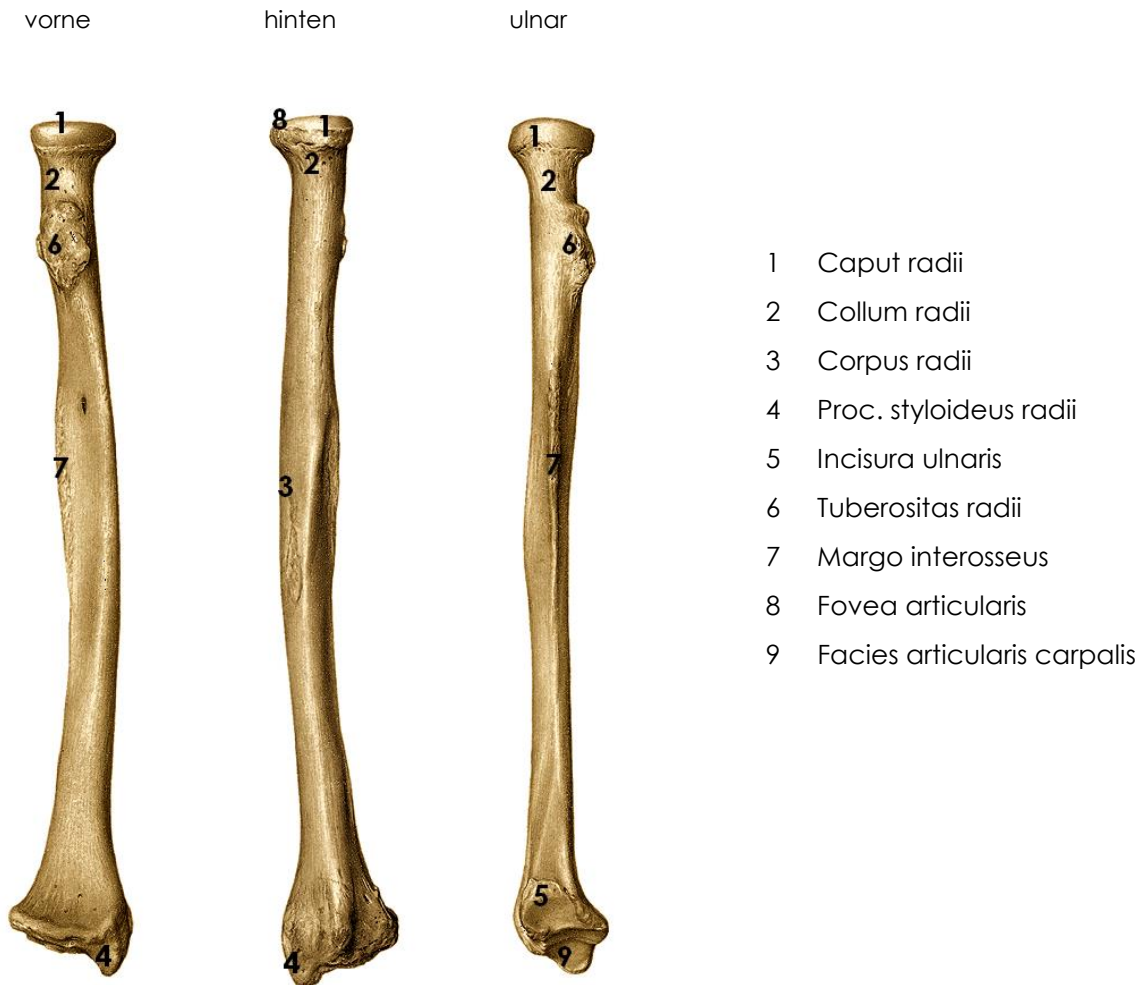
## Os radius (Speiche)

Der Radius ist ein Röhrenknochen des Unterarms, der im Deutschen als Speiche bezeichnet wird. Der Radius schließt sich dem Oberarm (Humerus) an und reicht im weiteren Verlauf bis zu den Handwurzelknochen (Ossa metacarpalia).

Wie nahezu jeden anderen Röhrenknochen kann man den Radius in drei Abschnitte einteilen:

- **Caput radii:** Der Radiuskopf, der sich dem Humerus anschließt
- **Collum radii:** Der darauf folgende, sich verjüngende Radiushals
- **Corpus radii:** Der Schaft bzw. Körper des Radius

Während der **Caput radii** mit dem Köpfchen des Oberarms, dem so genannten **Capitulum humeri**, artikuliert, bildet das distale Ende des Radius eine Gelenkfläche für die Handwurzelknochen.



### Gelenkesverbindungen des Radius

Die Speiche ist insgesamt an 4 verschiedenen Teilgelenken beteiligt. Zum einen artikuliert sie mit dem Humerus mittels der **Articulatio humeroradialis** und zum anderen mit den Handwurzelknochen mittels der **Articulatio radiocarpalis**. Am letzteren Gelenk hat die Elle keine direkte Beteiligung. Sie muss die aufgrund des weiter proximal liegenden Gelenkes entstehende Distanz mit einem Discus articularis überbrücken. Weiterhin besitzen Elle und Speiche zwei gelenkige Verbindungen miteinander. Zum einen proximal die **Articulatio radio-ulnaris proximalis** und zum anderen distal die **Articulatio radioulnaris distalis**.

### Hand- und Fingerskelett

Die Hand setzt sich aus einem knöchernen Gerüst sowie der dazugehörigen Muskulatur, Band- und Sehnenapparat, Blutversorgung und Innervation zusammen. Grob anatomisch lässt sich die Hand in die Handwurzel, die daran anschließende Mittelhand mit Handfläche (Palma

manus) und Handrücken (Dorsum manus) und die an deren Ende ansetzenden Finger (Digiti manus) einteilen.

Die knöchernerne Hand besteht aus den kleinen Knochen der Handwurzel (**Carpus**) sowie den Röhrenknochen von Mittelhand (**Metacarpus**) und Fingergliedern (**Phalangen**) zusammen. Jeder Finger besitzt 3 Fingerglieder (proximales, mittleres, distales) bis auf den Daumen, der nur 2 Fingerglieder aufweist. Die Finger- und Mittelhandknochen werden als I. bis V. Strahl vom Daumen beginnend nummeriert.

Der Carpus (Handwurzel) besteht aus 2 Reihen:

### 1. Reihe = proximale Reihe

- Os scaphoideum = Kahnbein
- Os lunatum = Mondbein
- Os triquetrum = Dreiecksbein
- Os pisiformae = Erbsenbein

### 2. Reihe = distale Reihe

- Os trapezium = trapezförmiges Bein
- Os trapezoideum = trapezähnliches Bein
- Os capitatum = Kopfbein
- Os hamatum = Hakenbein

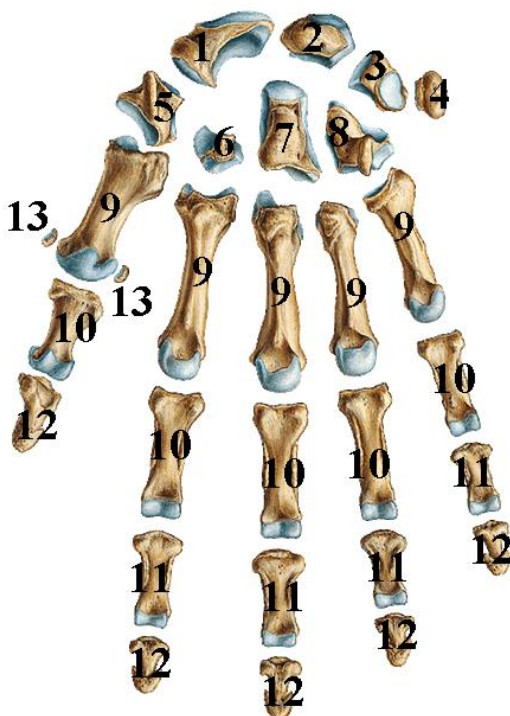
### Mittelhandknochen

Ossa metacarpalia I - V

### Fingerknochen

Phalanx proximalis I - V

Phalanx media II - V (Der Daumen besteht nur aus zwei Phalanxknochen)



- |                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| 7. Os scaphoideum   | 1. Os hamatum (hamulus)   |
| 8. Os lunatum       | 2. Ossa metacarpi I-V     |
| 9. Os triquetrum    | 3. Phalanx proximalis I-V |
| 10. Os pisiforme    | 4. Phalanx media II-V     |
| 11. Os trapezium    | 5. Phalanx distalis I-V   |
| 12. Os trapezoideum | 6. Ossa sesamoidea        |
| 13. Os capitatum    |                           |

Es fährt der **Kahn** bei **Mondenschein**, **dreimal** um das **Erbsenbein**. **Vieleck groß, Vieleck klein**, es muss am **Kopf** ein **Haken** sein

# Gelenke des Schultergürtels und der oberen Extremitäten

## Sternoclaviculargelenk

Zwischen dem sternalen Ende des Schlüsselbeins und der **Incisura clavicularis** des Brustbeins ist ein faserknorpeliger, dicker **Discus articularis** eingeschoben.

Das sternale Schlüsselbeinende ist viel breiter als die dafür vorgesehene Gelenkfläche am Sternum und ragt daher über den Oberrand des Sternums hinaus, was zu einer Vertiefung der Drosselgrube (**Incisura jugularis**) führt.

## Acromioclaviculargelenk

Zwischen Acromion und lateralem Schlüsselbeinende.

Beide Schlüsselbeingelenke vergrößern die Beweglichkeit des Schultergürtels und sind funktionell Kugelgelenke.

## Schultergelenk (Articulatio humeri)

Im Schultergelenk artikuliert das **Caput humeri** mit der **Cavitas glenoidalis** der Scapula. Das Schultergelenk ist das beweglichste Kugelgelenk des Körpers.

Der kugelförmige Kopf des **Humerus** artikuliert mit der längsoval geformten **Cavitas glenoidalis**. Die Cavitas glenoidalis ist im Vergleich zum Humeruskopf klein und umschließt daher den Humeruskopf nicht vollständig wie es beispielsweise im Hüftgelenk der Fall ist. Eine Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen beiden Gelenkpartnern wird durch das um die Cavitas glenoidalis ausgebildete 3-4 mm breite **Labrum glenoidale** (Pfannenlippe) erreicht. Das Labrum glenoidale besteht aus Faserknorpel und ist an der Cavitas glenoidalis befestigt. Die Gelenkkapsel des Schultergelenks ist relativ weitläufig und schlaff.

Die Führung und Absicherung des Schultergelenkes erfolgt durch das manschettenartig umschließende Muskeln – die so genannte **Rotatorenmanschette**. Sie leistet einen wesentlich höheren Beitrag zur Stabilität als die Bänder.

- M. subscapularis
- M. infraspinatus
- M. supraspinatus
- M. teres minor

## Ellenbogengelenk (Articulatio cubiti)

Das Ellenbogengelenk ist ein zusammengesetztes Gelenk, in dem der **Humerus** mit **Radius** und **Ulna** artikuliert. Es lassen sich drei Teilgelenke unterscheiden:

- **Articulatio humeroulnaris** (Humeroulnargelenk)
- **Articulatio humeroradialis** (Humeroradialgelenk)
- **Articulatio radioulnaris proximalis** (proximales Radioulnargelenk)

### **Bewegungsformen und Bewegungsumfang**

Im Ellenbogengelenk sind die Flexion und Extension des Unterarms gegenüber dem Oberarm und die Pronation und Supination des Radius gegenüber der Ulna möglich. Die folgend angegebenen Bewegungsumfänge gehen von der Neutralnullstellung aus.

#### **Flexion und Extension**

Die Flexion/Extension findet in der Articulatio humeroradialis und in der Articulatio humeroulnaris statt. Eine Flexion kann bis zu 150° (Winkel zwischen Unterarm und Oberarm) durchgeführt werden. Eine Extensionsfähigkeit über die Neutralstellung hinaus ist nicht regelmäßig gegeben. Bei Kindern und Frauen kann eine Überstreckbarkeit von ca. 10° bestehen.

#### **Pronation und Supination**

Die Pronation/Supination findet in der Articulatio radioulnaris proximalis in Zusammenarbeit mit der Articulatio radioulnaris distalis statt. Beide Bewegungen sind bis zu einem Winkel von 80-90° möglich. Bei Drehung des Radius bewegt sich das Caput radii im Humeroradialgelenk mit.

## Hand- und Fingergelenke

### **Proximales Handwurzelgelenk (Articulatio radiocarpea)**

Das proximale Handwurzelgelenk ist ein Eigelenk. Es artikulieren die Gelenksfläche des distalen Radiusendes (Facies articularis carpea) und die der proximalen Handwurzelreihe, dazwischen befindet sich der Discus articularis.

### **Distales Handgelenk (Articulatio mediocarpea)**

Das distale Handgelenk ist ein Scharniergelenk und befindet sich zwischen proximaler und distaler Handwurzelreihe

### **Articulatio carpometacarpea pollicis (Daumensattelgelenk)**

Zwischen dem Os trapezium und dem 1. Mittelhandknochen

### **Articulationes carpometacarpea II-IV**

Sind Amphiarthrosen = straffe, wenig bewegliche Gelenke zwischen distaler Handwurzelreihe und Mittelhandknochen

### **Fingergrundgelenke (Metacarpophalangealgelenke I-V = MCP-Gelenke)**

Die Fingergrundgelenke sind Kugelgelenke und liegen zwischen Köpfchen des jeweiligen Mittelhandknochens und der Basis des jeweiligen Fingergrundgliedes.

Ausnahme ist das MCP I (Daumengrundgelenk), welches ein Scharniergelenk darstellt.

### **Mittel- und Endgelenke der Finger (PIP,DIP)**

Sind Scharniergelenke (am Daumen gibt es nur 1 Interphalangealgelenk!)

## **Muskeln des Schultergürtels und der oberen Extremitäten**

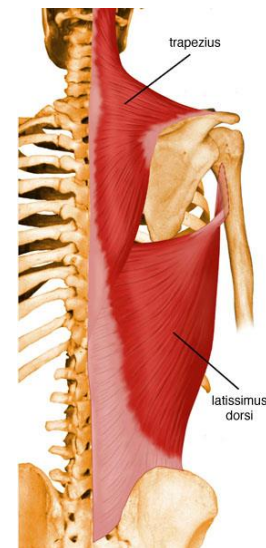
### Schultergürtelmuskulatur

Die Schultergürtelmuskulatur bewegt das Schulterblatt und ist damit wesentlich am vollen Bewegungsausmaß des Oberarmes beteiligt. So kann z.B. im Schultergelenk selbst nur bis 90 Grad abduziert werden, der Rest bis ca. 180 Grad geschieht durch Drehung des Schulterblattes und Seitneigen der Wirbelsäule.

Bei jeder Bewegung des Schulterblattes wirken immer mehrere Muskeln mit die das Schulterblatt aktiv bewegen, bzw. stabilisieren. Besonders die Rotation ist immer ein gemeinsamer Akt mehrerer Schulterblattmuskeln.

### **Musculus trapezius**

- U: Hinterhaupt, Ligamentum nuchae,  
Dornfortsätze des 1. bis 12. BWKs
- A: Pars descendens: Clavicula (lateral)  
Pars transversa: Acromion  
Pars ascendens: Spina Scapulae
- F: Pars descendens: hochziehen, ARO der Scapula  
Pars transversa: zurückziehen der Schulter  
Pars ascendens: senken der Schulter



### **Klinischer Hinweis :**

Besonders der absteigende Teil (Pars descendens) neigt zu Verspannungen, die sowohl Ausdruck von Halswirbelsäulenerkrankungen sein können, als auch Zeichen psychischen Belastungen.

### **Musculus levator scapulae**

- U: Querfortsätze HW 1-4
- A: Margo medialis scapulae
- F: zieht Scapula nach medial-kranial



### **Klinischer Hinweis:**

Der M. levator scapulae neigt zur Verkürzung und führt zu einem schmerzhaften Ansatz im Bereich des Angulus superior. Besonders bei Arbeiten am Computer (Maus) aber auch bei emotionalem Stress verursacht der Schulterblattheber oft Beschwerden.



### **Musculus serratus anterior**

- U: 1. bis 9. Rippe  
A: Margo medialis scapulae (ventral)  
F: Fixiert Scapula am Thorax,  
dreht Scapula (Elevation, Abduktion)

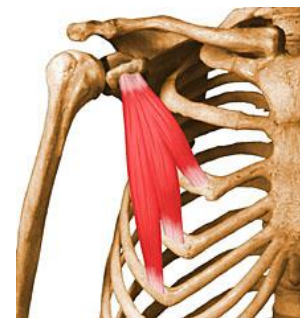


### **Klinischer Hinweis:**

Bei Schwäche des Serratus anterior kommt es zur so genannten „Scapula alata“ (=Flügel, Schulterblatt steht weg)

### **Musculus pectoralis minor**

- U: von den Rippen 3-5  
A: Processus coracoideus  
F: Anteversion



### **Klinischer Hinweis:**

Wichtiger tonischer Muskel, der bei Verkürzung das Schulterblatt nach vorne zieht und Druckschmerzhaftigkeit im Bereich des Processus coracoideus verursacht.

### **Musculus pectoralis major**

- U: Pars clavicularis: Clavicula  
Pars sternalis : Sternum, 1. bis 5. Rippenknorpel  
Pars abdominalis: Fascie des M. rectus abdominis  
A: proximaler Humerusschaft  
F: Arm: Adduktion, Innenrotation  
Schulter: oberer Teil hebt  
unterer Teil senkt  
Atemhilfsmuskel



### Klinischer Hinweis:

Besonders der obere Anteil ist oft verkürzt, dies kann zu Störungen des Schultergelenkes und einen Rundrücken führen.

Gemeinsam fixieren die Schulterblattmuskeln die Scapula am Thorax mit folgenden aktiven Bewegungen:

**ARO:** M. trapezius (Pars ascendens und descendens), M. serratus anterior

**IRO:** M. levator scapulae, M. rhomboideus

**Heben:** M. trapezius (Pars descendens), M. levator scapulae, M. rhomboideus

**Senken:** M. trapezius (Pars ascendens), M. serratus anterior

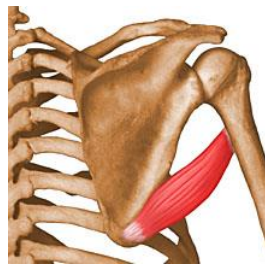
**Abduktion/Protraktion:** M. serratus anterior, M. pectoralis minor

**Adduktion/Retraktion:** M. trapezius, M. rhomboideus, M. levator scapulae

## Schultermuskulatur

### **Musculus teres major**

- U: Angulus inferior scapulae
- A: proximaler Humerusschaft
- F: Adduktion des Armes,  
Retroversion, Innenrotation



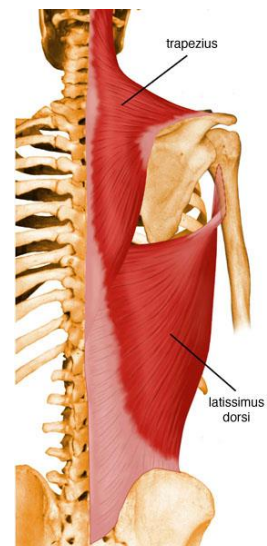
Ansicht dorsal



Ansicht ventral

### **Musculus latissimus dorsi**

- U: Dornfortsätze des 7. bis 12. BKWs und 1. bis 5. LWKs  
Kreuzbein (Fascia thoracolumbalis)  
Crista iliaca  
10. bis 12. Rippe  
Angulus inferior scapulae
- A: proximaler Humerusschaft
- F: Adduktion des Armes, Retroversion, Innenrotation



### **Klinischer Hinweis:**

Der Musculus latissimus dorsi ist ein breiter, flächenhafter, phasischer Muskel und neigt zur Abschwächung. Er ist dorsal ein wichtiger formgebender Rückenmuskel (V-Form).

### **Die Rotatorenmanschette**

Das Schultergelenk ist mit der flachen, kleinen Gelenkspfanne und dem schlaffen Bandapparat von selbst nicht stabil. Bei Zug von großen Muskeln mit langem Hebelarm würde der Humeruskopf aus der Pfanne gleiten. Um dies zu verhindern stabilisieren die Muskeln der Rotatorenmanschette das Gelenk und halten den Kopf aktiv in der Pfannenmitte.

Zusätzlich führen die einzelnen Rotatorenmanschettenmuskeln selbstverständlich auch Bewegungen aus.

#### **Musculus supraspinatus**

U: Fossa supraspinatus

A: Tuberculum majus

F: Abduktion



#### **Musculus infraspinatus**

U: Fossa infraspinatus

A: Tuberculum majus

F: Außenrotation



#### **Musculus subscapularis**

U: Fossa subscapularis

A: Tuberculum minor

F: Innenrotation



#### **Musculus teres minor**

U: Margo laterale scapulae

A: Tuberculum majus

F: Außenrotation



### **Klinischer Hinweis:**

An sämtlichen Muskeln der Rotatorenmanschette können Ansatz-tendinopathien entstehen. Die Ansätze sind dann druckschmerzhaft und die Funktion des Muskels eingeschränkt. Weitere Folge kann dann eine Ruptur (=Riss) einzelner Muskeln sein (Rotatorenmanschettenruptur). Viele Beschwerden des Schultergelenkes werden durch eine nicht ausreichende Zentrierung des Humeruskopfes durch die Rotatorenmanschette verursacht, z.B. Impingement. Verletzungs- oder überlastungsbedingte Schwellungen der Supraspinatussehne können in der „Schulterenge“ zu Durchblutungsstörungen mit weiterer Schädigung führen. Typisch sind Schmerzen, welche bei Abduktionsstellungen zwischen 60° und 120° auftreten (sog. schmerzhafter Bogen = „painful arc“ bei Impingement-Syndrom).

## Oberarmmuskulatur

### **Musculus deltoideus**

Der M. deltoideus ist der formgebende Muskel der Schulter. Mit seinen drei Teilen ist er an jeder Bewegung der Schulter beteiligt.

U:	Pars clavicularis	Clavicula
	Pars acromialis	Acromion
	Pars spinalis	Spina scapulae
A:	Tuberositas deltoidea	
F:	Pars clavicularis	Anteversion, Innenrotation
	Pars acromialis	Abduktion
	Pars spinalis	Retroversion, Außenrotation



### **Klinischer Hinweis:**

Bei Problemen im Schultergelenk besteht oft eine Druckschmerzhaftigkeit im Bereich des Muskelansatzes am Oberarm (Tuberositas deltoidea).

Bei Muskelerkrankungen oder Ruhigstellung der Schulter kommt es sehr rasch zu einem Substanzverlust des Muskels (bis 5% pro Tag)

## **Musculus biceps brachii**

- U: Caput longum: Tuberculum supraglenoidale scapulae  
Caput breve: Processus coracoideus
- A: Tuberositas radii
- F: im Schultergelenk: Innenrotation, Abduktion (Caput longum) und Adduktion (Caput breve), Anteversion  
im Ellbogengelenk: Flexion, Supination bei gebeugtem Ellbogengelenk
- N: N. musculocutaneus



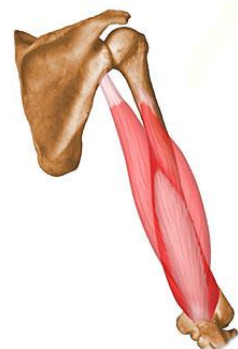
### **Klinischer Hinweis:**

Im Bereich der Sehne des langen Bizepskopfes kommt es oft zu Entzündungen und Degenerationen mit Verkalkung. In weiterer Folge kann die Sehne des langen Bizepskopfes auch reißen (=Ruptur)

## **Musculus triceps brachii**

Der **Musculus triceps brachii** ist ein dreiköpfiger phasischer Muskel. Die drei Köpfe des Trizeps brachii bezeichnet man als "Caput longum", "Caput laterale" und "Caput mediale". Das Caput longum setzt an der Scapula an und ist somit 2-gelenkig. Gemeinsam finden sie ihren Ansatz über die Trizepssehne am Olecranon.

- U: Caput longum: Tuberculum infraglenoidale scapulae  
Caput mediale: mediale Rückseite des Humerusschaftes  
Caput laterale: laterale Rückseite des Humerusschaftes
- A: Olecranon
- F: Extension am Ellbogen  
Langer Kopf auch Retroversion der Schulter



### **Musculus brachialis**

Der **Musculus brachialis** entspringt an der Vorderfläche (Facies anterior) der distalen Hälfte des Humerus und inseriert an der Tuberositas ulnae und an der medialen Fläche des Processus coronoideus der Ulna. Er ist ein kräftiger Beuger, unabhängig von Pronation- oder Supinationsstellung (Ansatz an der Ulna)

- U: Humerus ventral
- A: Tuberositas ulnae
- F: Flexion
- N: N. musculocutaneus (C5-C7)



## Unterarmmuskulatur

Die Muskulatur des Unterarmes setzt sich aus den Flexoren (Beugemuskeln = ventrale Gruppe), die ihren Ursprung im Bereich des Epicondylus medialis, sowie aus den Extensoren (Streckmuskeln = dorsale und radiale Gruppe), die ihren Ursprung im Bereich des Epicondylus lateralis haben, an der Radial- und Dorsalseite zusammen.

Viele dieser Muskeln bewegen nicht nur den Unterarm im Ellenbogengelenk und die Hand im Handgelenk, sondern auch die Finger. Damit stehen zur Fingerbewegung große und kräftige Muskeln zur Verfügung, die an der Hand selbst die Funktion behindern würden.

### **Radiale Gruppe (Extensoren)**

**Musculus brachioradialis**

**Musculus extensor carpi radialis longus**

**Musculus extensor carpi radialis brevis**

## **Dorsale Gruppe (Extensoren)**

**Musculus extensor carpi ulnaris**

**Musculus extensor digiti minimi**

**Musculus extensor digitorum**

## **Tiefe Schichte**

**Musculus supinator**

**M. abductor pollicis longus**

**M. extensor pollicis brevis**

**M. extensor pollicis longus**

**M. extensor indicis**

## **Ventrale Gruppe (Flexoren)**

**Musculus pronator teres**

**Musculus flexor carpi radialis**

**Musculus flexor carpi ulnaris**

**Musculus palmaris longus**

**Musculus flexor digitorum superficialis**

## **Tiefe Schichte**

**M. flexor digitorum profundus**

**M. flexor pollicis longus**

**M. pronator quadratus**

## **Klinischer Hinweis:**

Im Bereich der Muskelansätze an den Epicondylen kommt es oft zu Sehnenansatzentzündungen (Tennisellbogen, Golferellbogen).

Die meisten Beugesehnen verlaufen im Bereich des Handgelenkes unter einem Band (Retinaculum flexorum) im so genannten Karpaltunnel – gemeinsam mit dem Nervus medianus. Bei Schwellungen wird der Nerv komprimiert: Karpaltunnelsyndrom.

Ebenso kommt es im Bereich des Handgelenkes zu diversen Sehnenscheidenentzündungen (Tendovaginitis).

## Funktionelle Aspekte des Beckens und der unteren Extremität

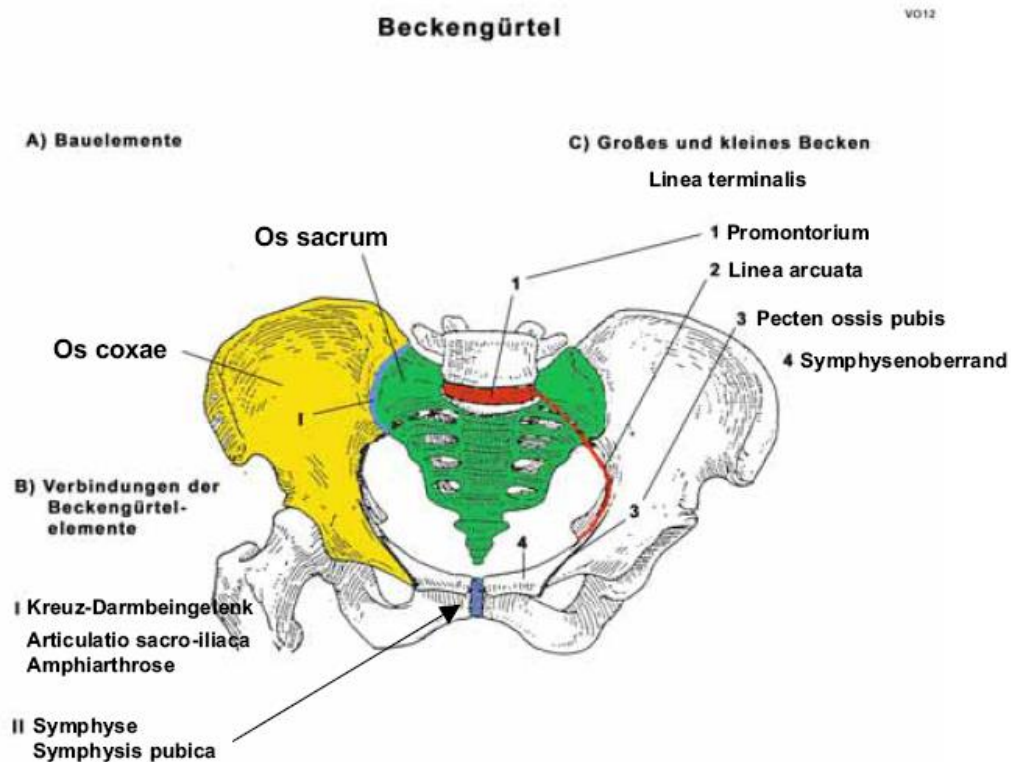
### Knochen des Beckens und der unteren Extremitäten

#### Der Beckenring

Form und Funktion der Becken-Hüftregion dienen primär der Stabilisierung des Rumpfes auf den unteren Extremitäten. Funktionell sind Hüftgelenk, Iliosacralgelenk, Symphyse und lumbale Wirbelsäule eng miteinander verbunden. Die passive Stabilität des Hüftgelenks ist, neben der von Muskeln gewährleisteten aktiven Stabilität, eine wesentliche Komponente der Gelenkmechanik, da sie einen großen Einfluss auf Haltung und Bewegungen ausübt.

Der Beckenring besteht aus 3 knöchernen Teilen:

- Kreuzbein (Os sacrum)
- 2 Hüftbeinen (Ossa coxae)





## Hüftbein – Os coxae

Entsteht durch die Synostose (Verknöcherung) von drei Einzelknochen

- Darmbein (Os ilii) - kranial
- Sitzbein (Os ischii) - kaudal/dorsal
- Schambein (Os pubis) - kaudal/ventral

Bis etwa zum 18. Lebensjahr werden die drei Einzelknochen noch durch Knorpelfugen gegeneinander abgegrenzt, die im Acetabulum (Hüftpfanne) aufeinander treffen.

## Darmbein – Os ilii

Das Os ilii besteht aus einer großflächigen Knochenplatte (Darmbeinschaukel = Ala ossis ilii) und einem massiven Sockel (Darmbeinkörper = Corpus ossis ilii).

Die ausgehöhlte **Innenfläche** der Darmbeinschaukel (Darmbeingrube = Fossa iliaca) dient dem M. iliacus als Ursprungsfläche. Dorsal von der Darmbeingrube liegt die „ohrmuschelförmige Gelenkfläche“ (Facies auricularis) für das Kreuz-Darmbein-Gelenk.

Auf der **Außenfläche** der Darmbeinschaukel (Facies glutea) befinden sich die Linea glutea inferior, anterior und posterior, welche die Ursprungsfelder der Gesäßmuskulatur abgrenzen.

Der wulstige Oberrand der Darmbeinschaukel wird als Darmbeinkamm (Crista iliaca) bezeichnet und endet ventral im vorderen oberen Darmbeinstachel (Spina iliaca anterior superior).

## Sitzbein – Os ischii

Man unterscheidet den Sitzbeinkörper (Corpus ossis ischii) und den Sitzbeinast (Ramus ossis ischii) wo sich dorsal ein spitzer Knochenvorsprung (Spina ischiadica) vorwölbt.

Als Ursprungsfeld der ischiocruralen Muskulatur ist am caudalen Teil des Sitzbeinastes der Sitzbeinhöcker (Tuber ischiadicum) ausgebildet.

## Schambein – Os pubis

Das Os pubis besteht aus dem Schambeinkörper (Corpus ossis pubis), dem oberen und unteren Schambeinast (Ramus superior ossis pubis, Ramus inferior ossis pubis).

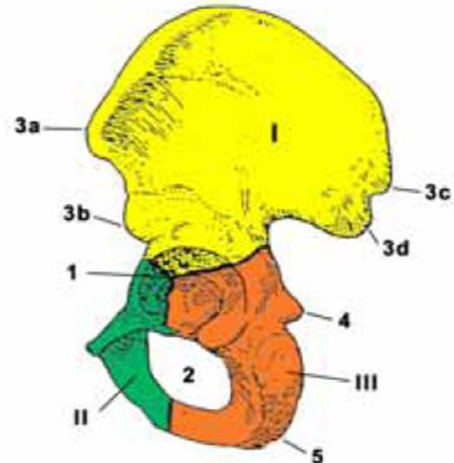
## Os coxae

### A) Bauelemente

- I Os ilium
- II Os ischii
- III Os pubis

### B) Strukturelle Merkmale

- 1 Acetabulum
- 2 Foramen obturatum
- 3 Spinae iliacae
  - a anterior superior
  - b anterior inferior
  - c posterior superior
  - d posterior inferior
- 4 Spina ischiadica
- 5 Tuber ischiadicum



## Oberschenkelknochen – Os femoris / Femur

Das **Femur** ist der längste und stärkste Knochen des menschlichen Skeletts. Er bildet die knöcherne Grundlage des Oberschenkels.

Am kranialen Ende des Femur befindet sich der **Oberschenkelkopf** (Caput femoris), der einem gegenüber der Oberschenkelachse etwa 125° geneigten **Oberschenkelhals** (Collum femoris) aufsitzt.

Am lateralen Ende der Verbindung zwischen Hals und Femurschaft befinden sich zwei Knochenvorsprünge, die als **Trochanteren** (Rollhügel) bezeichnet werden. Der **Trochanter major** auf der ventralen Seite und der dorsale **Trochanter minor** dienen unter anderem als Ansatzstellen für die Hüftmuskulatur. Das caudale Ende des Femurs bilden zwei Gelenkflächen, die als **Condylus lateralis** und **medialis** bezeichnet werden. An ihre Ränder schließen sich seitlich jeweils kleinere Knochen-vorsprünge, **Epicondylen**, an.

Die **Kniescheibe** (Patella) ist als Sesambein in die Sehne des M. quadriceps femoris eingeschaltet. Die dem Femur zugewandte Seite der Patella ist mit hyalinem Knorpel überzogen und bildet das retropatellare Gleitlager. Funktion: verhindert das Scheuern der Patellarsehne am Femur.

## Tibia (Schienbein)

Als **Unterschenkel** bezeichnet man den im Kniegelenk beginnenden, nach distal verlaufenden Abschnitt der unteren Extremität; er geht im Sprunggelenk in den Fuß über.

Das Skelett des Unterschenkels besteht aus **Tibia** und **Fibula**, die Membrana interossea cruris breit verbunden sind.

Die **Tibia** ist nach dem Femur der zweitlängste Knochen des menschlichen Skeletts. Sie lässt sich grob in den **Tibiaschaft** (Corpus tibiae) und die beiden am Knie beziehungsweise Sprunggelenk beteiligten Knochenabschnitte (Extremitas proximalis und Extremitas malleolaris) unterteilen.

Die **Extremitas malleolaris** (auch: Extremitas distalis) ist deutlich kleiner. Auf der medialen Seite zeigt sie einen ausgeprägten Vorsprung, den Malleolus medialis.

## Fibula (Wadenbein)

Die **Fibula** ist ein Knochen des Beins, der zusammen mit der Tibia den knöchernen Unterschenkel bildet. Fest verbunden mit der Tibia bilden beide Knochen die proximale Gelenkfläche für das obere Sprunggelenk.

### **Malleolus lateralis (Außenknöchel)**

Die kantige Querschnittsform der Fibula verliert sich gegen das untere Ende. Hier bildet eine starke Auftreibung den Außenknöchel. Der laterale Knöchel reicht weiter nach distal als die Tibia. Zusammen mit dem Malleolus medialis tibiae entsteht die „Malleolengabel“, die die Gelenkfläche für den Talus bildet.

## Fußskelett

Als **Tarsus** bezeichnet man die zwischen der Malleolengabel des Unterschenkels und dem Mittelfuß befindliche knöcherne **Fußwurzel**.

Der Tarsus setzt sich aus zwei Reihen von Knochen zusammen, die miteinander über Gelenke in Verbindung stehen und relativ straff über Bänder verbunden sind und stabilisiert werden.

**Die Fußwurzel** – besteht aus 7 Einzelknochen:

- **Proximale Reihe**
  - Calcaneus = Fersenbein
  - Talus = Sprungbein

- **Distale Reihe**

- Os naviculare = Kahnbein
- Os cuneiforme mediale = inneres Keilbein
- Os cuneiforme intermedium = mittleres Keilbein
- Os cuneiforme laterale = äußeres Keilbein
- Os cuboideum = Würfelbein

Die Knochen des Tarsus sind an der Ausbildung des oberen und des unteren Sprunggelenkes beteiligt. Nach proximal stehen sie mit Fibula und Tibia in gelenkiger Verbindung, nach distal grenzen sie an die Röhrenknochen des Mittelfußes.

**Der Mittelfuß** – besteht aus 5 Mittelfußknochen:

- Os metatarsale I-V

**Die Zehenknochen** – bestehen aus je 3 Gliedern:

- Grund- Mittel- und Endphalanx (Ausnahme: Großzehe, welche aus 2 Gliedern zusammengesetzt ist)

Die Mittelfußknochen liegen strahlenförmig nebeneinander und sind über kleine Kugelgelenke mit den Grundgliedern der Zehen verbunden welche per Scharniergelenke mit den Zehenmittel- und Endgelenken verbunden sind.

## **Gelenke des Beckens und der unteren Extremitäten**

Kreuz-Darmbein-Gelenk – Sacroiliakalgelenk (Articulatio sacroiliaca)

Das SIG ist eine Amphiarthrose (straffe Gelenksverbindung = „Wackelgelenk“) und durch kräftige Bänder gesichert.

Die Form der Gelenkflächen und die straffen Bandverbindungen erlauben nur geringe Bewegungen im SIG.

**Klinischer Hinweis:** Die minimale Rotation des Sacrums im ISG ist eine wichtige Ausgleichsbewegung des Beckenringes beim Gehen.

### Schambeinfuge (Symphysis pubica)

Die Schambeinfuge ist durch eine Faserknorpelplatte verschlossen, die zwischen den mit hyalinem Knorpel überzogenen Gelenkflächen der beiden Hüftbeine liegt.

Die Symphyse wird zur Synarthrose, indem Fasern des Bindegewebsknorpels in den hyalinen Knorpel der Gelenkflächen einstrahlen. Im Gehen und Stehen wirken abwechselnd Zug- und Schubkräfte auf die Symphyse.

Unterschiedliche Beanspruchungen werden durch das Faserknorpelmaterial der Faserknorpelplatte kompensiert.

### Hüftgelenk (Articulatio coxae)

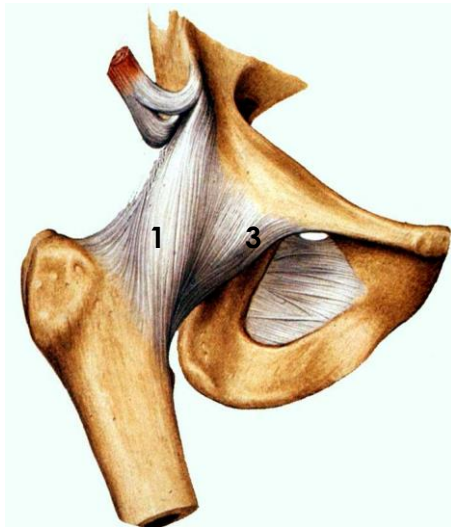
Das **Hüftgelenk** ist die gelenkige Verbindung zwischen dem Becken und dem Oberschenkelknochen, die die Bewegung des Beins und damit das Gehen bei gleichzeitiger Stabilisierung des Körpers ermöglicht.

Das Hüftgelenk besteht aus **Hüftpfanne** (Facies lunata) und **Hüftkopf** (Caput femoris). Die Pfanne wird von Anteilen des Os illi, des Os pubis und des Os ischii gebildet, die über eine Y-förmige Fuge im Bereich des Acetabulum in Verbindung stehen. Das Hüftgelenk ist somit ein Nussgelenk, das eine Unterform des Kugelgelenks (Articulatio spherioidea) darstellt.

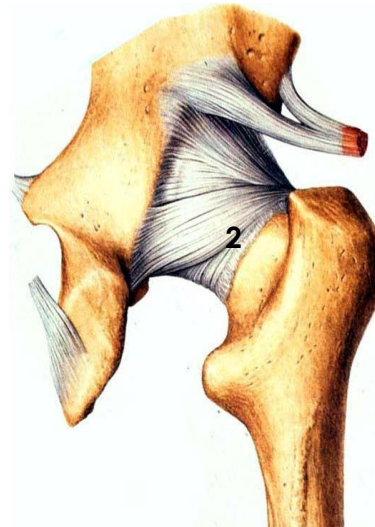
Das Hüftgelenk ist von einer straffen Kapsel umgeben, die zusätzlich durch drei sehr starke Bänder stabilisiert wird. Alle drei Bänder bremsen die Extension, die Flexion wird durch den Weichteilkontakt des Oberschenkels am Rumpf limitiert (Oberschenkel stoßt am Bauch an)

- **1 = Ligamentum iliofemorale:** Spina iliaca anterior inferior → breitflächig an der Linea intertrochanterica
- **2 = Ligamentum ischiofemorale:** Hinterland des Acetabulums → Vorderfläche des Trochanter major
- **3 = Ligamentum pubofemorale:** Os pubis → Proximal des Trochanter minor

Ansicht ventral



Ansicht dorsal



Das Hüftgelenk hat drei Grade der Bewegung (Freiheitsgrade), die jedoch durch die knöchernen, knorpelige und ligamentäre Führung in ihrem Umfang eingeschränkt sind. Damit wird das Hüftgelenk als Nussgelenk (Enarthrose) bezeichnet. Das Bewegungsausmaß des Hüftgelenks setzt sich wie folgt zusammen:

- **Flexion und Extension**
- **Außenrotation und Innenrotation**
- **Abduktion und Adduktion**

### Kniegelenk (Articulatio genus)

Das Kniegelenk ist die gelenkige Verbindung zwischen **Oberschenkelknochen** (Femur), **Schienbein** (Tibia) und **Kniescheibe** (Patella). Die Artikulation von Oberschenkelknochen und Schienbein wird als **Femorotibialgelenk** bezeichnet. Die Verbindung zwischen Oberschenkelknochen und Kniescheibe heißt **Femoropatellargelenk**.

Die überknorpelten Gelenkflächen von Femur und Tibia werden **Condylen** genannt. Das Femur weist zusätzlich noch eine Gelenkfläche (Facies patellaris) für die mit Knorpel bedeckte Facies articularis der Kniescheibe auf.

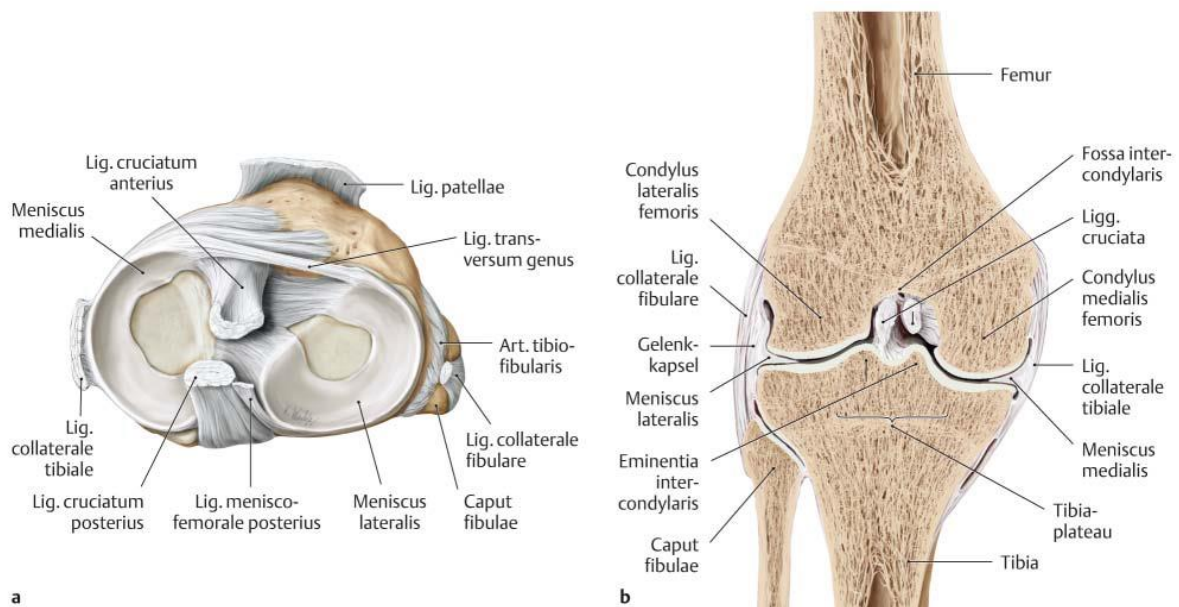
Das **Femorotibialgelenk** ist eine Verbindung zwischen einem Radgelenk und einem Scharniergelenk (Knie), die man als Rad- bzw. Drehwinkelgelenk bezeichnet. Um die Vertikalachse und die Horizontalachse sind vier Bewegungen möglich:

**Extension** (Streckung) - **Flexion** (Beugung)

**Außenrotation** – **Innenrotation** (bei gebeugtem Kniegelenk)

### Menisken

Zwischen den Condylen von Ober- und Unterschenkelknochen liegen die faserknorpeligen Menisken: der **Meniscus medialis** (Innenmeniskus) und der **Meniscus lateralis** (Außenmeniskus). Der laterale Meniskus ist halbrund, der mediale Meniskus erscheint sichelförmig und ist mit dem medialen Seitenband verwachsen, woraus eine geringere Beweglichkeit bei Beugung und Streckung des Kniegelenks sowie eine erhöhte Verletzungsanfälligkeit resultieren. Zu den Aufgaben der Menisci gehören eine Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Tibia und Femur sowie der Ausgleich von Inkongruenzen zwischen den Condylen.



(Anatomie. Aumüller 2010- G. Thieme Verlag)

### Bänder

Das Kniegelenk wird durch komplexe Bandstrukturen (Ligamente) gesichert.

Die **Seitenbänder**, auch Kollateralbänder genannt, dienen der Stabilisierung des Kniegelenks. Durch ihre Anspannung in Streckstellung stabilisieren sie das gestreckte Knie und verhindern die Innen- und Außenrotation, diese ist nur im gebeugten Knie bei gelockerten Bändern möglich.

Das **vordere Kreuzband** (Ligamentum cruciatum anterius) verläuft in der Gelenkhöhle von hinten lateral nach unten medial. Das **hintere Kreuzband** (Ligamentum cruciatum posterius) von oben medial nach unten lateral.

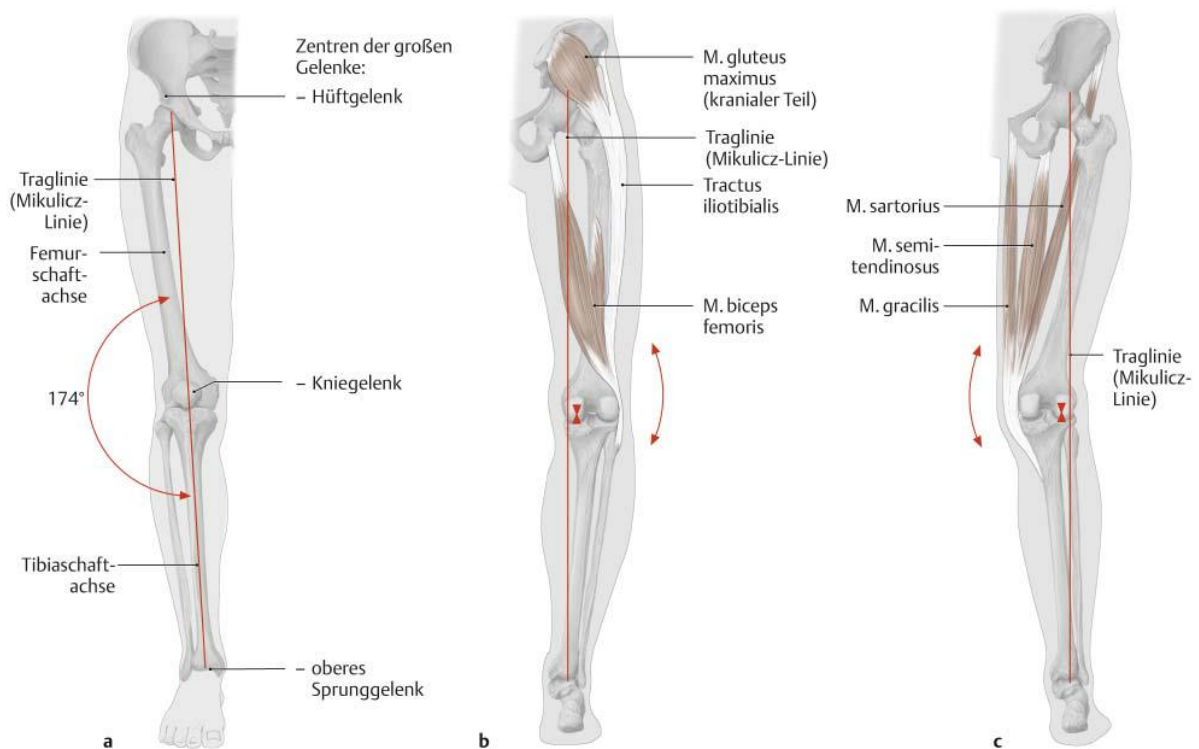
In gebeugter Stellung kann der Unterschenkel im Kniegelenk innen- und außenrotiert werden. Dabei stabilisieren die Kreuzbänder das Kniegelenk. Sie limitieren die Rotation und verhindern ein Abgleiten des Femurs gegen die Tibia.

Bei Innenrotation umwickeln sich die Kreuzbänder, bei Außenrotation weichen sie auseinander.

**Klinischer Hinweis:** Bei Verletzungen der Kreuzbänder kann das sog. „Schubladenphänomen“ (=erhöhte Verschieblichkeit der Tibia bei gebeugtem Knie) beobachtet werden.

### Achsenfehlstellung im Kniegelenk:

- **Genu valgum** (X-Bein): Fehlbelastung des Lig. collaterale tibiale (Überdehnung) und des Meniscus lateralis (Überlastung)
- **Genu varum** (O-Bein): Fehlbelastung des Lig. collaterale fibulare und des Meniscus medialis



Physiologische Tragelinie und Abweichungen davon (Anatomie. Aumüller 2010- G. Thieme Verlag)



## Verbindungen zwischen Tibia und Fibula

Die beiden Röhrenknochen des Unterschenkels artikulieren am proximalen Ende miteinander in der **Articulatio tibiofibularis**. Dabei handelt es sich um eine Amphiarthrose (straffes Gelenk = „Wackelgelenk“), welches nur eine geringe Bewegungen zulässt.

Im Schaftbereich sind Tibia und Fibula durch die **Membrana interossea cruris** (Syndesmose = Bandhaft). Diese straffe Faserplatte dient auch als Muskelursprungszone.

Die distalen Enden von Tibia und Fibula sind durch die sog. Syndesmosis tibiofibularis miteinander verbunden und bilden so eine feste **Knochengabel** - die Malleolengabel.

## Sprunggelenk

Als **Sprunggelenk** subsumiert man die zwei Hauptgelenke des Fußes, die sich aus folgenden Teilgelenken zusammensetzen:

- Oberes Sprunggelenk (Articulatio talocruralis) - Scharniergelenk
- Unteres Sprunggelenk – besteht aus zwei Gelenkstücken, Radgelenk

### Oberes Sprunggelenk (Articulatio talocruralis)

Das obere Sprunggelenk, auch Articulatio talocruralis genannt, verbindet als reines Scharniergelenk die Unterschenkelknochen mit dem Talus. Die Malleolengabel, bestehend aus Malleolus lateralis der Fibula und Malleolus medialis der Tibia bildet die Gelenkpfanne, die Trochlea tali (Sprungbeinrolle) dient als Gelenkkopf. Die Gelenkkapsel des oberen Sprunggelenkes ist relativ dünn und setzt an der Knorpelknochengrenze von Tibia und Fibula sowie am Collum des Talus an. Die Malleoli liegen außerhalb der Gelenkkapsel.

Im oberen Sprunggelenk sind folgende Bewegungen möglich:

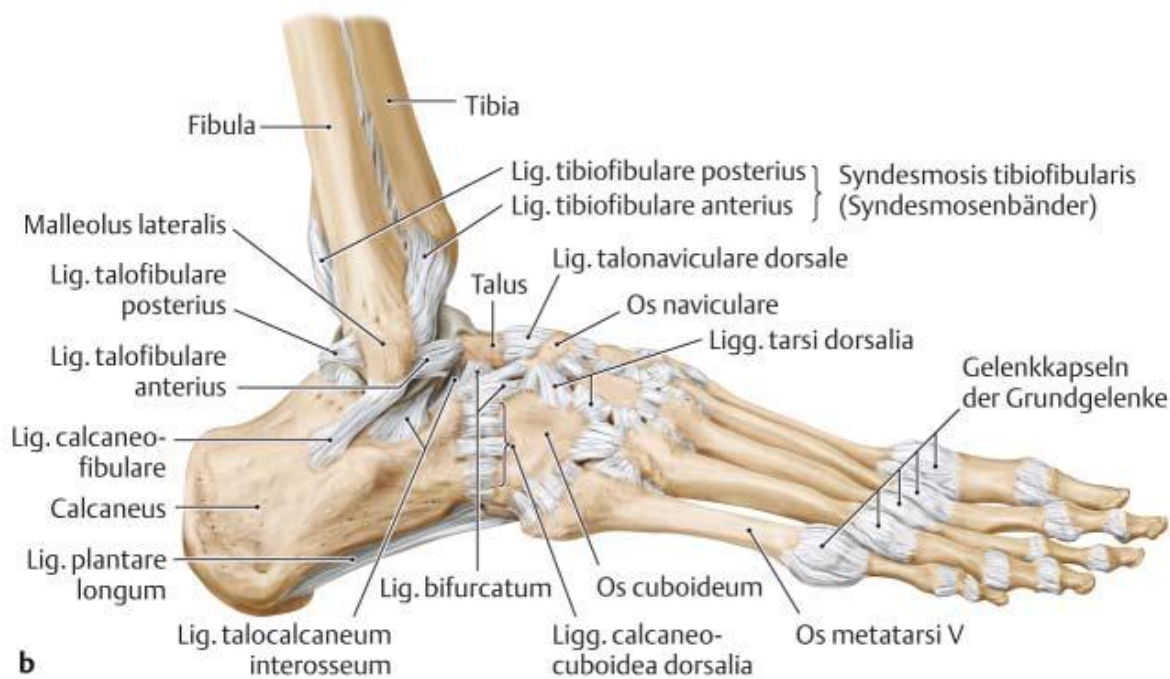
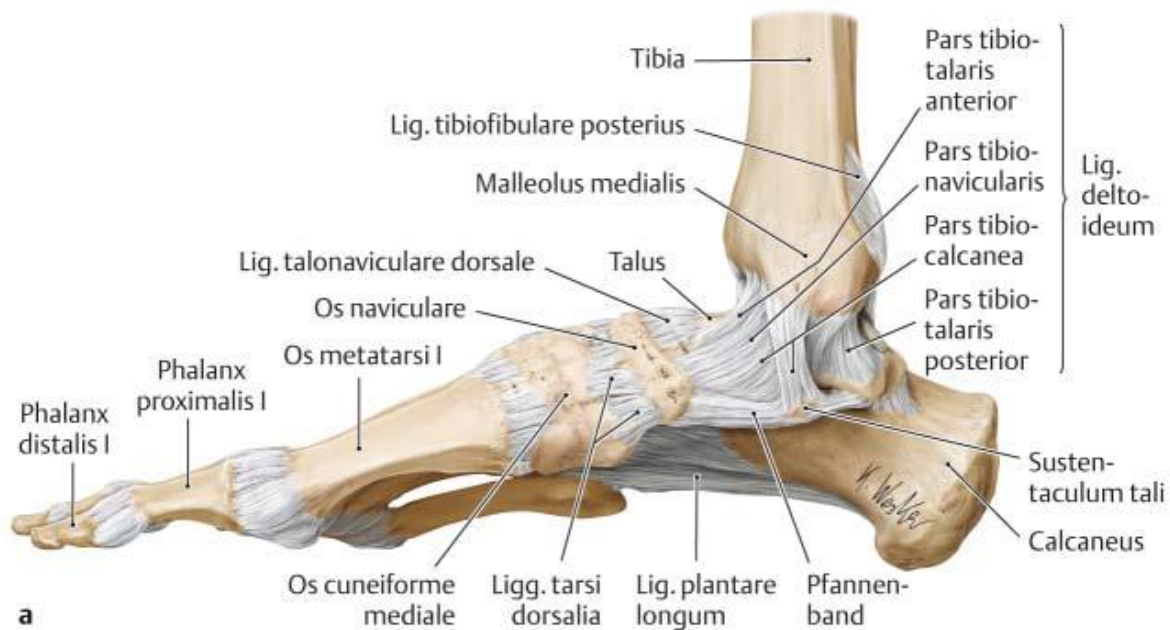
- Dorsalflexion des Fußes bis 20°
- Plantarflexion des Fußes bis 30°

### Unteres Sprunggelenk

Das Gelenk ermöglicht eine Pro- und Supinationsbewegung des Fußes (Heben des lateralen und medialen Fußrandes).

Die Gelenkkapsel wird durch diese Bänder verstärkt:

- **Medial: Ligamentum mediale** (syn. **Deltaband**), ein starkes Kollateralband, bestehend aus 4 Teilen, welches vom Malleolus medialis fächerförmig zu den Fußwurzelknochen (Calcaneus, Os naviculare, Talus) zieht.
  - Pars tibiotalaris anterior
  - Pars tibiotalaris posterior
  - Pars fibionavicularis
  - Pars tibiocalcanea
- **Lateral:** Vom Malleolus lateralis zu den Fußknochen ziehend:
  - Ligamentum talofibulare anterius (FTA)
  - Ligamentum talofibulare posterius (FTP)
  - Ligamentum calcaneofibulare (FCA)



Anatomie. Aumüller 2010- G. Thieme Verlag

# Muskeln des Beckens und der unteren Extremitäten

## Hüftmuskulatur

Der **Musculus iliopsoas** gehört zu den inneren Hüftmuskeln und befindet sich im Retroperitonealraum. Er besteht aus dem Musculus psoas major, dem Musculus iliacus und in manchen Fällen aus dem Musculus psoas minor.

### **Musculus iliacus**

- U: Fossa iliaca
- A: Trochanter minor und angrenzender Bereich der Linea aspera
- F: Flexion und Außenrotation

### **Musculus psoas major**

- U: 12. BWK bis 4. LWK (Prozessus costales)
- A: Trochanter minor
- F: Flexion und Außenrotation, Vorbeugen des Rumpfes

Der Musculus iliopsoas ist der wichtigste Muskel zum Beugen des Beines. Er kann den Rumpf vorbeugen und im Liegen den Rumpf bei gestreckten Beinen heben (=falsch ausgeführte Sit-ups)

Diese beiden Muskeln bilden den größten Beuger des Oberschenkels und des Beckens und gehören zur ventralen Muskelgruppe der Hüfte)



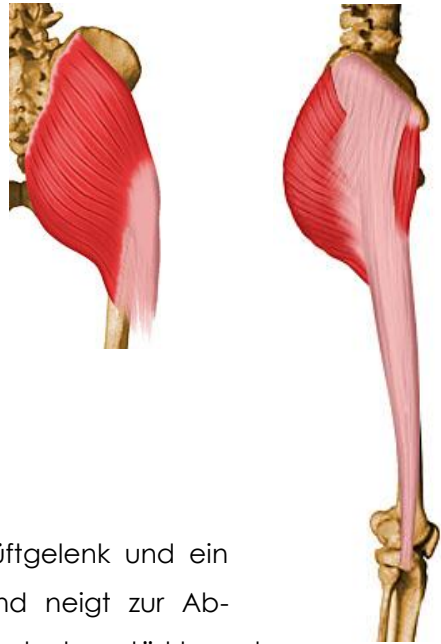
### **Klinischer Hinweis:**

Der M. iliopsoas neigt stark zur Verkürzung und reagiert oft auch bei Erkrankungen der inneren Organe im Bereich des Beckens mit (z.B. Adnexitis, Appendicitis) und bleibt oft auch nach Ende der Organerkrankung einseitig verkürzt (Skoliose, Beckenschiefstand, Verstärkung der Lendenlordose bei beidseitiger Verkürzung). Ebenso kommt es oft zu schmerzhaften Ansatz-tendinopathien im Bereich des Trochanters minor.

## Hintere Hüftmuskeln

### Musculus gluteus maximus

- U: Facies glutealis ossis ilii, Os sacrum,  
Facies thoracolumbalis, Lig. sacrotuberale
- A: Tractus iliotibialis, Tuberositas glutea
- F: Extension, Außenrotation, Abduktion
- der mächtigste Strecker des Oberschenkels und des Beckens



### Klinischer Hinweis:

Der M. gluteus maximus ist der stärkste Strecker im Hüftgelenk und ein wichtiger Außenrotator. Er ist ein phasischer Muskel und neigt zur Abschwächung, er sollte auch bei Beschwerden im Iliosacralgelenk gestärkt werden.

### Musculus gluteus medius

- U: Facies glutealis ossis ilii
- A: Trochanter major
- F: Abduktion (verhindert das Abkippen des Beckens zur Gegenseite)
- Flexion, Innenrotation (ventraler Anteil)
- Extension, Außenrotation (dorsaler Anteil)



### Musculus gluteus minimus

- U: Facies glutea ossis ilii
- A: Trochanter major (Spitze und lateraler Rand)
- F: Abduktion
- Flexion, Innenrotation (ventral)
- Extension, Außenrotation (dorsal)
- liegt unter M. gluteus medius – gleiche Funktion & Innervation



### Klinischer Hinweis:

Der M. gluteus medius u. minimus sind für die Abduktion verantwortlich und neigen zur Abschwächung. Im Alltag stabilisiert er das Becken beim Gehen (Einbeinbelastung). Vor allem bei Frauen sehr häufig zu schwach, was zu einer unphysiologischen Beckenbewegung führt („Hüftschwung“).

### **Musculus tensor fasciae latae**

- U: Spina iliaca anterior superior  
A: Laterales Tibiaende über den Tractus iliotibialis, unterhalb des Condylus lateralis (Tuberculum gerdi)  
F: Hüfte: Flexion, Abduktion, IRO  
Knie: Stabilisierung der Streckung, Zuggurtung



### **Fascia lata = Oberschenkelfaszie**

Sie umhüllt die Muskeln des Oberschenkels wie ein Strumpf;  
Proximale Anheftung am Darmbeinkamm und am Leistenband.  
Der Tractus iliotibialis ist eine seitliche bandartige Verstärkung der Fascia lata, die am lateralen Tibiacondyl (Tuberculum gerdi) ansetzt.

### **Klinischer Hinweis:**

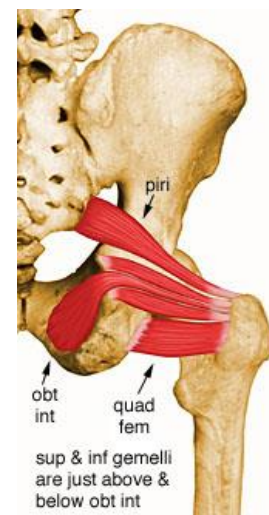
Der M. tensor fasciae latae neigt zur Verkürzung und ist gemeinsam mit dem Tractus iliotibialis oft bei seitlichem Ausstrahlungsschmerz betroffen. In diesem Falle sollte der Muskel gedehnt werden und der Tractus mobilisiert.

### **Musculus piriformis**

- U: Facies pelvica ossis sacri, Incisura ischiatica major  
A: Trochanter major (Innenfläche der Spitze)  
F: Außenrotation, Extension, Abduktion

„Piriformis Paradoxon“:

Ab 60 Grad Bewegung in der Hüfte wird der M. piriformis zum Innenrotator



### **Klinischer Hinweis:**

Der M. piriformis neigt zur Verkürzung und weist medial und lateral je einen Triggerpunkt (=Muskelverhärtung mit Ausstrahlungsschmerz) auf. Vor allem der laterale Triggerpunkt erzeugt einen Ausstrahlungsschmerz an der Hinterseite des Oberschenkels.

## Oberschenkelmuskulatur

### Ischio-crurale Gruppe

An der Hinterseite des Oberschenkels – heißen ischiocrural, weil sie an der dorsalen Seite vom Tuber **ischiaticum** zum Unterschenkel (**Crus**) ziehen.

Gemeinsam **strecken** sie in der **Hüfte** und **beugen** im **Kniegelenk**, bei gebeugtem Kniegelenk rotieren die Semis nach innen, der Bizeps nach außen.

### Musculus biceps femoris

- U: Caput longum – Tuber ischiadicum  
Caput breve – Dorsale Seite Femur
- A: Caput fibulae
- F: Flexion und Außenrotation im Kniegelenk,  
langer Kopf kann im Hüftgelenk strecken



Der M. semitendinosus, M. sartorius und der M. gracilis setzen gemeinsam an der medialen Tibiafläche an und bilden den **Pes anserinus superficialis**, der über dem **Pes anserinus profundus** liegt.

### Musculus semimembranosus

- U: Tuber ischiadicum
- A: Proximale Tibia, Kapsel des Kniegelenkes,
- F: Hüfte: Extension  
Knie: Flexion, Innenrotation



### **Musculus semitendinosus**

- U: Tuber ischiadicum (verwachsen mit Caput longum)
- A: Tibia medial
- F: Hüfte: Extension, Adduktion, Innenrotation  
Knie: Flexion, Innenrotation



### **Klinischer Hinweis:**

Die Gruppe neigt stark zur Verkürzung, wobei das Beugen der Hüfte bei gestrecktem Knie eingeschränkt ist (Dehnungsübung: Finger zum Boden bringen). Bei Störungen der Bein- und Hüftmuskulatur kommt es oft zu Überlastungen im Bereich des Pes anserinus, der dann druckschmerzhaft ist.



## Adduktorengruppe

An der Innenseite des Oberschenkels beidseits finden sich die Adduktoren. Sie haben ihren Ursprung vom Schambein (Pecten ossis pubis) bis zum Sitzbeinhöcker und setzen am Femur an, nur der Musculus gracilis setzt an der Tibia (Pes anserinus) an.

**Musculus pectineus**

**Musculus adductor brevis**

**Musculus gracilis**

**Musculus adductor longus**

**Musculus adductor magnus**

### Klinischer Hinweis:

Die Gruppe neigt stark zur Verkürzung, wobei der M. gracilis bei gestrecktem Knie und die anderen Adduktoren bei gebeugtem Knie getestet werden. Besonders bei Sportlern (Fußballspieler) finden sich oft Myogelosen und Ansatz tendonopathien.

## Vordere Muskeln des Oberschenkels

An der ventralen Seite des Oberschenkels befinden sich der M. rectus femoris, M. vastus medialis, M. vastus lateralis, M. vastus intermedius, = Quadrizeps femoris und der M. sartorius. Die Vasti entspringen an der Oberschenkelvorderseite, der Rectus am Hüftknochen und laufen gemeinsam in die Patellarsehne aus und strecken somit das Kniegelenk. Der M. rectus femoris beugt in der Hüfte.

### **Musculus quadriceps femoris**

- |    |                       |   |                                   |
|----|-----------------------|---|-----------------------------------|
| U: | M. rectus femoris     | – | Spina iliaca anterior inferior    |
|    | M. vastus medialis    | – | Dorsale Seite Femur               |
|    | M. vastus lateralis   | – | Trochanetr major, Labium laterale |
|    | M. vastus intermedius | – | Facies anterior femoris           |



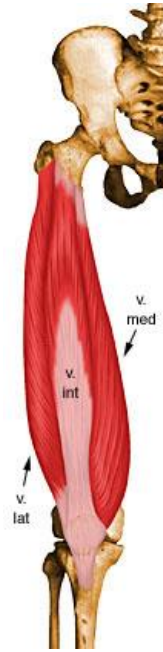
- A: Patella, Tuberositas tibiae, Retinacula patellae  
 F: Extension im Kniegelenk  
 (Flexion Hüfte nur M. rectus femoris)

**Klinischer Hinweis:**

Der Rectus neigt zur Verkürzung und kann eine Beckendrehung nach dorsal verursachen und damit die Lendenlordose verstärken.

**Musculus sartorius**

- U: Spina iliaca anterior superior  
 A: Tibia medial, Pes anserinus superficialis  
 (M. gracilis, M. semitendinosus)  
 F: Flexion, Außenrotation  
 Flexion, Innenrotation im Kniegelenk



**Unterschenkelmuskulatur**

Die Muskeln des Unterschenkels werden von kräftigem Bindegewebe umgeben.  
 Die oberflächliche Fascie, die den gesamten Unterschenkel umhüllt, nennt man Fascia cruris.

## **Vordere Muskelgruppe (Extensorengruppe)**

Dorsalextension des Fußes und Strecken der Zehen

**Musculus tibialis anterior**

**Musculus extensor hallucis longus**

**Musculus extensor digitorum longus**

## **Hintere Muskelgruppe – Peroneusgruppe**

Der M. peroneus longus und brevis sind wesentlich für das Heben des seitlichen Fußrandes (Pronatoren) und ein wichtiger Kennmuskel für das Nervensegment S 1

**Musculus peroneus longus**

**Musculus peroneus brevis**

**Musculus triceps surae**

Der Musculus triceps surae bildet die hinteren, oberflächlichen Wadenmuskeln und besteht aus drei Anteilen, welche die Achillessehne als ihre gemeinsame Sehne haben: dem Musculus gastrocnemius medialis und lateralis und dem Musculus soleus.

### **Klinischer Hinweis:**

Der M. gastrocnemius neigt zur Verkürzung, es kommt daher oft zur Ansatz tendinopathie der Achillessehne. Diese äußert sich meist im Schmerz und kann in weiterer Folge auch zu einem Riss der Achillessehne führen.

## **Hintere tiefe Muskeln**

**Musculus tibialis posterior**

**Musculus flexor hallucis longus**

**Musculus flexor digitorum longus**

**Musculus popliteus**

# Die Wirbelsäule – Columna vertebralis

## Allgemeiner Aufbau und funktionelle Aspekte

Die Wirbelsäule bildet die zentrale Stütze des menschlichen Körpers über dem Becken. Von ihrer Gesamtform ist sie einem S-förmig gekrümmten Stab vergleichbar.

Das Rückgrat aus **24 „echten“ Wirbeln** und wird in 3 Regionen eingeteilt:

die **7 Halswirbel** nennt man „zervikal“

(mit C abgekürzt)

die **12 Brustwirbel** „thorakal“

(mit Th abgekürzt)

Die **5 Lendenwirbel** „lumbal“

(mit L abgekürzt).

Nach kaudal stützt sich die WS auf das **Kreuzbein** (Os sacrum), welches aus 5 verschmolzenen Wirbeln besteht. Caudal davon befindet sich das **Steißbein** (Os coccygis). Es besteht meist aus 3-5 rudimentären Wirbeln und stellt den evolutionären Rest des Schwanzes dar.

Nach oben hin schließt die Wirbelsäule mit 2 speziell geformten Wirbeln ab.

Der oberste Wirbel – der Atlas – trägt den Kopf und den 2. HWK – Axis.

## Funktion

**Achsenorgan:** Die Wirbelsäule bildet die große Längsachse des Skeletts und ist doppel-S förmig gekrümmt. Man erkennt, wenn man die Wirbelsäule von der Seite betrachtet, eine **Halslordose** und eine **Lendenlordose** (Krümmung nach vorn) sowie eine **Brustkyphose** und eine **Sacralkyphose** (Krümmung nach hinten). Diese Krümmungen verleihen der Wirbelsäule hohe Stabilität, da durch sie die Belastungen, die bei den verschiedensten Bewegungen auftreten, auf alle Wirbel gleichmäßig verteilt werden.

**Stützgerüst:** Diese Aufgabe wird hauptsächlich von den Wirbelkörpern erfüllt. Da die zu tragende Körperlast von oben nach unten zunimmt, werden die Wirbelkörper von oben nach unten hin größer.

**Schutz des Rückenmarks:** Das Zentralnervensystem ist der mechanisch am meisten gefährdete Teil des menschlichen Körpers, deshalb werden Gehirn und Rückenmark schützend von Knochen umgeben. Das Rückenmark liegt verborgen im Wirbelkanal.

**Vielseitige Bewegung:** Die Wirbel sind gegeneinander beweglich und erlauben Bewegungen nach vorn, hinten, links, rechts und um die Längsachse. Schließlich erfordert auch die Erhaltung des Gleichgewichts beim Stehen und Gehen Ausgleichbewegungen der Wirbelsäule. Der passiven Beweglichkeit dienen die „Bewegungselemente“. Die aktive Beweglichkeit ermöglichen Muskeln, die an den Quer- und Dornfortsätzen der Wirbelsäule ihre Ursprung- und Ansatzstellen haben.

**Federung:** In der Wirbelsäule sind Zwischenwirbelscheiben als Federungssystem eingebaut, um Stöße und Erschütterungen auszugleichen.

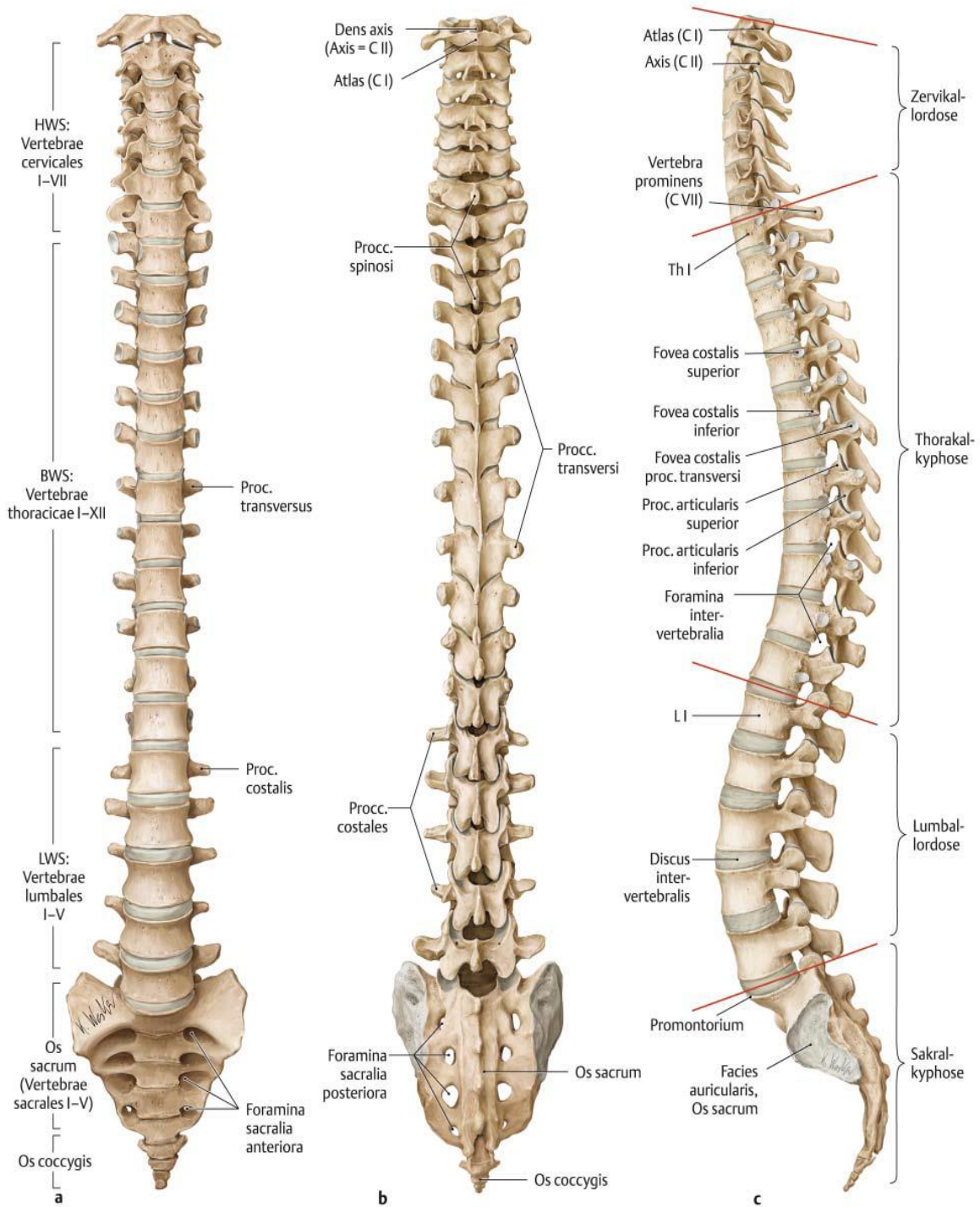
Jede Zwischenwirbelscheibe (Discus intervertebralis) besteht aus einem Faserring und einem Gallertkern.

## **Gesamtform der Wirbelsäule**

Die aus dem Körper herausgelöste Wirbelsäule hat eine Eigengestalt, deren Krümmung durch die Gewichte der Rumpfmasse und den Tonus der Muskeln verstärkt wird.

Das Achsenskelett des Erwachsenen entspricht bei seitlicher Betrachtung einer doppelt s-förmig gekrümmten Kurve.

Als **Lordose** bezeichnet man eine nach **ventral konvexe** Krümmung, als **Kyphose** eine nach **dorsal konvexe** Krümmung



Anatomie. Aumüller 2010- G. Thieme Verlag

## Grundbauplan der Wirbelsäule

### Corpus vertebrae

Der Wirbelkörper besteht aus einem Spongiosagerüst, das seitlich von der Kompakta abgegrenzt wird. Die Grund- und Deckplatten bilden den Abschluss des Wirbelkörpers gegen die Bandscheibe. Sie bestehen aus Knorpel und sind von einer knöchernen Randleiste umgeben.

### Arcus vertebrae

Der Wirbelbogen besteht aus zwei symmetrischen Hälften, die miteinander verwachsen sind. Sie bilden das Foramen vertebrale.

Man unterscheidet einen ventralen Abschnitt

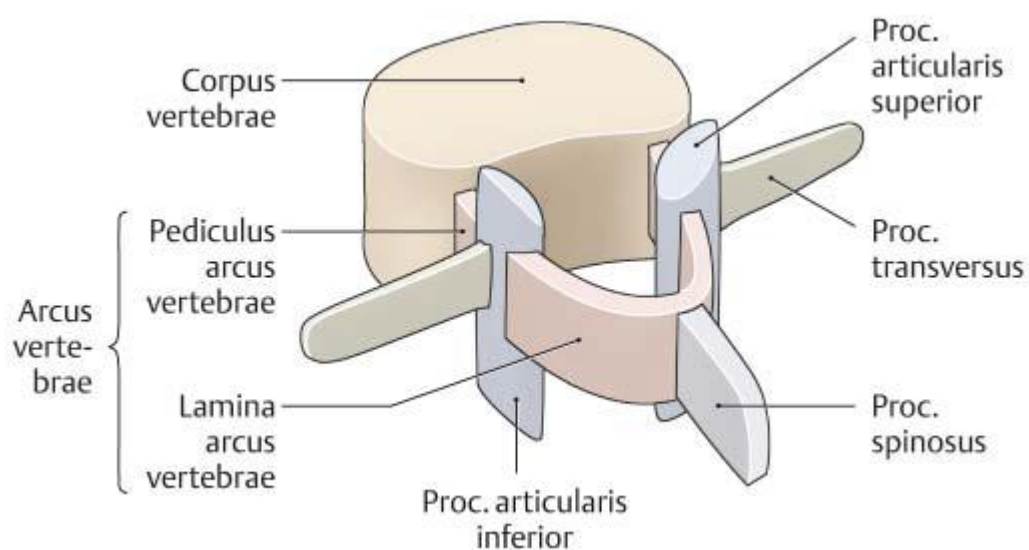
**Pediculus arcus vertebrae** und einen dorsalen Abschnitt **Lamina arcus vertebrae**.

### Processus transversus

Die Querfortsätze sind in den einzelnen Abschnitten unterschiedlich geformt.

### Processus spinosus

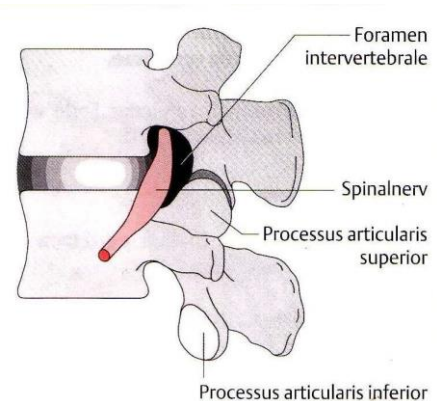
Der Arcus vertebrae geht dorsal in den Dornfortsatz über. Er ist ein wichtiger Ansatz und Ursprungsbereich der Muskulatur. Sein Aussehen ist sehr unterschiedlich. Besonders im Brustbereich liegt die Spitze bis zu 3 Querfinger tiefer als der Wirbel



Anatomie. Aumüller 2010- G. Thieme Verlag

### Foramen intervertebrale

Die Foramina intervertebralia liegen zwischen zwei benachbarten Wirbeln. Die kraniale und kaudale Begrenzung wird von der Bogenwurzel der beiden Wirbel gebildet. Die Dura mater der Wurzeltasche geht im Foramen in das Periost über und fixiert so die Nervenwurzel. Der Nervus meningeus zieht rückläufig durch das Foramen in den Spinalkanal.

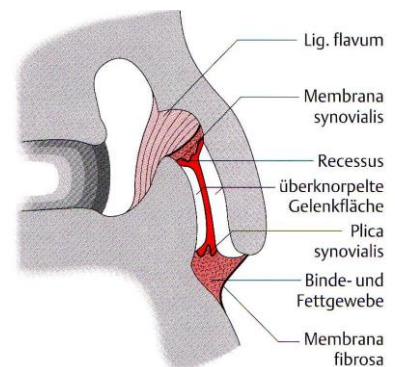


### Processus articulares

Es gibt vier Gelenksfortsätze die von den Wirbelbögen abgehen. Processus articulares superiores und inferiores. Dabei bildet ein Processus inferior des oberen und ein Processus articularis superior des unteren Wirbels das Wirbelbogengelenk.

### Wirbelbogengelenke

Die Wirbelkörper sind über seitliche kleine Gelenke verbunden. Die Gelenkflächen befinden sich jeweils am oberen und unteren Processus articularis des Wirbelbogens. Die oberen Gelenkfortsätze klinken sich wie ein Scharnier in die unteren Gelenkfortsätze des darüber liegenden Wirbels ein.



Aufgrund ihrer Form, die an einen Edelsteinschliff erinnert, werden sie auch Facettengelenke genannt.

Die Wirbelbogengelenke sind echte Gelenke mit Synovialflüssigkeit und einer Gelenkapsel. Im einzelnen Wirbelbogengelenk ist natürlich nur eine Gleitbewegung möglich.

### Discus intervertebralis (Zwischenwirbelscheibe, Bandscheibe)

Es gibt 23 Bandscheiben, nur die Verbindungen Occiput- Atlas und Atlas-Axis besitzen keine. Sie nehmen von der HWS Richtung LWS an Höhe zu. Zur Bandscheibe gehören der **Nukleus pulposus**, der **Anulus fibrosus** und die **Knorpelplatten**.

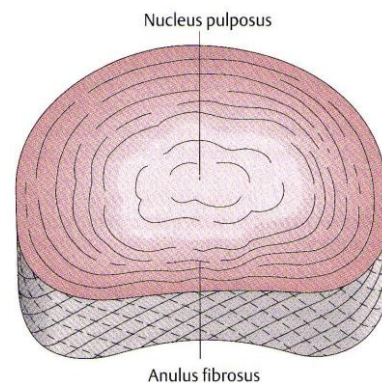
**Anulus fibrosus:** Der Faserring ist aus mehreren Kollagenschichten aufgebaut. Die äußeren Schichten bestehen hauptsächlich aus dicken Fibrillen, sie schließen sich zu Fasern zusammen und besitzen große Festigkeit. Auch ein geringer Anteil an elastischen Fasern ist zu finden. Es sind vertikale, schräge und horizontale Faserzüge zu unterscheiden. Durch ihre schräg über-



kreuzende Anordnung kann sich der Anulus den unterschiedlichen Bedingungen anpassen, d. h. er ist in der Lage alle Bewegungen zu bremsen.

**Nucleus pulposus:** Es handelt sich um den im Bandscheibenraum gelegenen gellerhaltigen Kern.

Er ist gefäß- und nervenlos und enthält nur wenig Fasern. Der Nucleus wirkt wie ein wassergefüllter Polster, als elastischer Stoßdämpfer. Beim Jugendlichen beträgt der Wassergehalt 88%. Im Laufe des Lebens vermindert sich die Flüssigkeit und damit auch die innere Spannkraft.



### **Bewegung der Wirbelsäule**

Zwischen 2 Wirbeln besteht (mit Ausnahme der Kopf Gelenke) nur eine geringe Bewegungsmöglichkeit. Erst die Summe der Ausschläge ermöglicht eine relativ freie Wirbelsäulenbeweglichkeit.

Die Wirbelsäule hat grundsätzlich 3 Freiheitsgrade:

- **Vor- und Rückwärtsbeugen (Flexion, Extension)**  
Besonders ausgeprägt in HWS und LWS, in der LWS ist vor allem die Extension
- **Seitwärtsneigung**  
Besonders in der HWS und BWS ausgeprägt
- **Rotation**  
In der HWS am größten und nimmt nach kaudal allmählich ab

**Klinischer Hinweis:** Wirbelsäulenbeschwerden treten oft in überlasteten Segmenten auf. Diese sind besonders Übergänge von beweglichen in weniger bewegliche Abschnitte: cervikothorakaler-, thorakolumbaler- und lumbosakraler Übergang.

Für Patienten kann es oft wichtig sein, die Beweglichkeit in der BWS zu verbessern und die Muskulatur an den Übergängen zu kräftigen.

Bei Betrachtung des Patienten sollte dahingehend immer auf die Beweglichkeit der einzelnen Wirbelsäuleabschnitte geachtet werden:

- Ist die Beugung harmonisch?
- Gibt es unbewegliche oder überbewegliche Abschnitte?

Eine Seitwärtsneigung der Wirbelsäule ist immer mit einer gewissen Rotation der Wirbel verbunden. Diese ist in der Halswirbelsäule und der gebeugten Brust- und Lendenwirbelsäule gleichsinnig (Rechtsneigung und Rechtsrotation) in der gestreckten BWS und LWS gegensinnig.

## Die autochthone Rückenmuskulatur

Am Rücken unterscheiden wir autochthone von der sekundären Rückenmuskulatur. Autochthon bedeutet im Sinne von „ortsständige Rückenmuskulatur“, dass dieser Teil entwicklungsgeschichtlich zum Rücken gehört, während die restliche Rückenmuskulatur, wie z.B. der M. latissimus dorsi oder der M. trapezius, ursprünglich zur Extremitätenmuskulatur gehörten. Dementsprechend erfolgt die Innervation der autochthonen Rückenmuskulatur über die Rami dorsales des Spinalnerven und die der restlichen Rückenmuskeln über die Rami ventrales.

Da die autochthone RM insgesamt eine Aufrichtbewegung durchführt, wird sie auch als **Musculus erector spinae** bezeichnet.

Innerhalb des M. erector spinae unterscheiden wir einen **medialen Trakt** (Rinne zwischen Dornfortsätzen und Querfortsätzen) und einen **lateralen Trakt** (Crista iliaca, Rippen)

Die autochthone Rückenmuskulatur ist ein sehr komplexes System aus unzähligen Einzelmuskeln. Makroskopisch können die Einzelmuskeln nicht voneinander unterschieden werden, es sind jedoch verschiedene Systeme erkennbar.

Besonders für Masseure ist die autochthone Rückenmuskulatur sehr wichtig. Die Kenntnis der Einzelmuskeln jedoch nicht von praktischer Relevanz. Uns scheint ein Grundverständnis wichtig und wir geben hier einen Überblick der wichtigsten Systeme:

Der Musculus erector spinae besteht anatomisch aus zwei Teilen:

### **Der mediale Trakt:**

- Die Funktion des medialen Trakts ist vor allem statisch (Haltungsmuskulatur);
- Er sichert die Lordosen.

### **Der laterale Trakt:**

- Die Funktion des lateralen Trakts ist stärker bewegungsorientiert

- Einseitige Kontraktion führt zu Lateralflexion; beidseitige Kontraktion bewirkt Dorsalflexion
- Antagonistisches Zusammenwirken mit der Bauchmuskulatur

Der mediale Trakt liegt medial – tiefer und wird vom lateralen, oberflächlichen Trakt bedeckt.

**Funktionell** enthalten beide Trakte ein **Geradsystem** und ein **Schrägsystem**.

- Das Geradsystem des lateralen Trakts verläuft sakrospinal
- Das Schrägsystem des lateralen Trakts verläuft spino-transversal
- Das Geradsystem des medialen Trakts verläuft interspinal und intertransversal
- Das Schrägsystem des medialen Trakts verläuft transversospinal

#### **Die Funktion des medialen Traktes**

ist vor allem statisch. Haltemuskeln, die die physiologischen Krümmungen der WS sichern helfen und die einzelnen Wirbel zueinander in Position halten. Haltungsschäden bei mangelndem Training dieser Muskulatur. Die Anteile des transversospinalen Systems drehen den Rumpf zur entgegengesetzten Seite, weil sie die Dornfortsätze (Muskelhebel) zur gleichen Seite ziehen. Entsprechende Antagonisten und Synergisten finden sich bei den Bauchmuskeln.

#### **Funktion des lateralen Traktes**

Bei beidseitiger Kontraktion: Dorsalflexion

Bei einseitiger Kontraktion: Lateralflexion

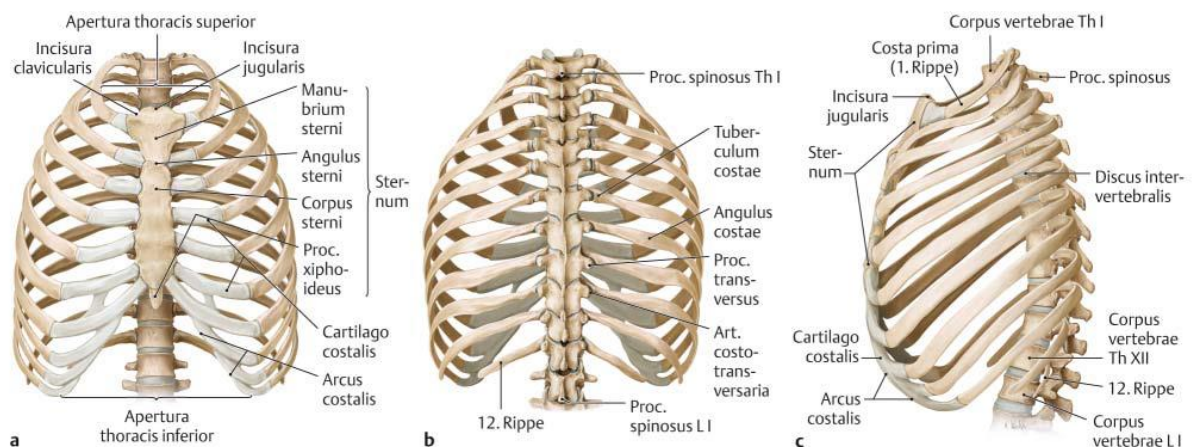
Reguliert das Ausmaß der Vorwärtsneigung (in diesem Fall Antagonist der Bauchmuskulatur (insbes. M. rectus abdominis) und der Schwerkraft. M. iliocostalis kann als Hilfsexpirator fungieren.

## Ventrale Rumpfwand

### Skelettelemente des Thorax

Das Skelett der Brustwand besteht dorsal aus der Brustwirbelsäule, beiderseits aus je 12 Rippen und ventral aus dem Brustbein.

Die Zwischenrippenräume werden von den Zwischenrippenmuskeln (Mm. intercostales) geschlossen.



Thorax (Anatomie. Aumüller 2010- G. Thieme Verlag)

### Rippe (Costa)

Als **Rippen** bezeichnet man die paarigen, gebogenen Knochen, die dorsalseitig an der Brustwirbelsäule entspringen. Sie bilden zusammen mit der Brustwirbelsäule und dem Sternum den knöchernen Brustkorb (Thorax).

Die Anzahl der Rippen entspricht der Anzahl der Brustwirbel. Der Mensch verfügt insgesamt über 12 Rippenpaare. Jede Rippe besteht aus dem eigentlichen Rippenknochen (**Os costale**) und einem daran anschließenden Knorpelabschnitt, dem Rippenknorpel (**Cartilago costalis**).

Die Rippen stehen über ihre Rippenköpfchen (**Caput costae**) gelenkig mit der Wirbelsäule in Verbindung. Am Unterrand verlaufen die **Intercostalnerve**n und die zugehörigen Blutgefäße in einer Knochenfurche (**Sulcus costae**). Der Raum zwischen zwei aufeinander folgenden Rippen wird als **Interkostalraum** oder Zwischenrippenraum bezeichnet.

Beim Menschen sind die oberen 7 Rippen ventral über den Rippenknorpel direkt mit dem Sternum (Brustbein) verbunden. Diese Rippen werden auch als "wahre" oder sternale Rippen (*Costae verae*) bezeichnet.

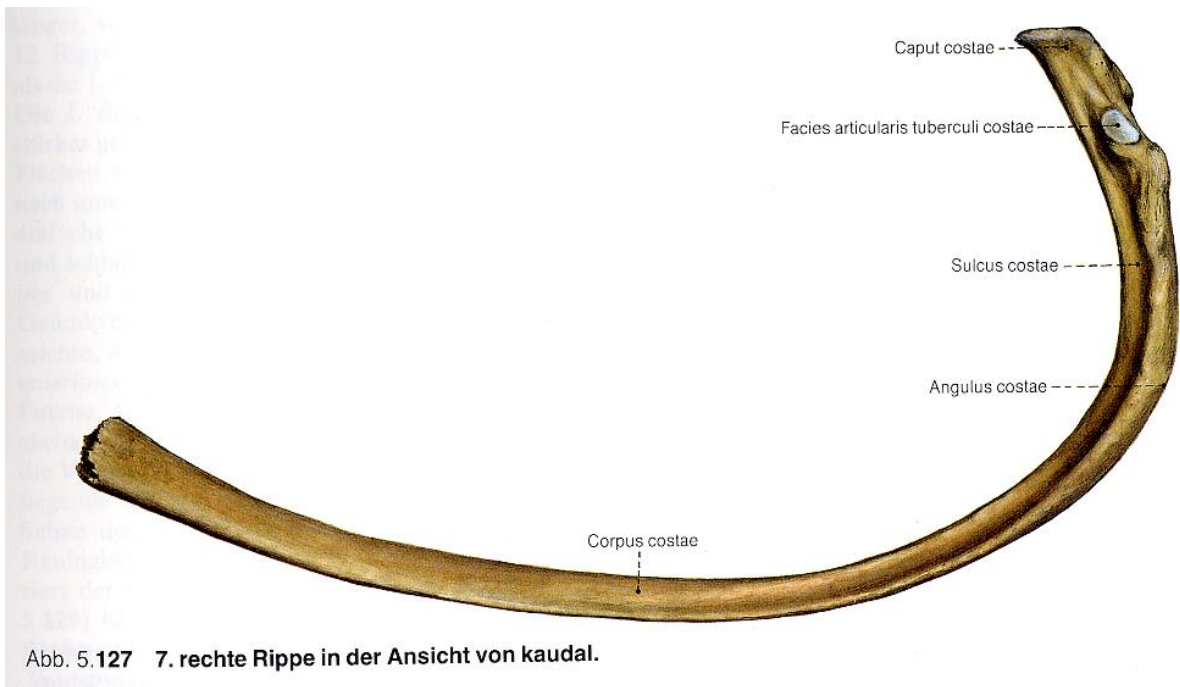
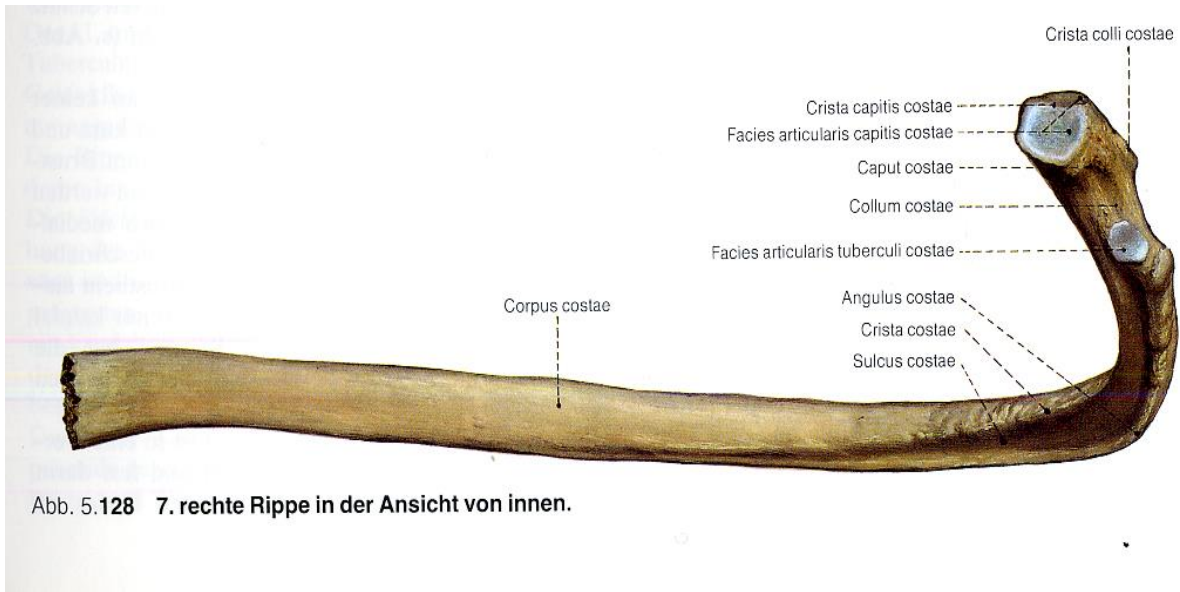
Die Rippen 8, 9 und 10 setzen am knorpeligen Rippenbogen (**Arcus costalis**) an, man nennt sie "falsche" oder asternale Rippen (*Costae spuriae*). Die letzten beiden Rippen sind nur rudimentär angelegt und enden frei in der Bauchwand als so genannte "Fleischrippen" (*Costae fluctuantes*).

### **Zusammenfassung:**

- 1. bis 7. Rippe = echte Rippen (sind mit dem Sternum gelenkig verbunden)
- 8., 9., 10. Rippe = falsche Rippen, setzen an der 7. Rippen an (verschmelzen) und bilden den Rippenbogen = Arcus costalis
- 11. und 12. Rippe = freie Rippen und sind in die Bauchmuskulatur eingebettet

Die Rippe hat folgende Anteile:

- Caput costae** = Rippenkopf, setzt an der BWS an 2. bis 10. Rippe setzen so an, dass sie immer zwei Thoracalwirbel berühren
- 1., 11. und 12. Rippe setzen genau am 1., 11. und 12. BWK an
- Collum costae** = Hals, schmäleres Stück nach dem Caput costae
- Tuberculum costae** = kleiner Höcker unter dem Hals
- Angulus costalis** = Rippenwinkel
- Corpus costae** = Rippenkörper
- Cartilago costalis** = knorpeliger Anteil, ventraler Rippenknorpel
- Arcus costalis** = Rippenbogen, knorpelige Verschmelzung der Rippen 7-10
- Sulcus costae** = befindet sich an der Unterseite der Rippe, hier verlaufen Vene, Arterie und Nervus intercostalis (**neurovasculäres Bündel**)



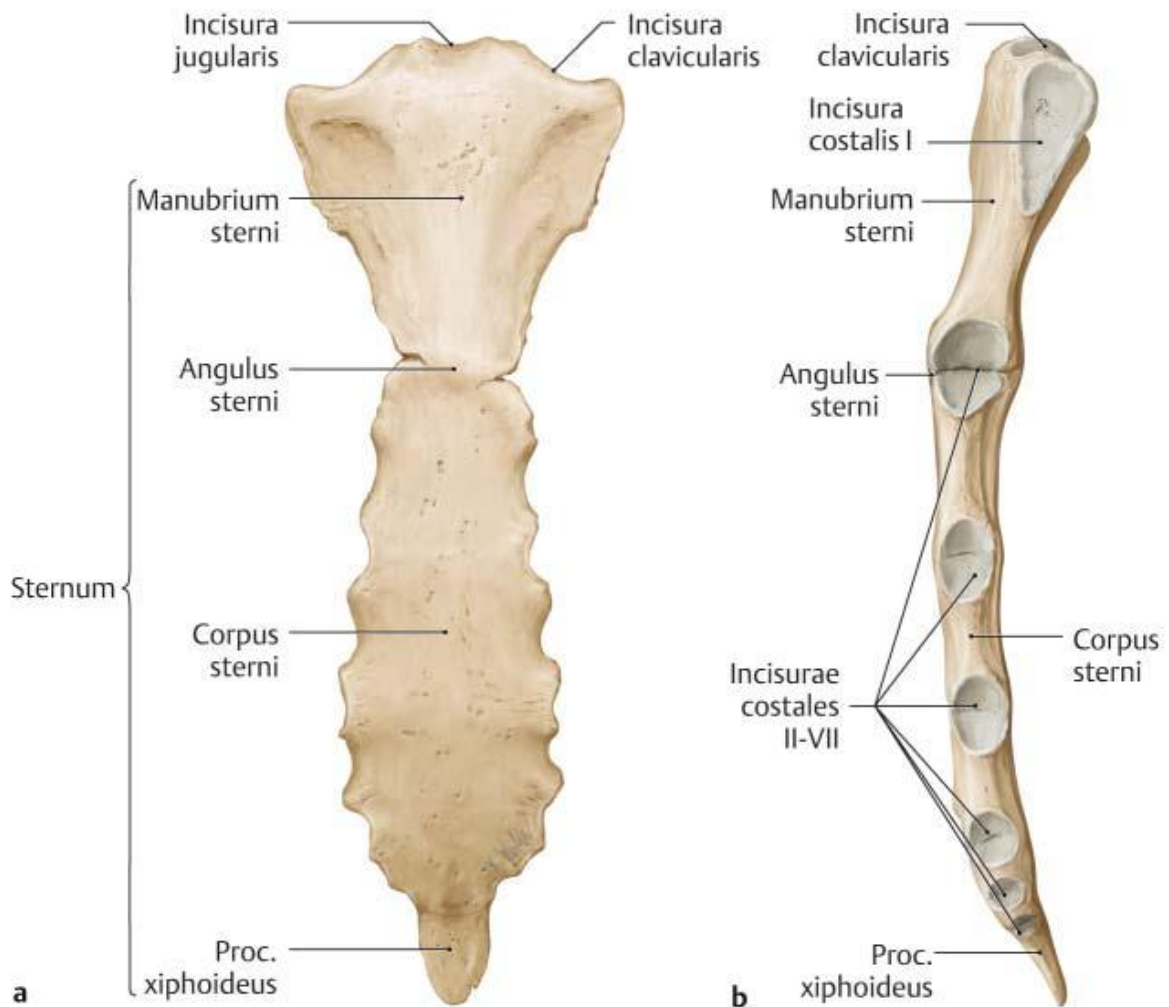
Anatomie des Menschen, Bewegungsapparat von August Rauber, Friedrich Kopsch und Bernhard Tillmann (2003)

## Sternum (Brustbein)

Das Sternum besteht aus drei knöchernen Teilen

- dem kurzen, breiten Handgriff (**Manubrium sterni**)
- dem langen, schmalen Körper (**Corpus sterni**)
- dem meist knorpelig endigenden, oft gegabelten oder perforierten Schwertfortsatz (**Processus xiphoideus**)

Cranial sitzt die paarige Vertiefung zur Artikulation mit der Clavicula (Sternoclaviculargelenk), weiters bestehen 7 paarige Vertiefungen zur Aufnahme der Rippen.



Anatomie. Aumüller 2010- G. Thieme Verlag



## Innere und äußere Zwischenrippenmuskeln

### **Musculus intercostalis externa = Inspirationsmuskel**

bildet die oberflächliche Schicht der Zwischenrippenmuskeln.

Die Fasern verlaufen schräg von hinten oben nach vorne unten

### **Musculus intercostalis interna = Expirationsmuskel**

bildet die tiefe Schicht der Zwischenrippenmuskeln.

Die Fasern verlaufen von hinten unten nach vorne oben

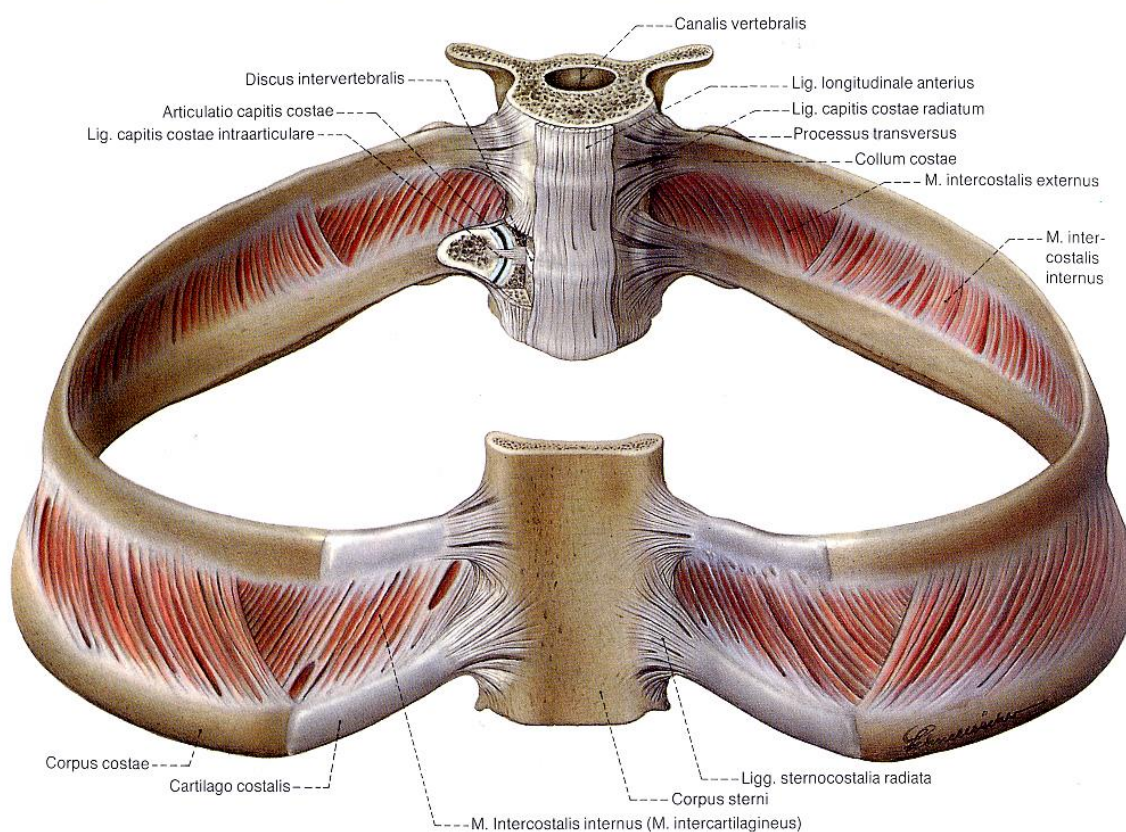


Abb. 5.148 Zwischenrippenraum aus dem mittleren Thoraxbereich in der Ansicht von ventral-kranial.

Anatomie des Menschen, Bewegungsapparat von August Rauber, Friedrich Kopsch und Bernhard Tillmann (2003)



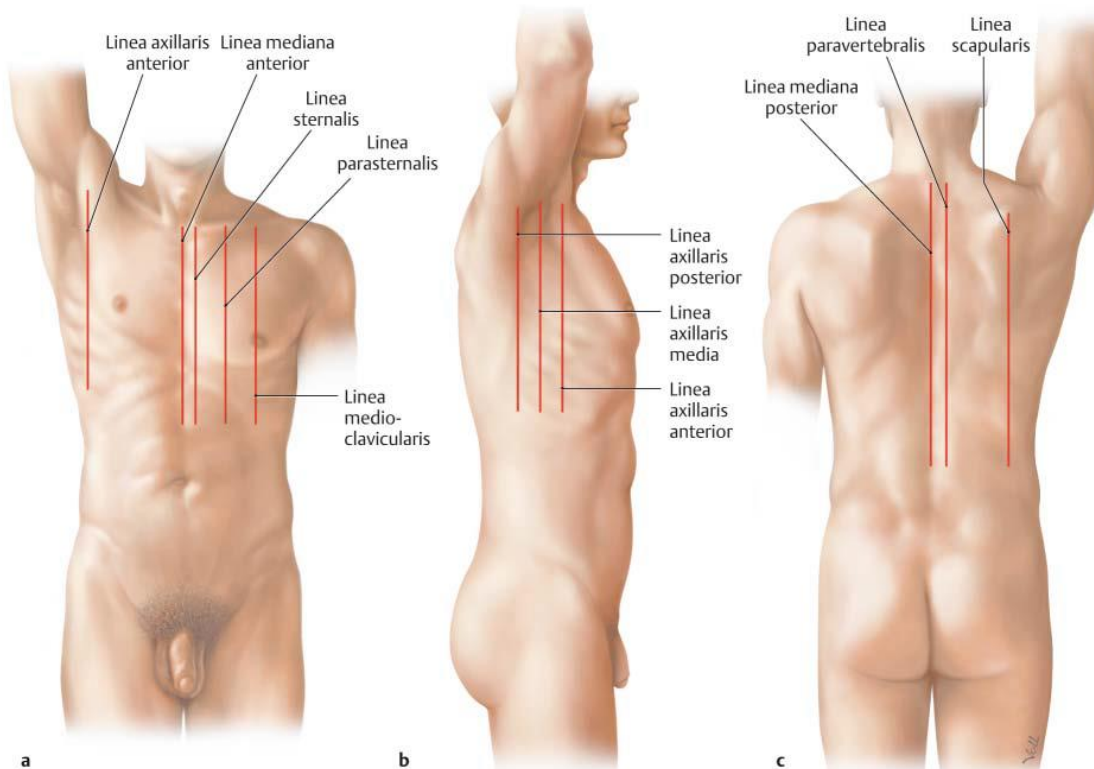
## Zwerchfell (Diaphragma)

Im Zentrum des Zwerchfells steht eine sehnige Platte (**Centrum tendinium**), von der die Muskulatur zur Rumpfwand zieht. Spannt sich diese Muskulatur an, wird das Zwerchfell flacher, der Thoraxraum damit größer (Inspiration). Durch die Atembewegung des Thorax (heben) wird das Zwerchfell ebenfalls gespannt und abgeflacht.

Bei der Inspiration (Einatmung) wird der Brustkorb gedehnt und sowohl lateral (v.a. mittlere und caudale Rippen) als auch ventro-dorsal (v.a. obere Rippen) erweitert. Ermöglicht wird dies durch:

- Bewegung in den Rippenwirbelgelenken
- Bewegung in den Brustbein-Rippen-Verbindungen
- Elastizität der Rippenknorpel
- Geringe Verringerung der Kyphose der BWS

In Ruhe atmet der Mensch hauptsächlich über das Zwerchfell. Dabei hebt und senkt sich das Diaphragma ca. 2-3 cm – bei maximal forcierter Arbeit kann es sich 10-12 cm heben und senken.



Anatomie. Aumüller 2010- G. Thieme Verlag

