

17 Skelettsystem

Anatomie/Physiologie

- Knochenarten
- Knochenwachstum
- Knochenverbindungen
- Schädel
- Wirbelsäule
- Brustkorb
- Becken
- untere Extremität
- obere Extremität

Anatomie des Skelettsystems

Die Knochen dienen der internen Stabilisation des Körpers. Ohne sie wären wir der Schwerkraft sozusagen schutzlos ausgeliefert und wären zudem kaum in der Lage, uns fortzubewegen, bzw. stabile Bewegungsabläufe durchzuführen.

Andere Lebewesen, wie Würmer oder Schnecken kommen ohne Skelett aus, unterscheiden sich jedoch in ihrer Beweglichkeit ganz eindeutig von Wirbeltieren, denen auch der Mensch angehört.

Dieser Lehrbrief gibt Ihnen einen Überblick über die Knochen und die knöchernen Verbindungen des Menschen. Es ist vielleicht von Vorteil, wenn Sie während des Studiums dieses Kapitels einen anatomischen Atlas griffbereit halten, um sich noch besser orientieren zu können.

Welche Knochenarten gibt es?

An verschiedenen Stellen des Skelettes finden wir unterschiedlich geformte Knochen:

Lange Knochen:

Die Länge dieser Knochen ist deutlich größer als ihr Durchmesser. In den mittleren Abschnitten befindet sich ein Hohlraum, weshalb man auch von *Röhrenknochen* spricht. Zu den langen Knochen gehören z.B. Oberschenkelknochen (Femur), Oberarmknochen (Humerus); lange Knochen können

Kurze Knochen:

Kurze Knochen besitzen im Gegensatz zu den langen Knochen keinen größeren Hohlraum. Sie sind oft genauso lang, wie breit. Kurze Knochen befinden sich z.B. in Hand- und Fußgelenken. Auch die Wirbelknochen gehören zu den kurzen Knochen.

Platte Knochen:

Platte Knochen finden sich z.B. in Schädel und Becken. Auch die Rippen gehören zu dieser Knochenart. In ihrem Inneren befindet sich besonders reichlich rotes Knochenmark.

Unregelmäßige Knochen:

Diese Knochen finden wir vorwiegend im Bereich des Schädels. Sie folgen in ihrer Form keinem prinzipiellen Aufbau, lassen sich jedoch oft gleichzeitig zu den platten Knochen rechnen.

Sesambeine:

Die Sesambeine verhindern das Reiben von Sehnen und Muskeln auf den Knochen. Sie sind mit die kleinsten Knochen. Die größten Sesambeine sind die Kniescheiben

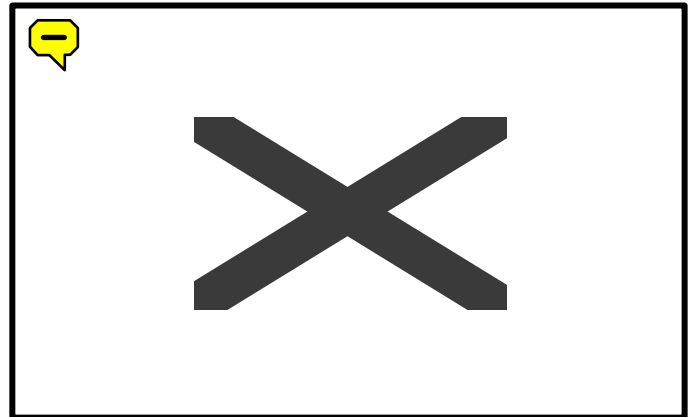
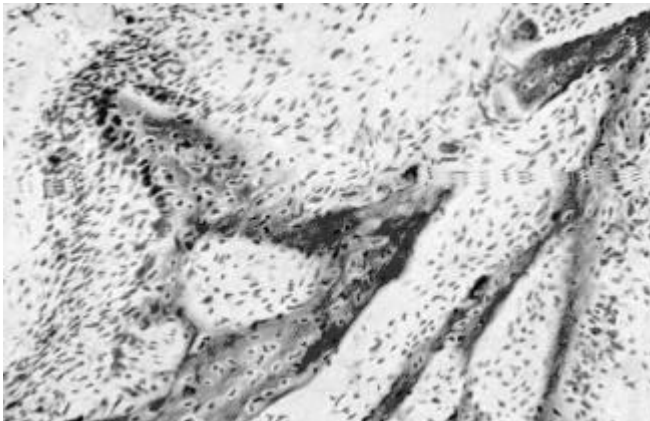
Wie sind Knochen strukturiert?

Wir unterscheiden zwei Arten von Knochengewebe:

- den Geflechtknochen (Faserknochen) und
- den Lamellenknochen

Zunächst bildet sich aus bestimmten Formen des Bindegewebes der Geflechtknochen. In ihm befinden sich ungeordnete Kollagenfasern. Dazwischen liegen Knochenzellen (Osteozyten), die die Knochensubstanz produzieren.

Geflechtknochen bildet sich in der Fetalzeit und wird bis zum 5. Lebensjahr fast vollständig in Lamellenknochen umgewandelt.

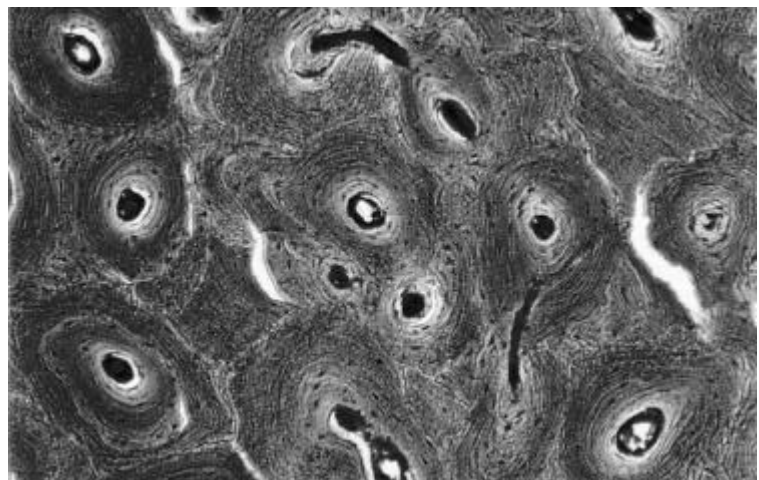


Bei erwachsenen Menschen gibt es Geflechtknochen nur noch an den Nähten der Schädelknochen, in Teilen der Kiefer und dem Mastoid (Knochen hinter dem Ohr). Der Lamellenknochen ist – wie der Name ja schon sagt – aus Lamellenartigen Strukturen aufgebaut. Diese Lamellen sind unterschiedlich groß und haben einen unterschiedlichen Aufbau. Nach der Dichte der Lamellen unterscheidet man zwischen der harten *Kompakta*, die in den äußeren Knochenbereichen liegt und der aufgelockerten *Spongiosa*, die im Knocheninneren bzw. in den verdickten Knochenenden liegt. Innerhalb der Spongiosa befindet sich das rote Knochenmark.

Die Lamellen werden unterschieden in

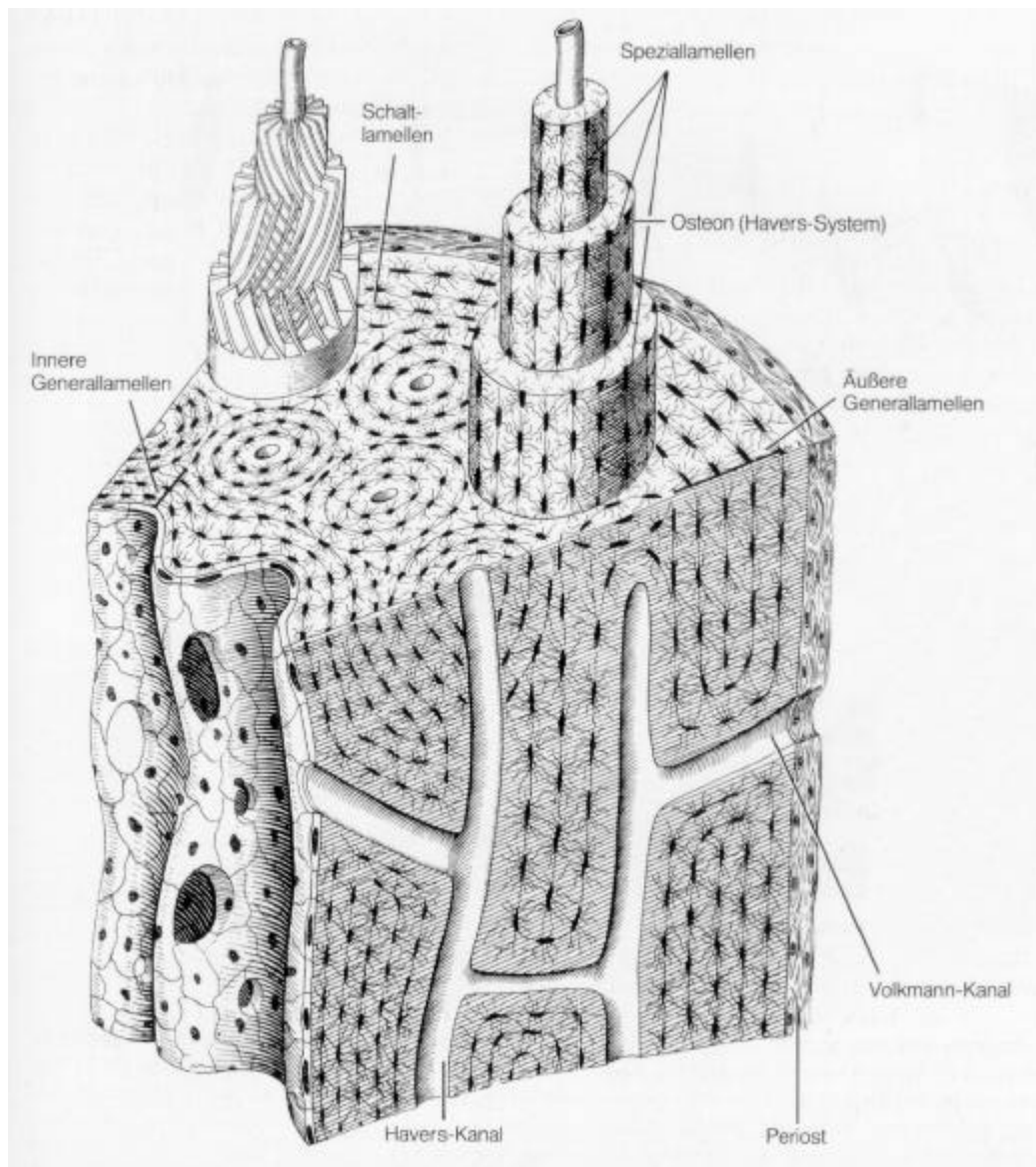
- General-Lamellen
- Spezial-Lamellen
- Schalt-Lamellen

Die General-Lamellen liegen in der inneren und äußeren Oberfläche des Knochens. Die Spezial-Lamellen bilden die kompletten konzentrischen Gebilde, die als Osteone bezeichnet werden. In deren Zentrum befindet sich der sog. Havers'sche Kanal, der Blutgefäße und Nerven führt.



Die Spezial-Lamellen werden ständig erneuert indem neue Lamellen im Knochen wachsen und alte teilweise abgebaut werden. Wird ein Osteon von neuen Lamellen überwachsen, entstehen Schaltlamellen, in deren Zentrum auch der Havers'sche Kanal fehlen kann.

Die Havers'schen Kanäle sind untereinander mit der *Volkman-Kanälen* verbunden. Zwischen den einzelnen Lamellenschichten liegen die *Osteozyten*. Diese Knochenzellen haben ehemals als *Osteoblasten* die Lamellen aufgebaut und sich dabei selbst „eingemauert“. Sie werden über Nährstoffe aus den Havers'schen und Volk-



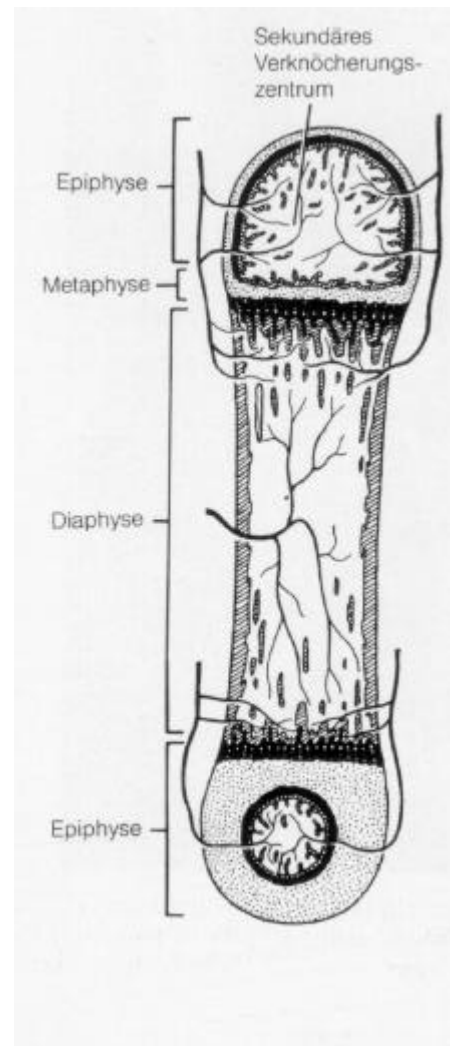
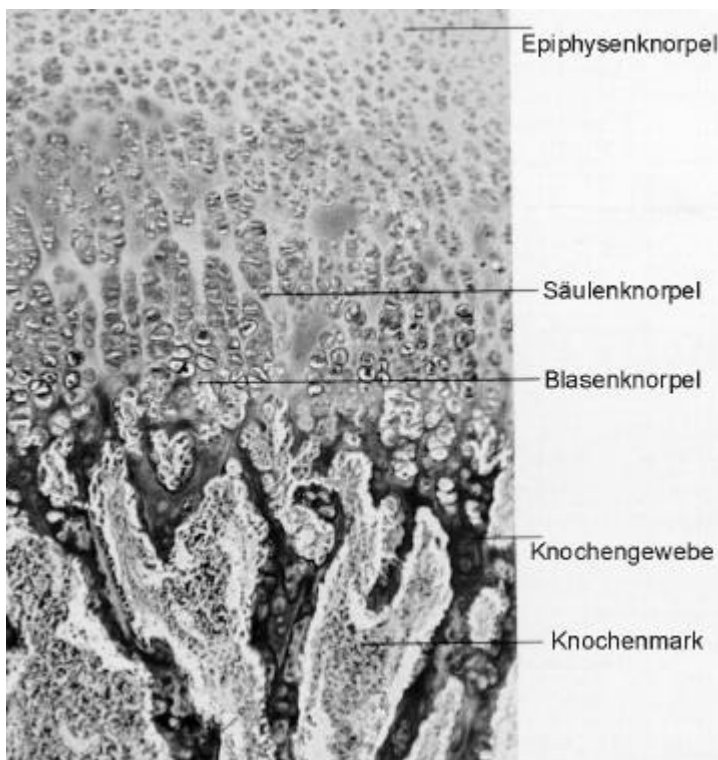
mann'schen Kanälen versorgt. Den Abbau des Knochens besorgen die *Osteoklasten*. Der gesunde Knochen ist ständig im Ab- und Aufbau begriffen, wobei insgesamt keine Knochensubstanz verloren geht. Überwiegt der Abbau, entsteht eine Osteoporose.

Wir unterscheiden zwei Arten der Knochenbildung (*Ossifikation*):

- die desmale Ossifikation (direkte Knochenbildung)
- die chondrale Ossifikation (indirekte Knochenbildung)

Die desmale Ossifikation geht von sog. Verknöcherungsinseln aus, die sich im Bindegewebe befinden. Diese Inseln beinhalten knochenbildende *Osteoblasten*, die zunächst einen Geflechtknochen bilden, der sich anschließend zu einem Lamellenknochen weiterentwickelt. Die desmale Ossifikation findet man vor allem bei platten, kurzen und unregelmäßigen Knochen.

Die chondrale Ossifikation findet in den Röhrenknochen statt. Beim Feten, Kind und Jugendlichen befinden sich in den Röhrenknochen jeweils zwei knorpelige Wachstumszonen (*Metaphysen*) zwischen den Knochenenden (*Epiphysen*) und dem Knochenchaft (*Diaphyse*). In diesen Wachstumszonen wandeln sich, ausgehend von den knöchernen Arealen Knorpelzellen in knochenbildende Osteoblasten um. Dadurch kommt es nicht nur zur Verknöcherung des Knorpels, sondern auch gleichzeitig zur Verlängerung des Knochens.



Weiterer Aufbau eines Knochens:

Der Knochen ist vom *Periost* umhüllt, einer bindegewebigen Schicht, die sowohl Nerven, als auch Blutgefäße führt. Von den Blutgefäßen zweigen Äste in das Knocheninnere ab und erreichen über Volkmann-Kanäle die Osteone. Die sensible Innervation des Knochens erfolgt fast ausschließlich über das Periost.

Unter dem Periost liegt die Kompakta, die stabilste Schicht des Knochens. In den Epiphysen befindet sich unter der Kompakta die Squamosa, die schwammartige Substanz, die das rote Knochenmark enthält. Im Knochenschaft (Diaphyse) befindet sich der Markraum, der gelbes Knochenmark (Fettmark) enthält.

Viele Knochen haben Vorsprünge und Ausläufer, welche als Ansatz- und Ursprungsstellen für Sehnen dienen. Diese vorspringenden Teile nennen wir *Apophysen*.

So gut wie jeder Knochen hat mindestens eine Gelenk-Verbindung zu anderen Knochen. Die Flächen stark beweglicher Gelenke werden mit einer dicken Knorpelschicht überzogen, die eine vorzeitige Abnützung der Kompakta verhindern.

Knochenverbindungen:

Zwei Knochen können grundsätzlich auf zwei Arten miteinander verbunden sein:

- als Gelenk, d.h. durch eine bewegliche Verbindung
- als Fuge oder Haften, d.h. durch eine unbewegliche Verbindung

Die Fuge (Synarthrose):

Bei den Fugen gibt es wiederum zwei grundsätzliche Arten. Bei der *Articulatio fibrosa* (Bandgelenke) werden die beiden Knochen durch ein straffes Bindegewebe miteinander verbunden. Die *Articulatio cartilaginea* (Knorpelgelenke) dagegen ist eine knorpelige Knochenverbindung. Bandgelenke finden wir z.B. als Membran zwischen Elle und Speiche, als Naht (*Sutura*) zwischen den Schädelknochen oder zwischen Zähnen und Kiefer. Knorpelgelenke verbinden Rippen und Brustbein oder die beiden Schambeinäste.

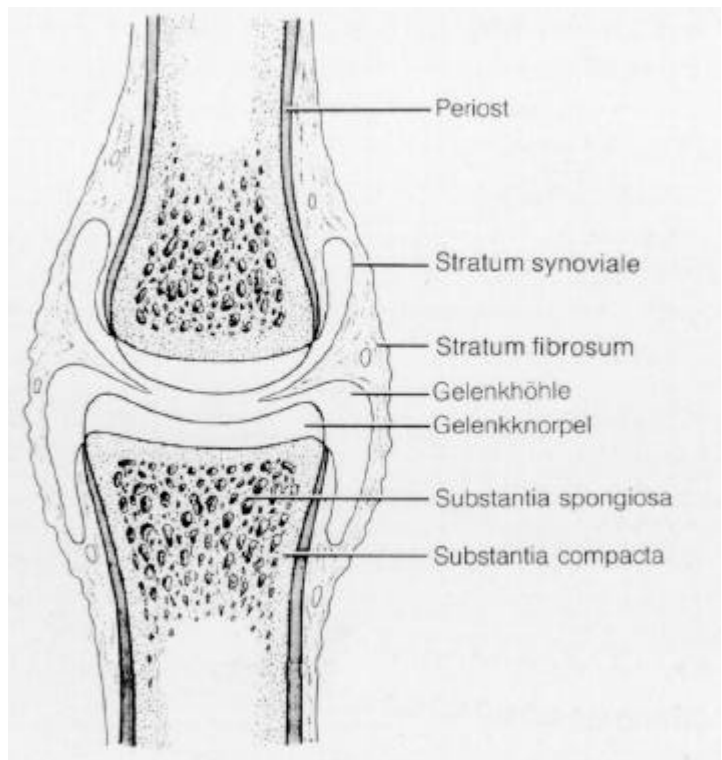
Das Gelenk (*Articulatio*, *Diarthrose*):

Ein „echtes“ Gelenk weist folgende Merkmale auf:

- einen Gelenkspalt
- eine Gelenkkapsel
- Gelenkschmiere (Synovia)
- Gelenkknorpel
- Gelenkbänder

Zusätzlich können Gelenke eine oder mehrere Zwischenwirbelscheiben (*Discus* oder *Meniscus*), Schleimbeutel (*Bursa synovialis*) und Gelenklippen (*Labrum*) besitzen.

Im kapillaren Gelenkspalt befindet sich die Synovia welche als Gleitmittel zwischen den Gelenkflächen fungiert und die von



der Gelenkkapsel gebildet wird. Die Gelenkkapsel ist eine Bindegewebshülle, die üblicherweise das gesamte Gelenk umfasst. Sie dient auch der Stabilisierung des Gelenkes.

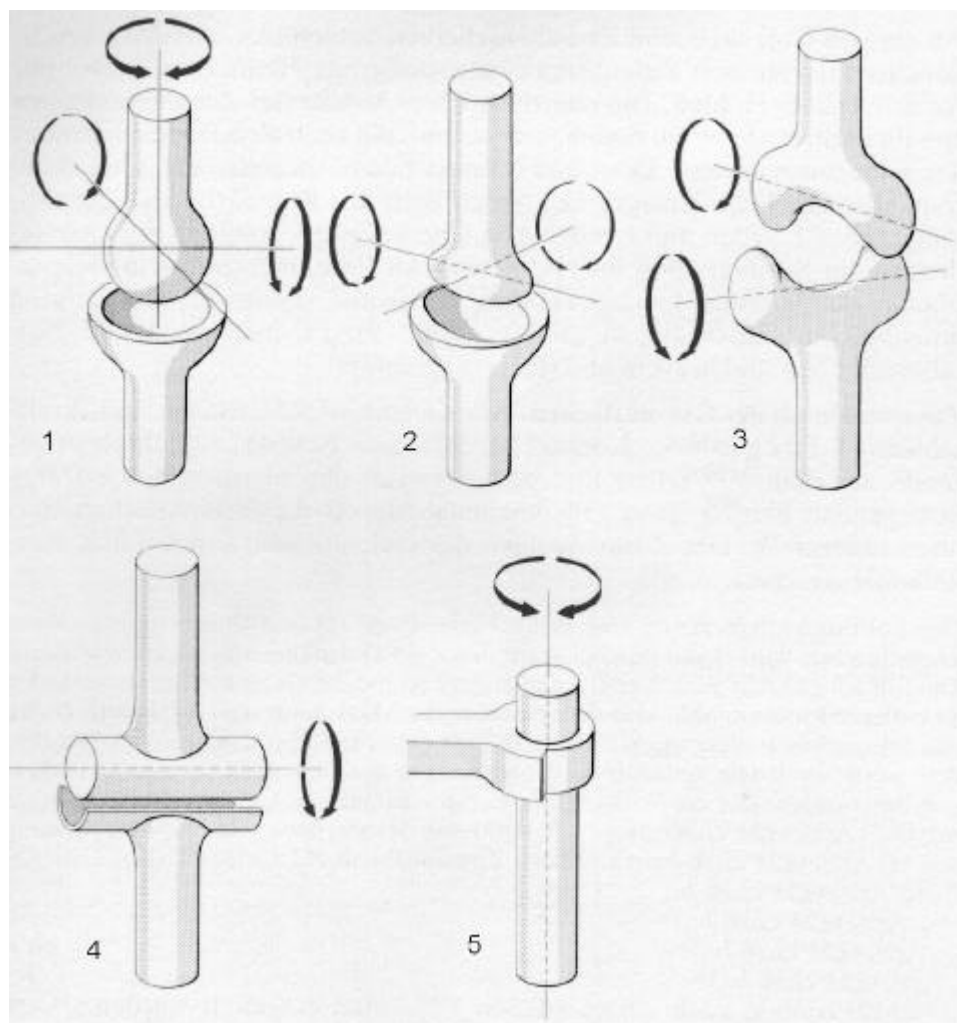
Der Gelenkknorpel schützt die Knochen vor Abreibung. Der Knorpel ernährt sich per Diffusion aus der Synovia. Abgenutzter Knorpel kann nicht wieder aufgebaut werden. Dies führt zur *Arthrose*.

Gelenkbänder sind teilweise ein Bestandteil der Gelenkkapsel. Sie stabilisieren das Gelenk und dienen als Bewegungshemmung, z.B. gegen eine Überstreckung oder seitliche Abweichung des Gelenkes.

Bei den Zwischenscheiben wird zwischen einem Discus und einem Meniscus unterschieden. Beide liegen innerhalb des Gelenkspaltes. Ein Discus unterteilt den Gelenkspalt komplett, ein Meniscus nur teilweise. Disci liegen bspw. zwischen den einzelnen Wirbelkörpern und im Kiefergelenk. Menisci finden wir im Kniegelenk.

Gelenklippen sind eine knorpelige Vergrößerung von Gelenkpfannen. Sie sind wal-lartig um die knöchernen Gelenkpfanne platziert.

Schleimbeutel (*Bursa synovialis*) liegen zwischen den gelenknahen Knochenteilen und den umgebenden Muskeln oder Sehnen. Die Bursa verhindert die übermäßige Reibung zwischen diesen Strukturen und dem Gelenk. In einigen Fällen haben die Schleimbeutel eine Verbindung zum Gelenkspalt.



Gelenke werden nach Art und Funktion unterteilt:

- Einfache Gelenke sind eine bewegliche Verbindung zwischen zwei Knochen
- Zusammengesetzte Gelenke sind bewegliche Verbindungen zwischen drei und mehr Knochen

Scharniergelenk (4):

Die Funktion des Scharniergelenkes erklärt sich durch seinen Namen. Die Knochen bewegen sich um eine Querachse, die durch das Scharniergelenk verläuft, dabei schwenkt der Gelenkkopf in einer Gelenkpfanne. Scharniergelenke sind bspw. Fingergelenke, Ellenbogen- und Kniegelenk. Das Scharniergelenk lässt sich nur in einem Sinn bewegen, wir nennen sie daher einachsig.

Drehgelenk (5):

Beim Drehgelenk drehen sich zwei Knochen umeinander. Man unterscheidet das Radgelenk, in dem sich eine Gelenkpfanne um einen feststehenden Zapfen dreht und das Zapfengelenk, in dem sich ein Zapfen in einer feststehenden Pfanne bewegt. Ein Zapfengelenk befindet sich zwischen proximaler Elle und Speiche und ermöglicht die Rotation des Unterarmes. Ein Radgelenk ist z.B. das Gelenk zwischen dem Dens axis und dem ersten Wirbelknochen. Drehgelenke sind einachsige Gelenke.

Sattelgelenk (3):

Gelenkkopf und Gelenkfläche weisen jeweils eine konkave Fläche auf. Ein typisches Sattelgelenk ist das Daumengrundgelenk. Das Sattelgelenk ist in um zwei Achsen beweglich.

Eigelenk (2):

Das Eigelenk ist eine Sonderform des Kugelgelenkes (s.u.). Ein ovaler Gelenkkopf dreht sich in einer Gelenkpfanne.

Echte Eigelenke gibt es beim Menschen nicht. Ein prinzipielles Eigelenk ist das proximale Handgelenk, wobei der Gelenkkopf durch die proximale Reihe der Handgelenkknochen gebildet wird (s.u.). Ein Eigelenk hat zwei bewegliche Achsen.

Kugelgelenk (1):

Beim Kugelgelenk dreht sich ein runder Gelenkkopf in einer Gelenkpfanne. Kugelgelenke sind Schulter- und Hüftgelenke. Sie lassen eine Bewegung um drei Achsen zu.

Nachdem Sie nun über die Grundelemente des Skelettsystems gelesen haben, werden Sie nun die spezielle Anatomie des Skelettsystems kennen Lernen.

Der Schädel (Kranium):

Der knöcherne Schädel besteht aus zwei Anteilen:

- dem Neurokranium (Hirnschädel)
- dem Viscerokranium (Gesichtsschädel)

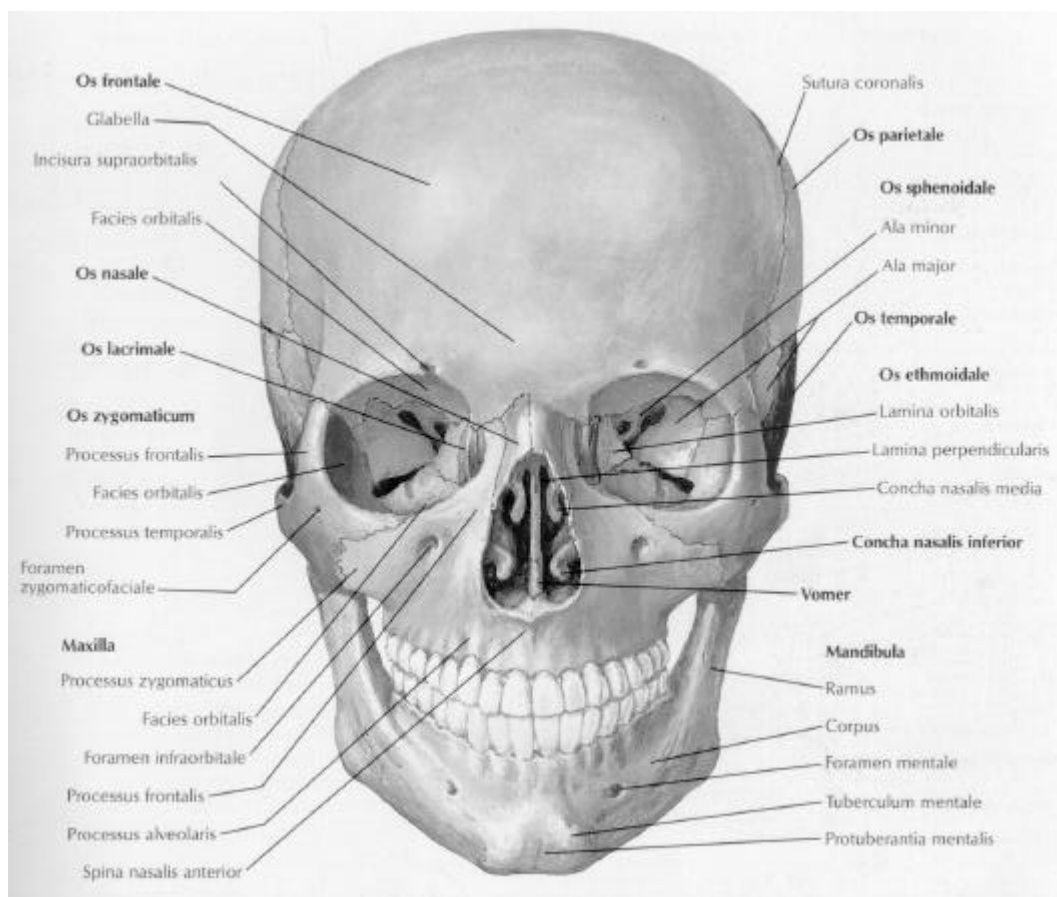
Die Knochen des Hirnschädels sind weitgehend platte Knochen, die des Gesichtsschädels meistens unregelmäßige Knochen.

Zum Gesichtsschädel gehören:

- 1 Siebbein (Os ethmoidale)
- 2 Tränenbeine (Os lacrimale)
- 2 Nasenbeine (Os nasale)
- 1 Pflugscharbein (Vomer)
- 2 untere Nasenmuscheln (Concha nasalis inferior)
- 2 Gaumenbeine (Os palatina)
- 2 Jochbeine (Os zygomaticum)
- 2 Oberkieferknochen (Maxilla)
- 1 Unterkieferknochen (Mandibula)

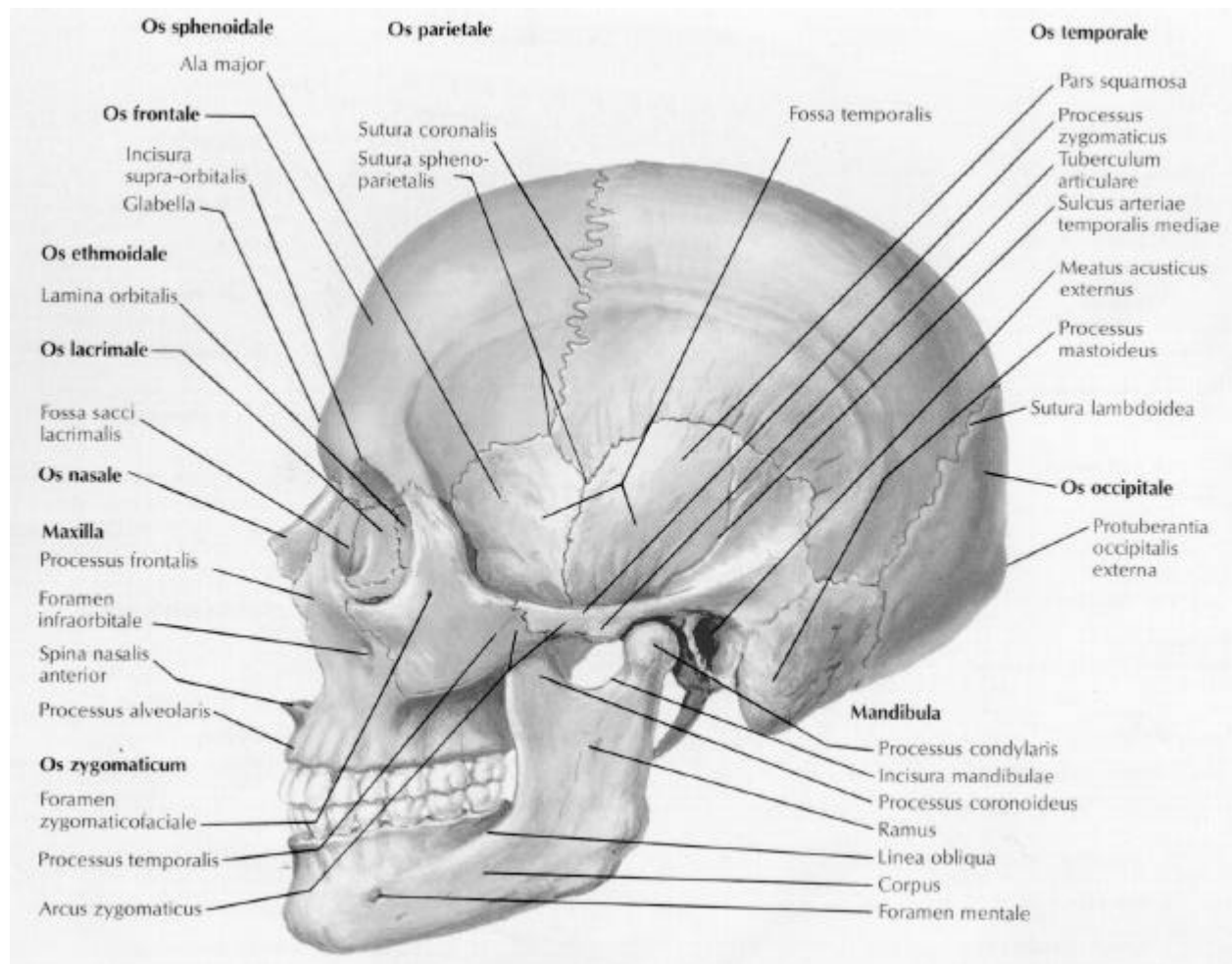
Zum Hirnschädel gehören:

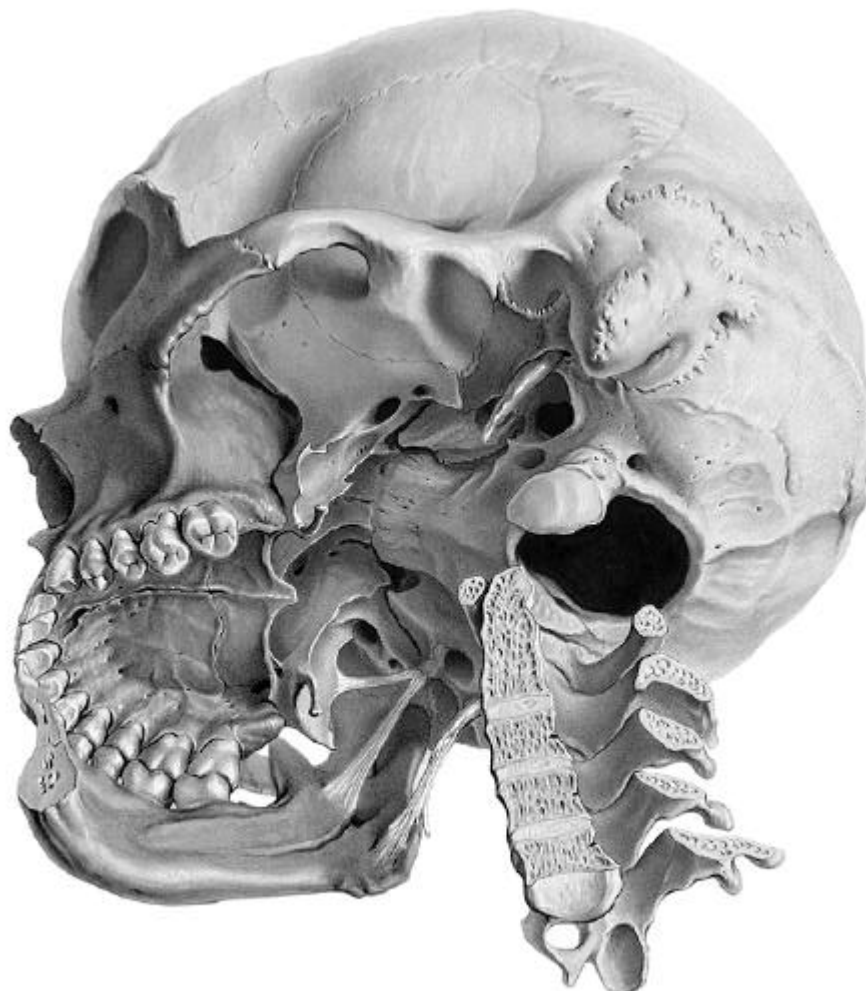
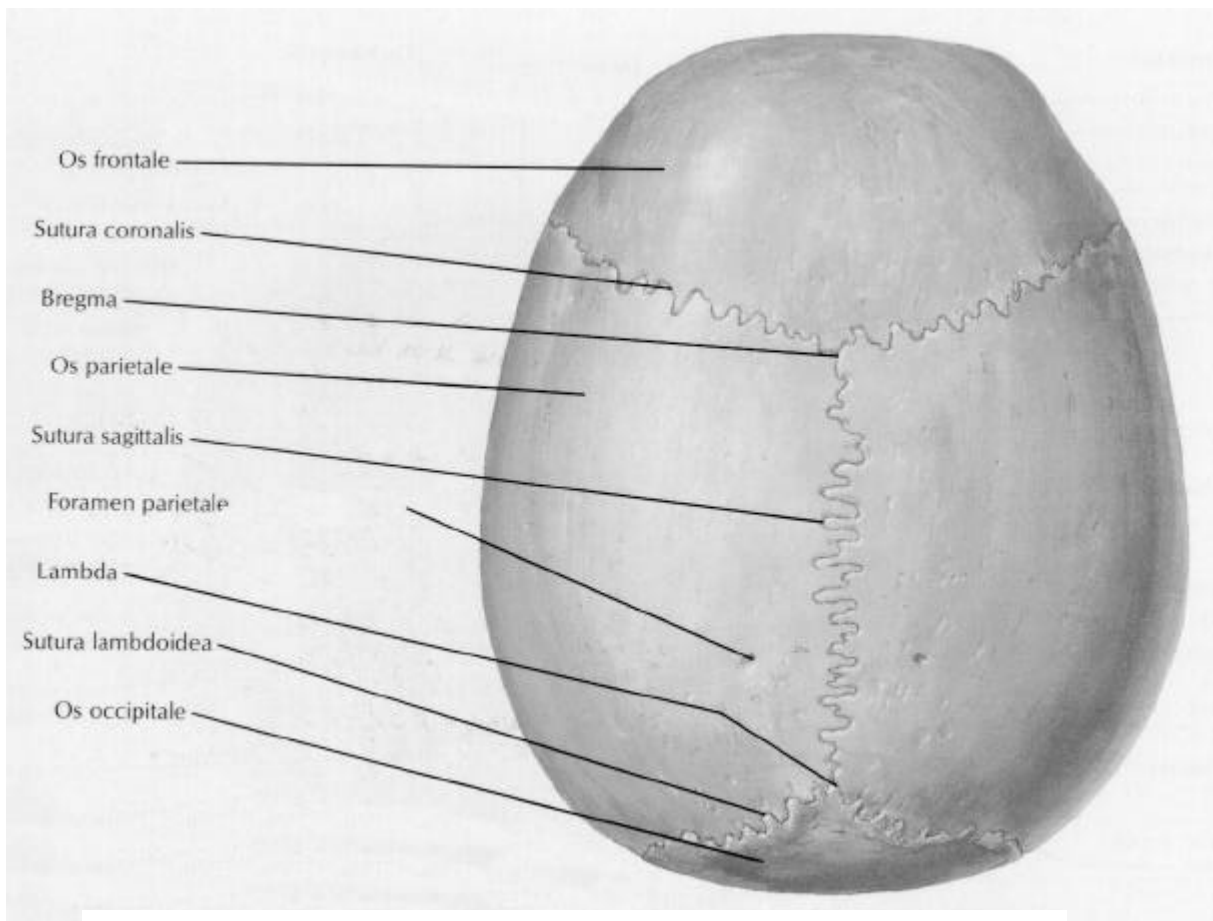
- 1 Stirnbein (Os frontale)
- 2 Scheitelbeine (Os parietale)
- 2 Schläfenbeine (Os temporale)
- 1 Keilbein (Os sphenoidale)
- 1 Hinterhauptsbein (Os occipitale)

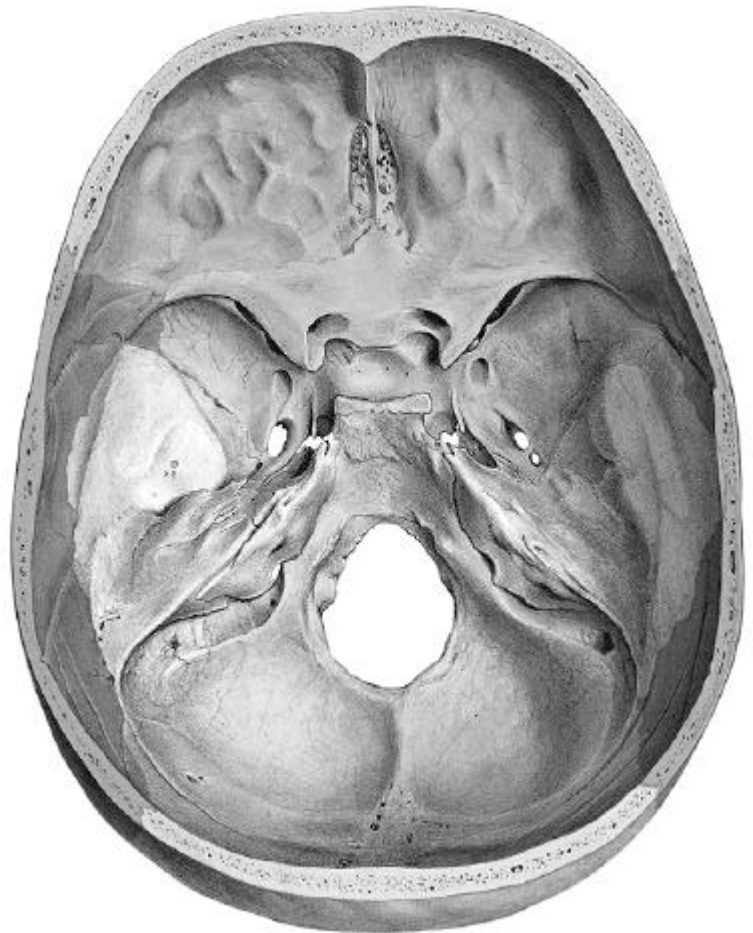
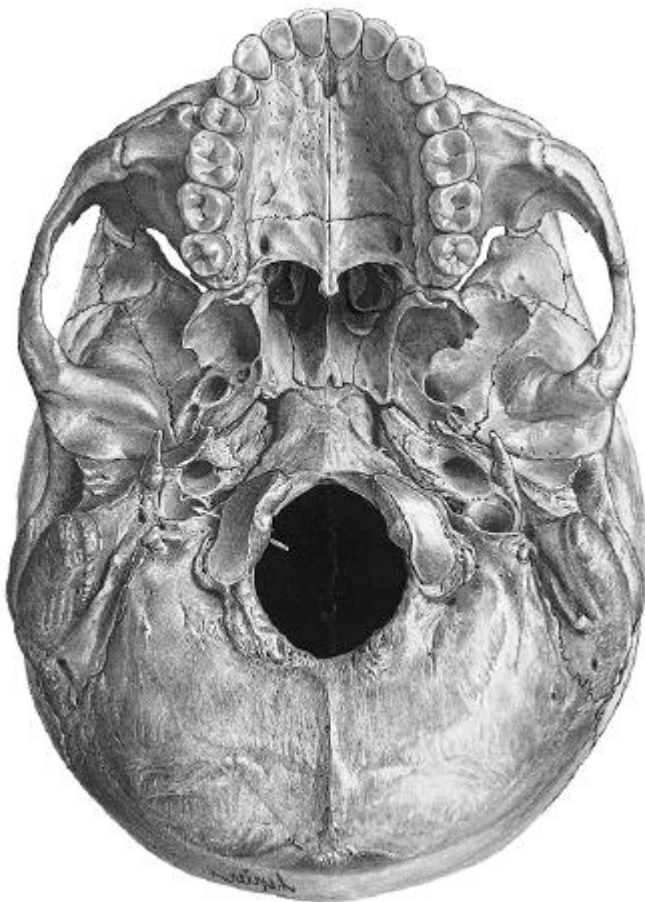
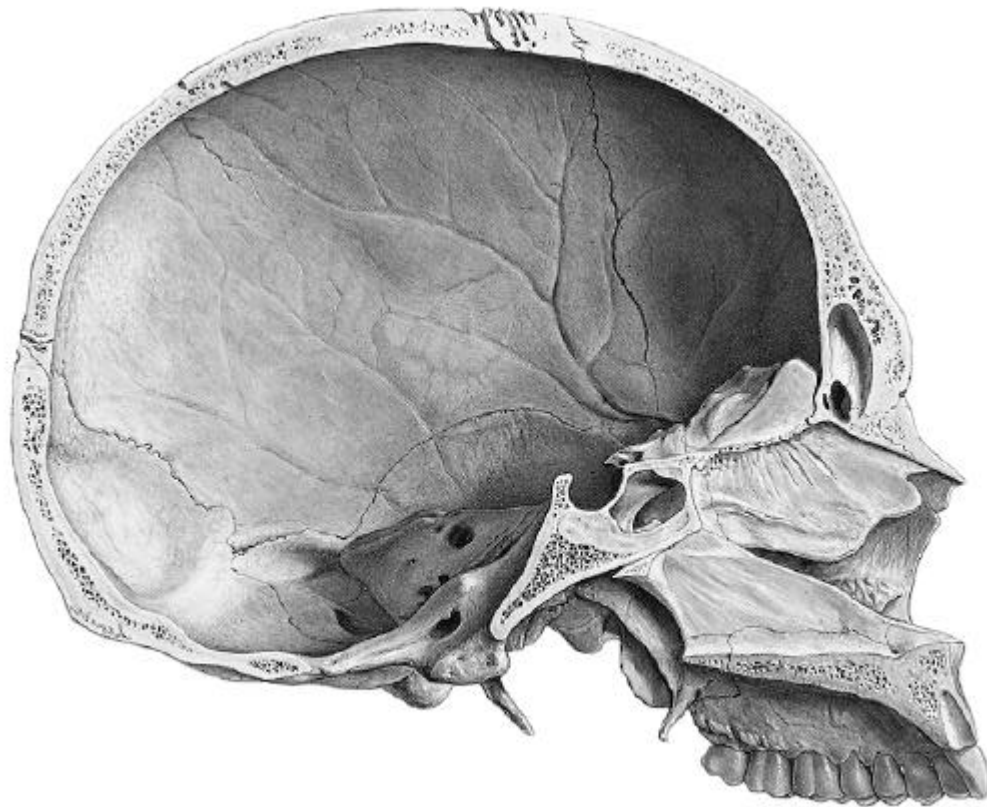


Die Knochen des Hirnschädels, auf denen das Hirn aufliegt, werden als *Schädelbasis* bezeichnet. Dazu gehören Teile von:

- Stirnbein
- Keilbein
- Schläfenbein
- Hinterhauptsbein







Die Wirbelsäule:

Die Wirbelsäule besteht aus 24 einzelnen Wirbelknochen, dem Kreuzbein (Os sacrum) und den vier Steißwirbeln. Das Kreuzbein besteht aus fünf miteinander verschmolzenen Wirbeln.

Die Wirbelknochen werden in drei Abschnitte eingeteilt:

- Halswirbelsäule (HWS; 7 Halswirbel)
- Brustwirbelsäule (BWS; 12 Brustwirbel)
- Lendenwirbelsäule (LWS; 5 Lendenwirbel)

Diese Einteilung ist bei allen Säugetieren gleich.

Hals- und Lendenwirbelsäule sind zum Körper hin gekrümmt, wir sprechen von einer *Lordose*. Die Brustwirbelsäule ist nach hinten gekrümmt, was als *Kyphose* bezeichnet wird.

Die einzelnen Wirbelkörper sind zwar alle unterschiedlich geformt, der Aufbau folgt aber einem einheitlichen Schema.

Bis auf den ersten Halswirbel besitzt jeder Wirbelknochen einen Wirbelkörper. Die aufeinanderliegenden Wirbelkörper mit den dazwischenliegenden Bandscheiben bilden die eigentliche Wirbelsäule, die das Körpergewicht trägt.

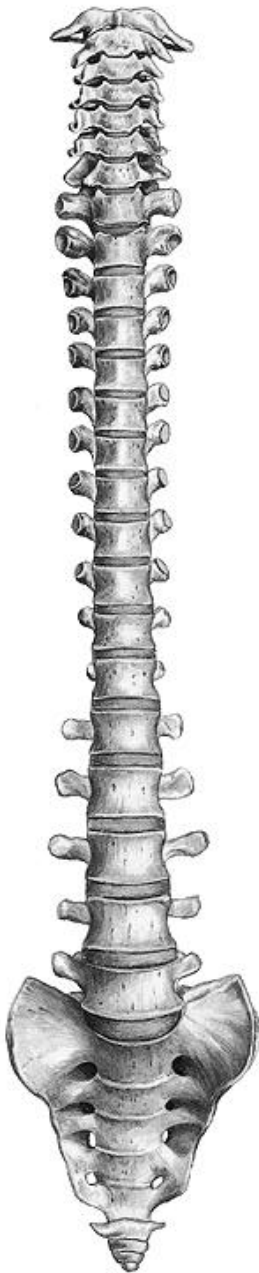
Vom Wirbelkörper geht nach dorsal der Wirbelbogen ab, der das Wirbelloch umrahmt. Die übereinanderstehenden Wirbellöcher bilden den Wirbelkanal, der das Rückenmark und die *Cauda equina* enthält. Die Wirbelbögen sind untereinander mit Bändern verbunden. Durch Einschnürungen der Wirbelbögen an übereinanderliegenden Stellen entstehen die Foramina intervertebrale, durch die die Spinalnerven austreten.

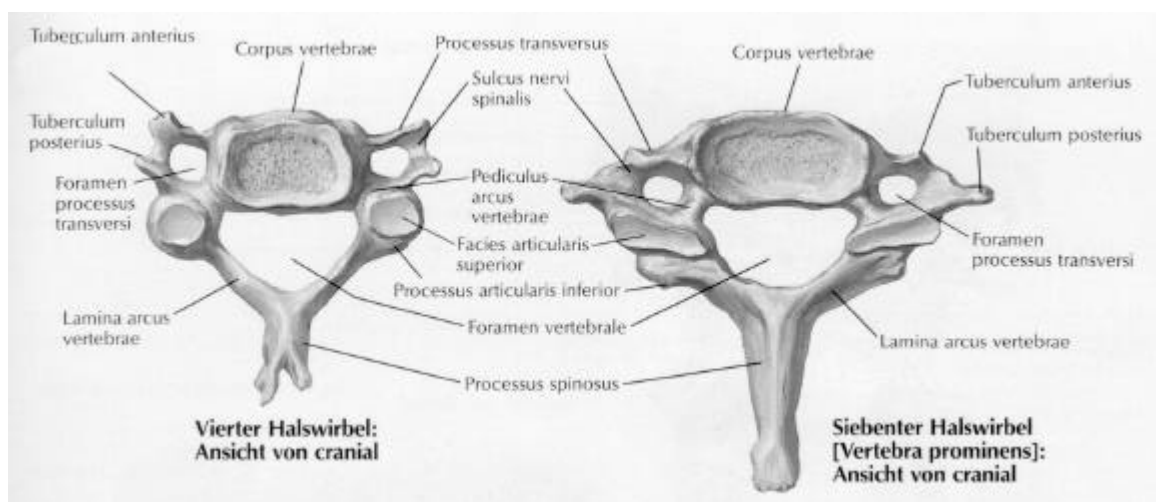
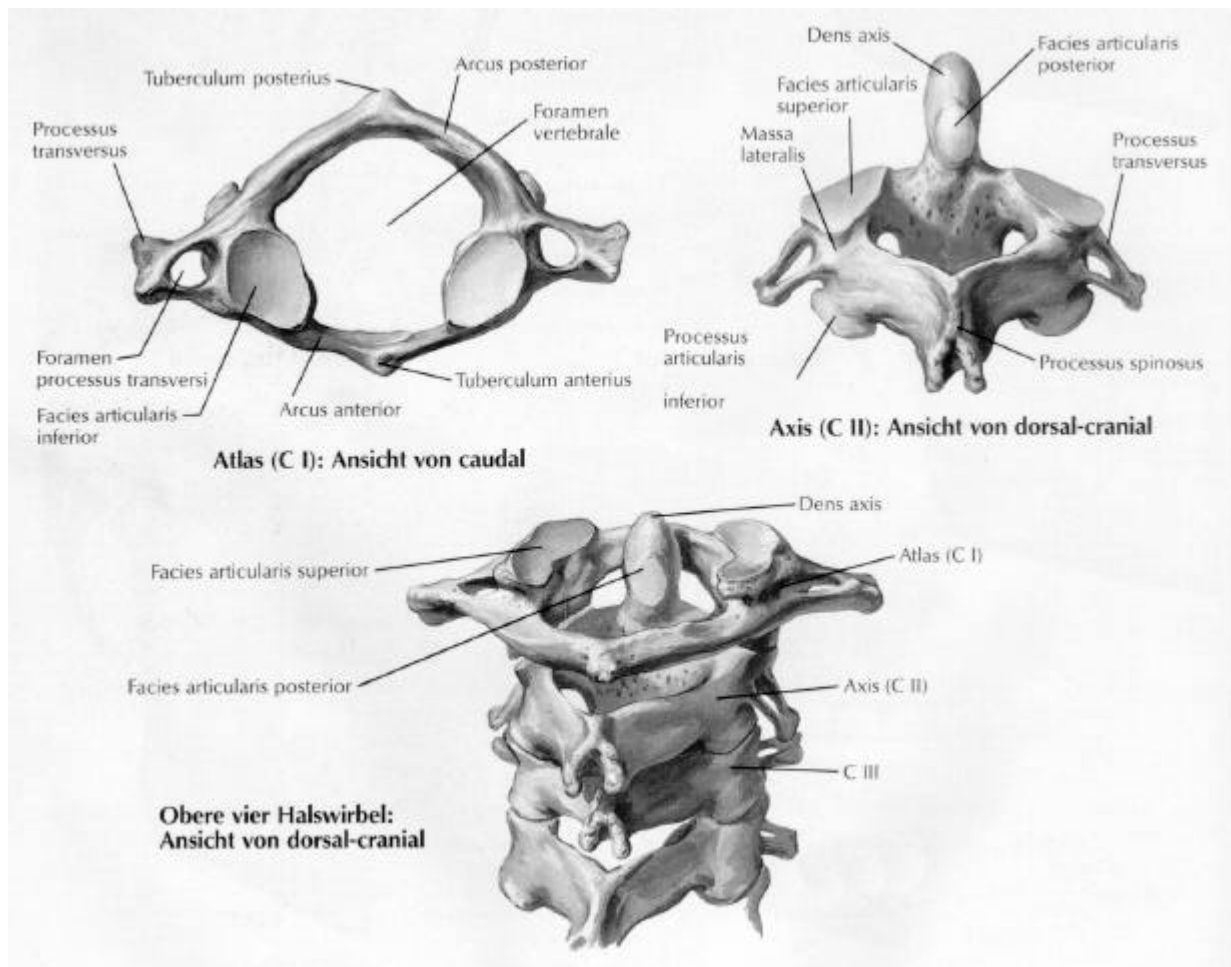
Von den Wirbelbögen gehen einige Fortsätze ab:

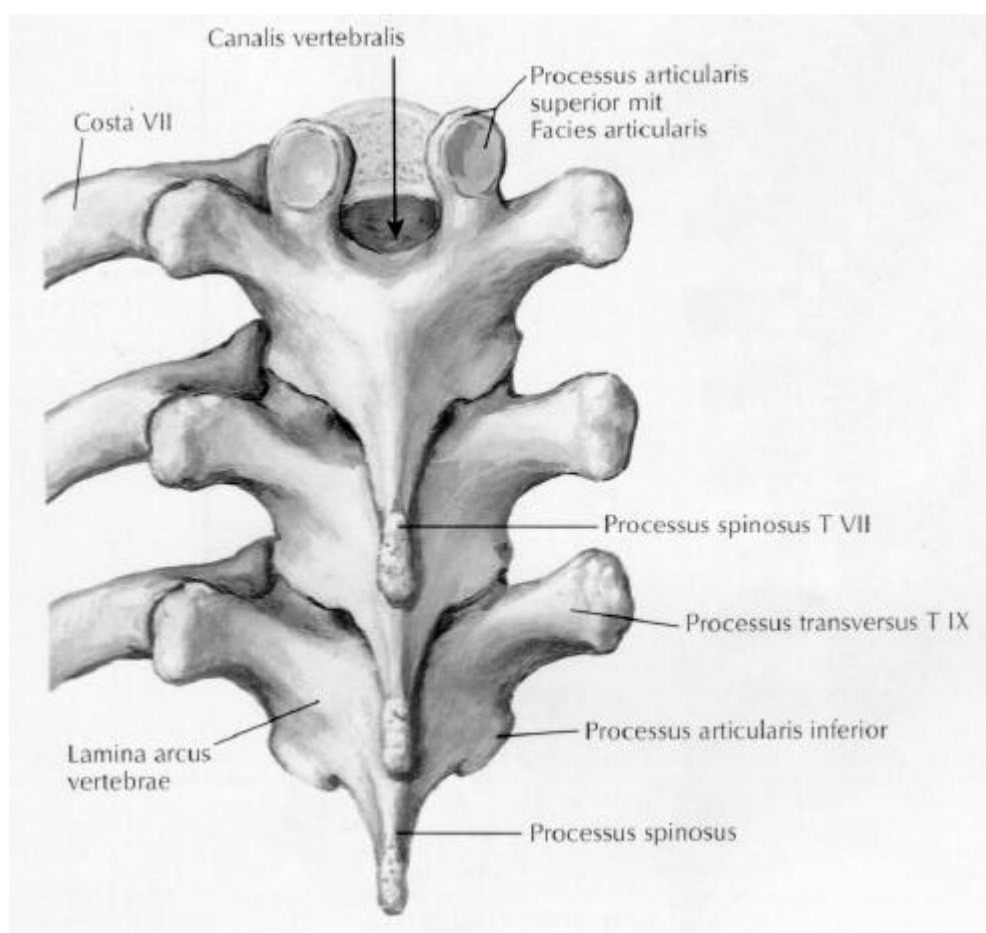
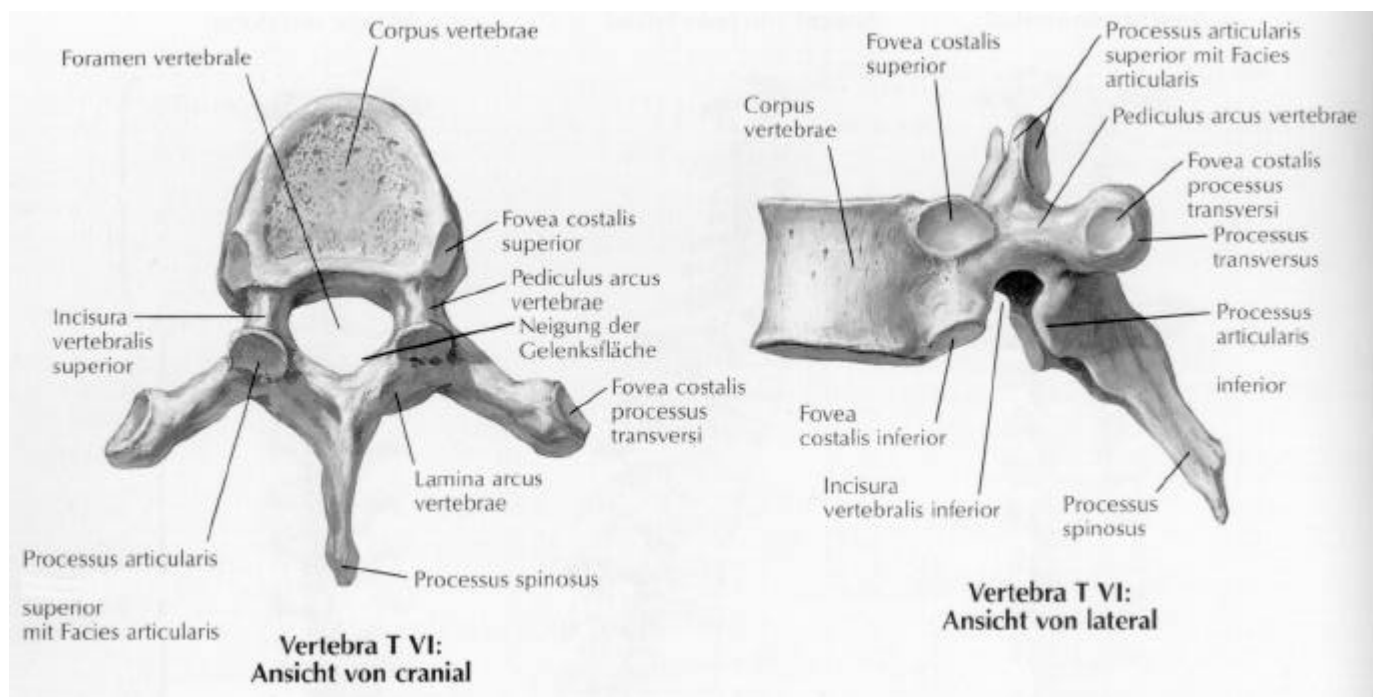
- der Dornfortsatz nach dorsal
- zwei Querfortsätze nach lateral
- vier Gelenkfortsätze, je zwei nach oben und unten
- die Brustwirbel besitzen zudem Gelenkflächen zu den Rippen

Einige Wirbel weisen Besonderheiten auf. Wie oben bereits erwähnt, besitzt der erste HWK (*Atlas*) keinen Corpus. Aus dem zweiten HWK (*Axis*) ragt nach oben ein Zahn (*Dens axis*) in das ventrale Wirbelloch des Atlas. Der siebte HWK hat einen besonders langen Dornfortsatz, weshalb er als *Prominens* bezeichnet wird. Sie können ihn leicht tasten.

Die Querfortsätze der Halswirbel besitzen je ein Foramen (Loch), wodurch die Blutgefäße ziehen, die das Hirn im dorsalen Bereich versorgen.

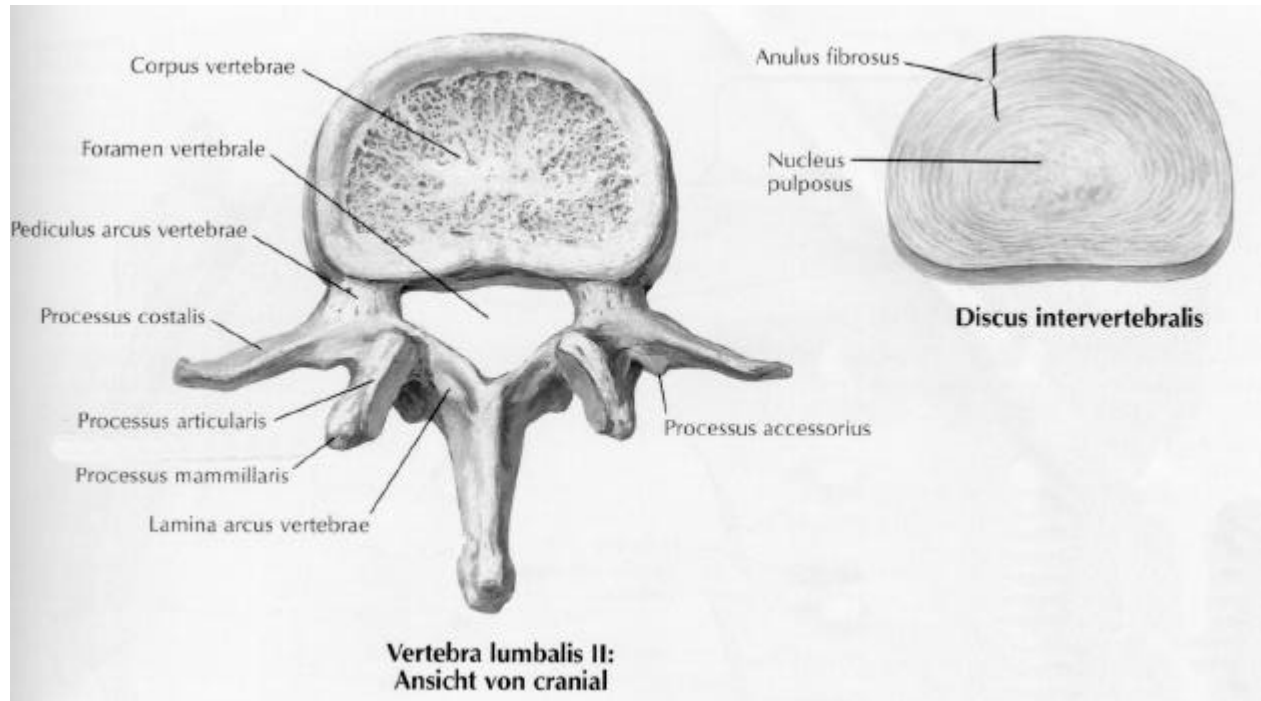






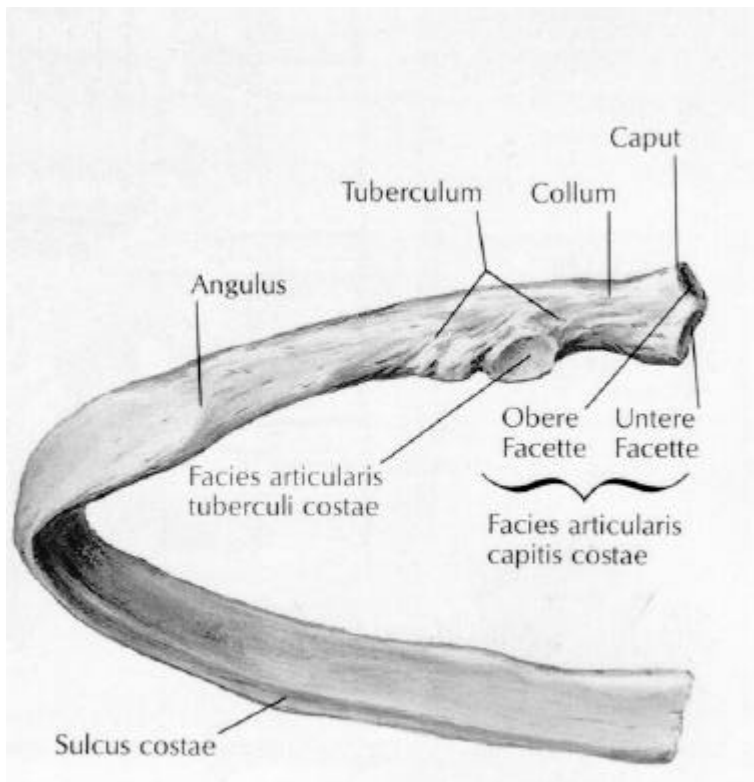
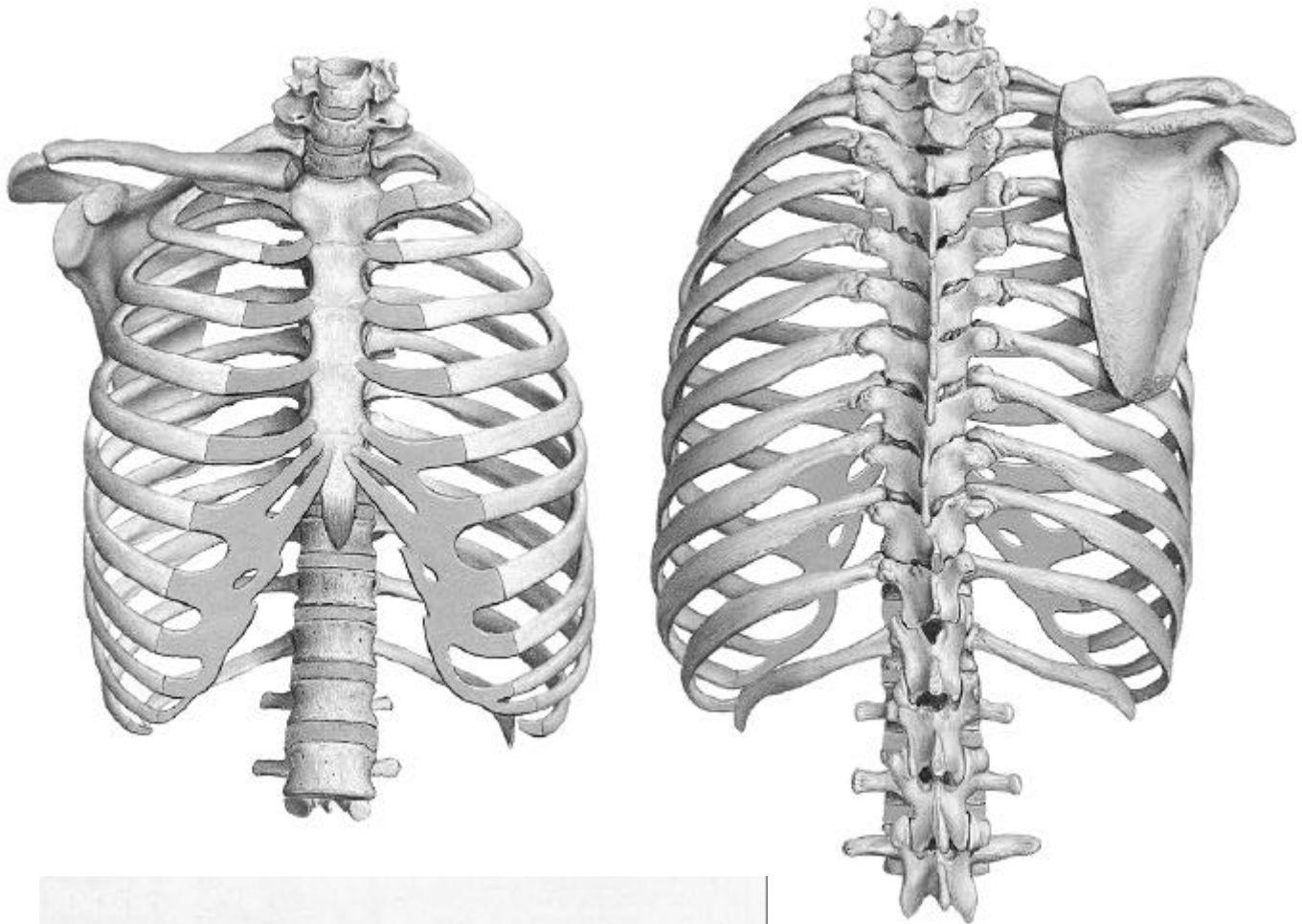
Die Lendenwirbel besitzen drei abweichende Fortsätze:

- die Rippenrudimente
- besonders geformte Querfortsätze
- *Processus mamillaris* (rudimentärer Fortsatz)



Der Brustkorb (Thorax):

Der Brustkorb besteht aus dem dreiteiligem Brustbein (Sternum) und den 12 Rippenpaaren.

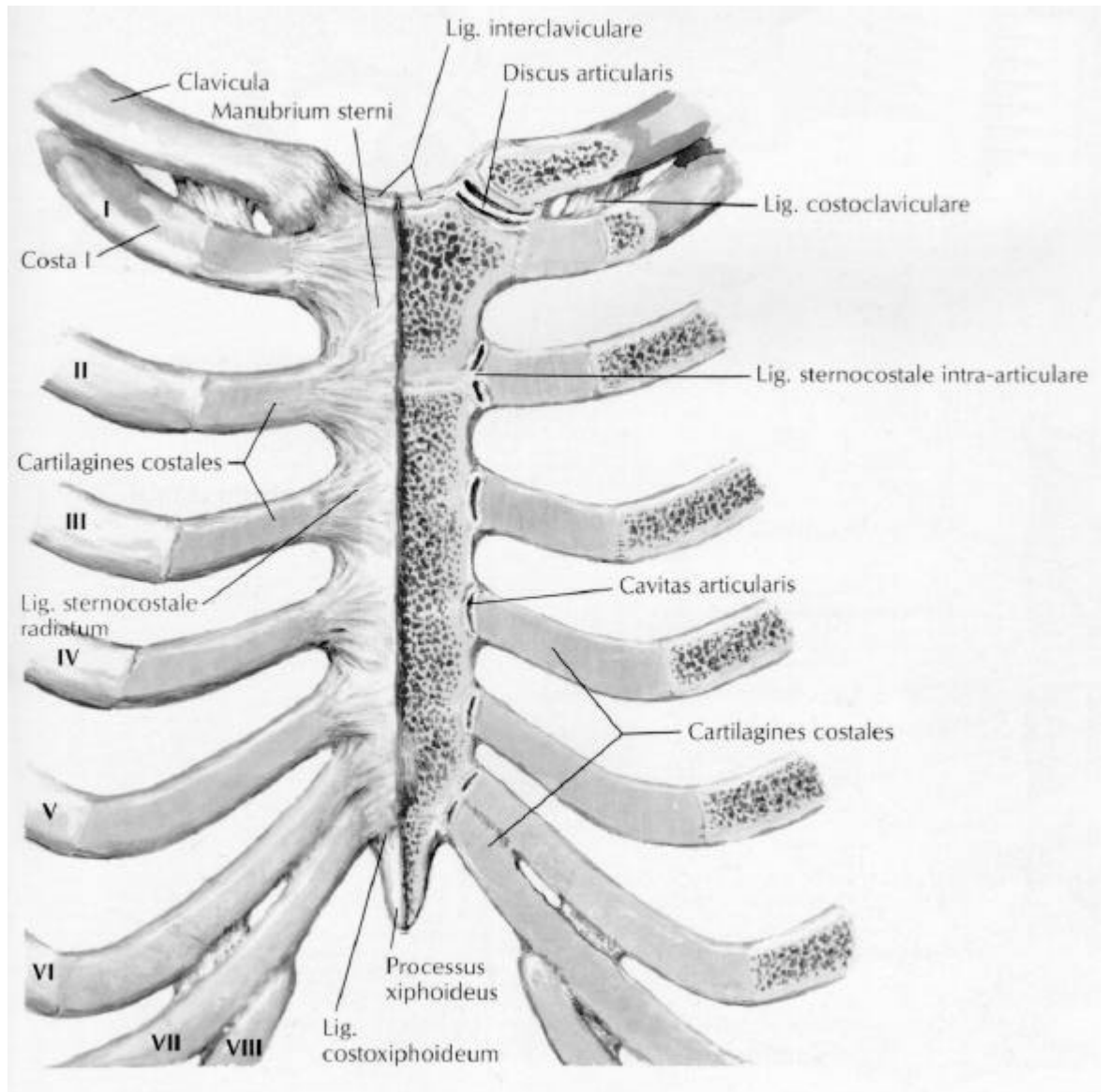


Die Rippen haben je zwei gelenkige Verbindungen zu Wirbelkörpern. Die oberen 7 Rippenpaare stehen direkt mit dem Brustbein in knorpeliger Verbindung; sie werden als *echte* Rippen bezeichnet. Die 8. Bis 10. Rippe sind über Knorpelbrücken mit der 7. Rippe verbunden und bilden so den Rippenbogen. Die 11. Und 12. Rippe ist nur noch in Ansätzen, also als Rudiment vorhanden. Sie besitzen keinerlei Verbindung zum Brustbein.

Die Rippen hängen von dorsal oben nach ventral unten. Beim Einatmen werden sie durch die

äußere Zwischenrippenmuskulatur angehoben, wodurch sich die Tiefe des Brustkorbes vergrößert und das Thoraxvolumen zunimmt.

Das Brustbein besteht aus dem kranial gelegenen *Manubrium* (Handgriffbein), dem *Corpus sterni* (Brustbeinkörper) und dem *Xyphoid* (Schwertfortsatz). Am oberen Rand des Manubriums befinden sich die Gelenke zu den Schlüsselbeinen.

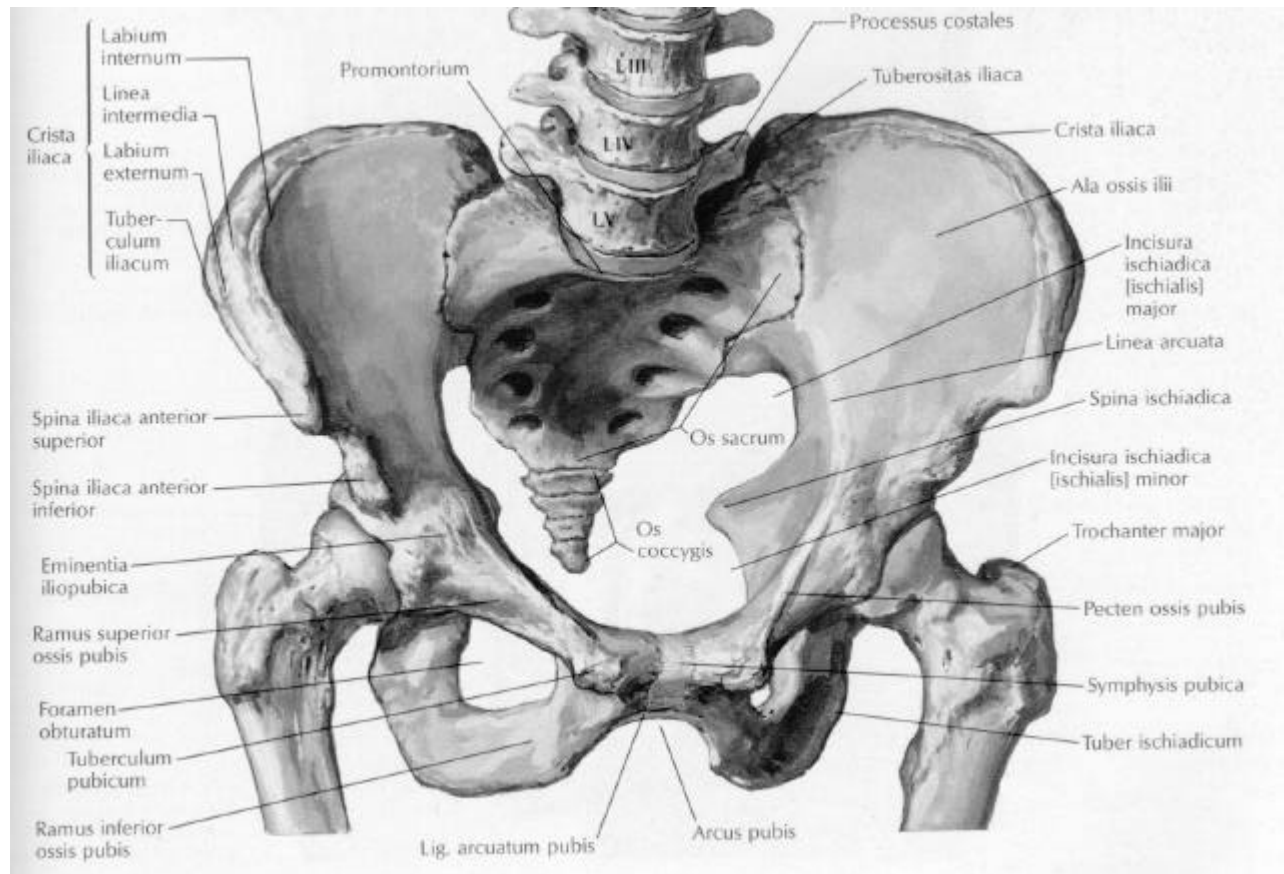


Das Becken (Pelvis):

Das Becken besteht aus dem Kreuzbein (Os sacrum) und zwei Hüftbeinen (Os coxae), die einen knöchernen Ring bilden.

Ein Hüftbein bildet sich aus den drei Abschnitten

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

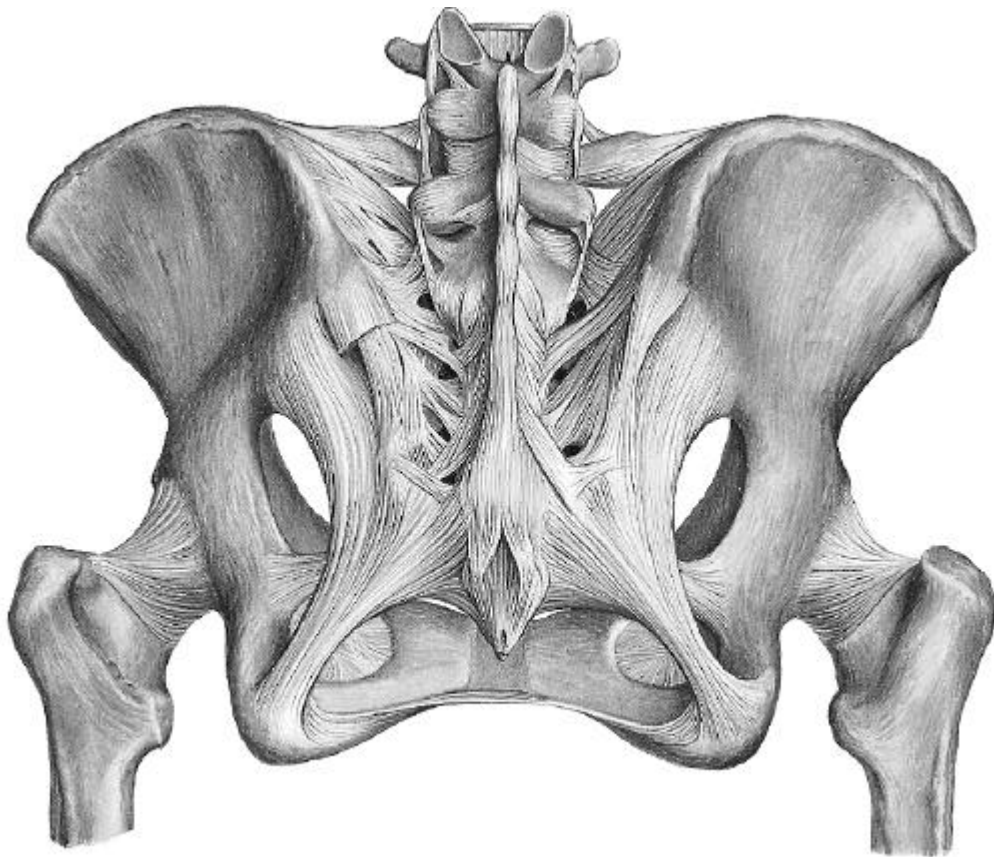


Die drei Knochen bilden je eine Y-förmige Fuge, in deren Zentrum die Gelenkpfanne des Hüftgelenkes sitzt.

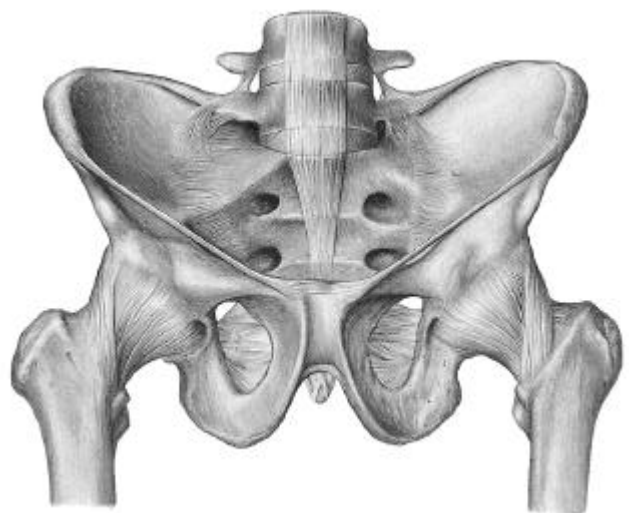
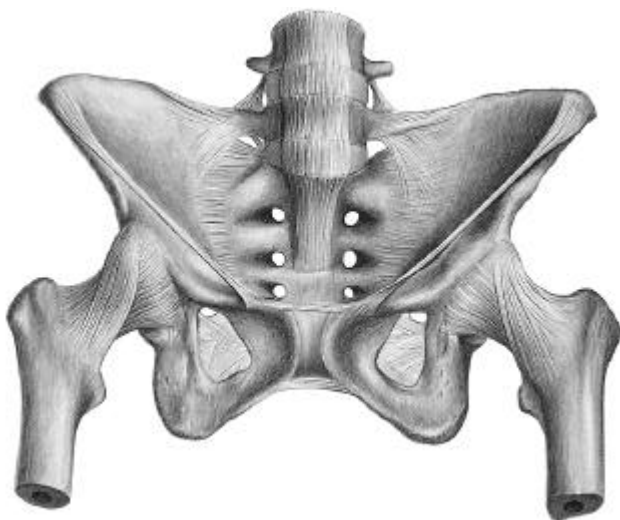
Zwischen dem Sitzbein und dem Schambein liegt das Foramen obturatorium, das durch eine Membran verschlossen ist, durch die jedoch Blutgefäße und Nerven ins Bein führen.

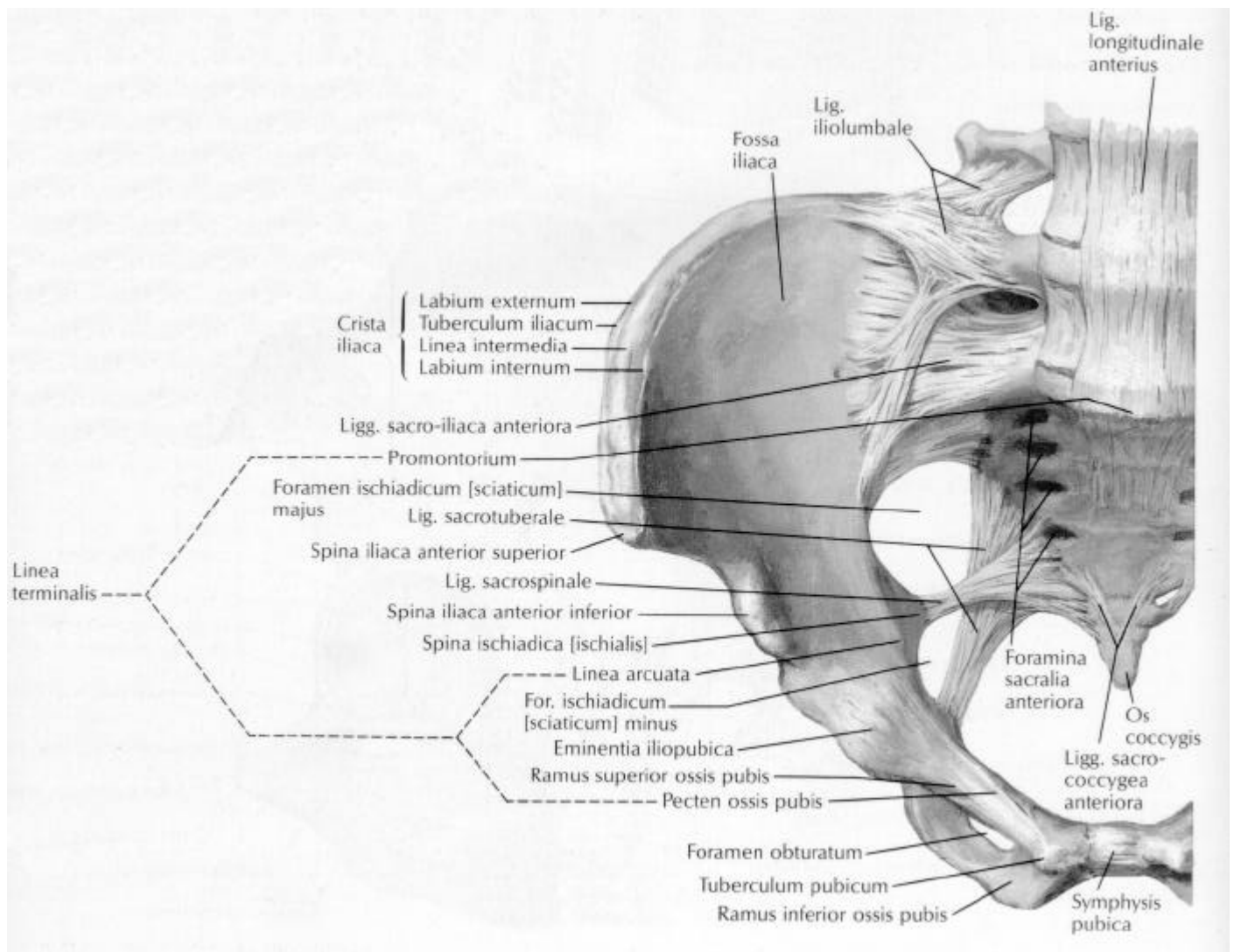
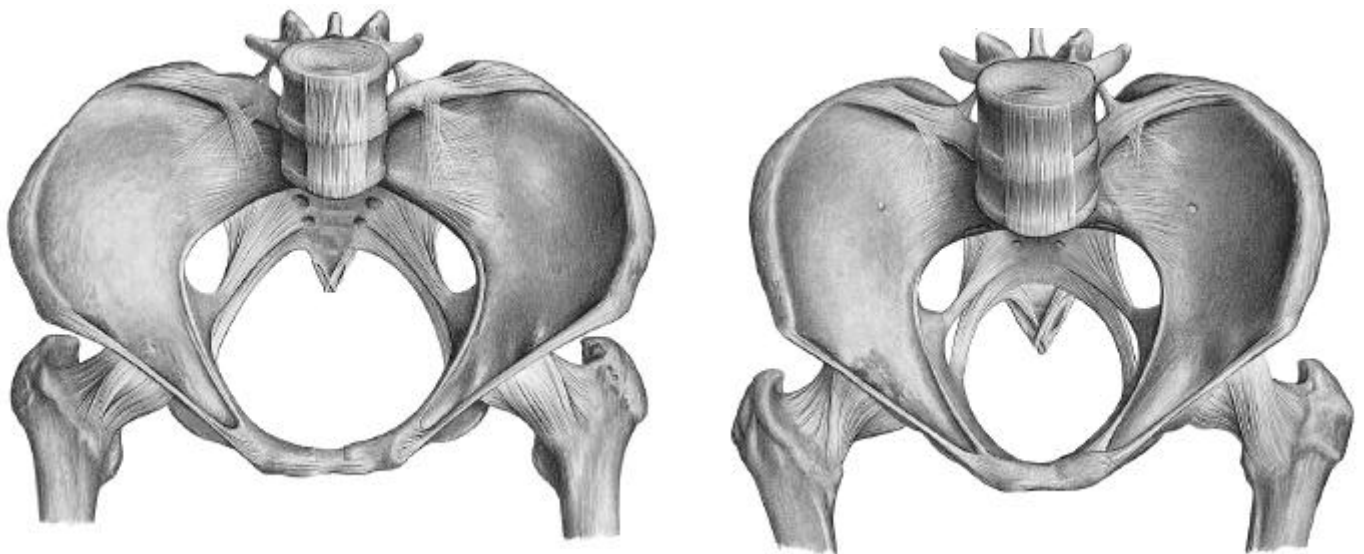
Die oberen Anteile des Darmbeines sind recht gut zu tasten. Die *Crista iliaca* ist die obere Kante des Darmbeines. Auf ihr sitzen einige Vorsprünge (*Spinae*). Die *Spina iliaca anterior superior* ist der vordere obere Vorsprung, der bei der i.m. Injektion nach v. Hochstetter getastet werden muss.

Das Becken wird in das große und das kleine Becken unterteilt. Das große Becken wird hauptsächlich von den Beckenschaufeln (Darmbeinen) gebildet und ist nach vorne offen. Darunter befindet sich das kleine Becken, das durch Sitz- und Schambeine umschlossen ist.



Unterschiede von Frau (links) zu Mann (rechts):





Die unteren Extremitäten:

Die Beine bestehen aus:

- Oberschenkelknochen (Femur)
- Kniescheibe (Patella)
- Schienbein (Tibia)
- Wadenbein (Fibula)
- Fußgelenkknochen
- Mittelfußknochen
- Zehenknochen

Die Femur ist der längste Knochen des Menschen. Sie besteht aus dem Kopf, dem Schenkelhals und dem Schaft. Im Bereich des Überganges von Hals zum Schaft befindet sich der große und der kleine Rollhügel (*Trochanter major* und *Trochanter minor*), die die Ansatzstellen der Hüftmuskulatur am Oberschenkel darstellen.

Das untere Ende der Femur bilden die *Condylen*. Sie sind die oberen Gelenkflächen des Kniegelenkes. Zwischen den Condylen liegt die *Fossa intercondylaris*, in der sich die Kreuzbänder befinden.

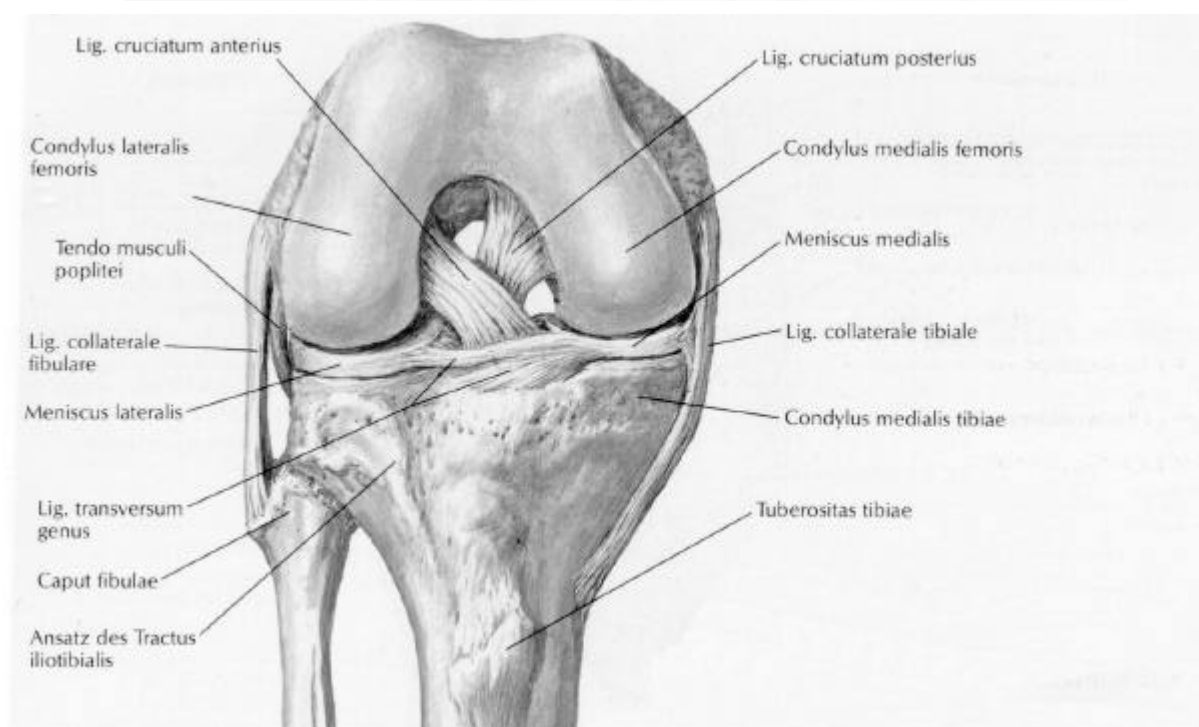
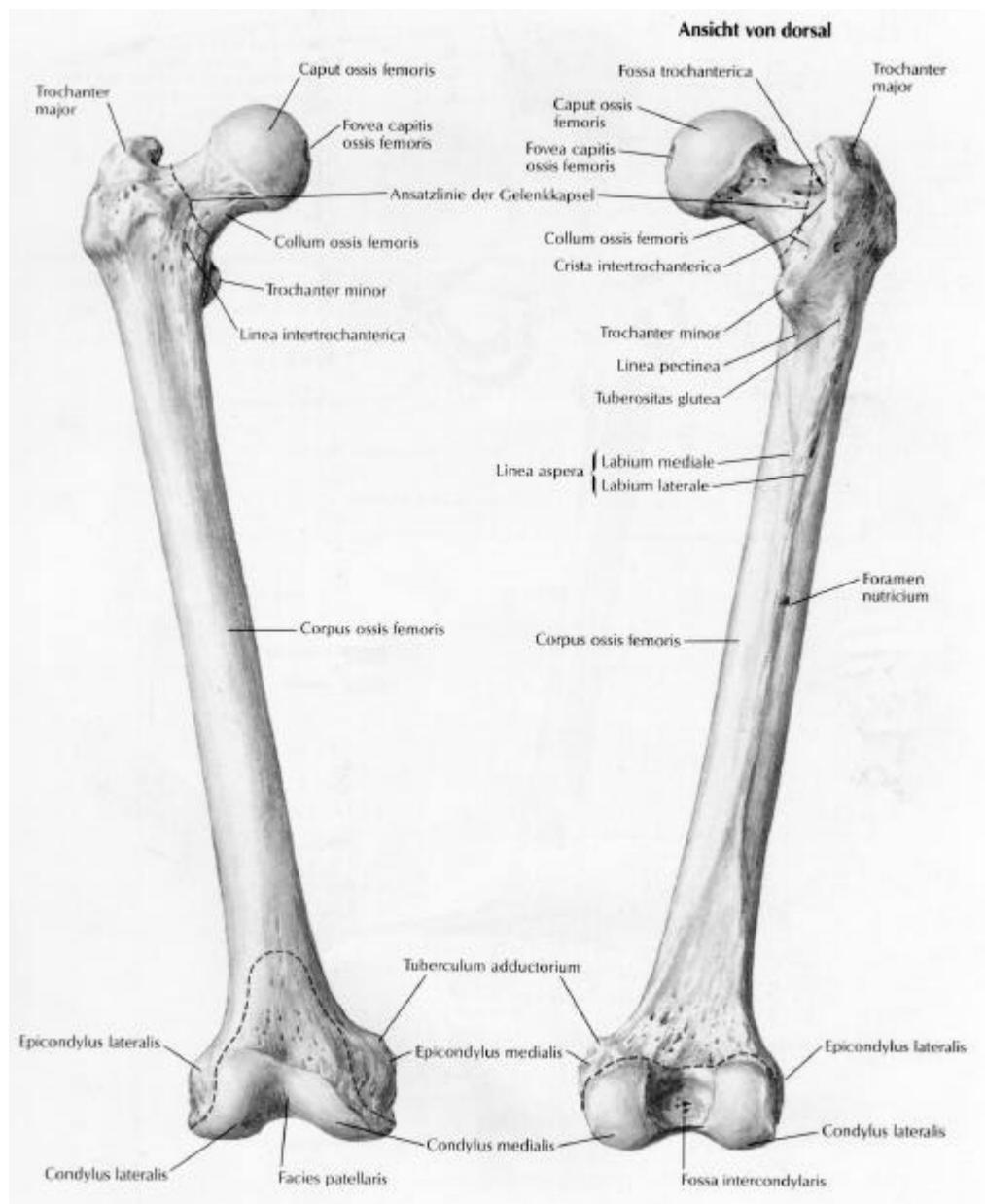
Die Tragachse der Femur liegt außerhalb ihres Schaftes. Dadurch wirkt ein sehr starkes Biegemoment auf den Schenkelhals. Dies ist der Grund, dass bei einer Osteoporose der Schenkelhals besonders bruchgefährdet ist.

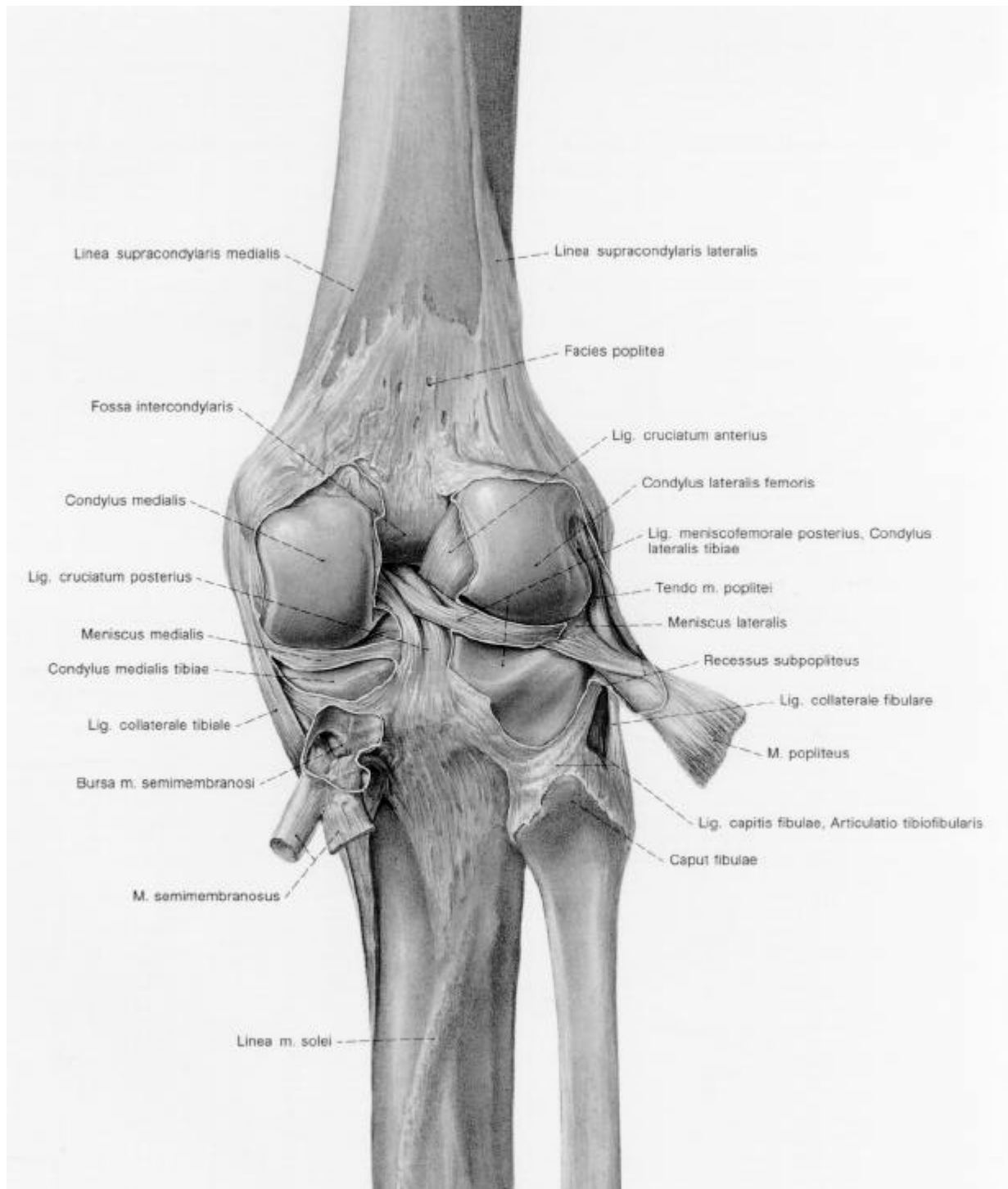
Das Körpergewicht wird vom Oberschenkel fast vollständig auf die Tibia übertragen. Die Fibula nimmt so gut wie kein Gewicht auf. Die Tibia ist der stärkste Knochen des Menschen. Sie kann eine Biegekraft von ca. 1,5 Tonnen aushalten, ohne zu brechen. Sie bildet alleine den unteren Anteil des Kniegelenkes. Die Condylen der Femur „rollen“ auf den Condylen der Tibia. Zwischen dem Condylus lateralis und medialis der Tibia liegen die *Tuberculi intercondylaris*, welche die Ansatzstellen der Kreuzbänder darstellen. Zwischen den Condylen der Femur und der Tibia befinden sich die Menisken. Der Außenmeniscus (*Meniscus lateralis*) ist relativ gut verschieblich. Der Innenmeniscus (*Meniscus medialis*) ist mit der Gelenkkapsel verwachsen und daher unbeweglich, weshalb er häufiger reißt.

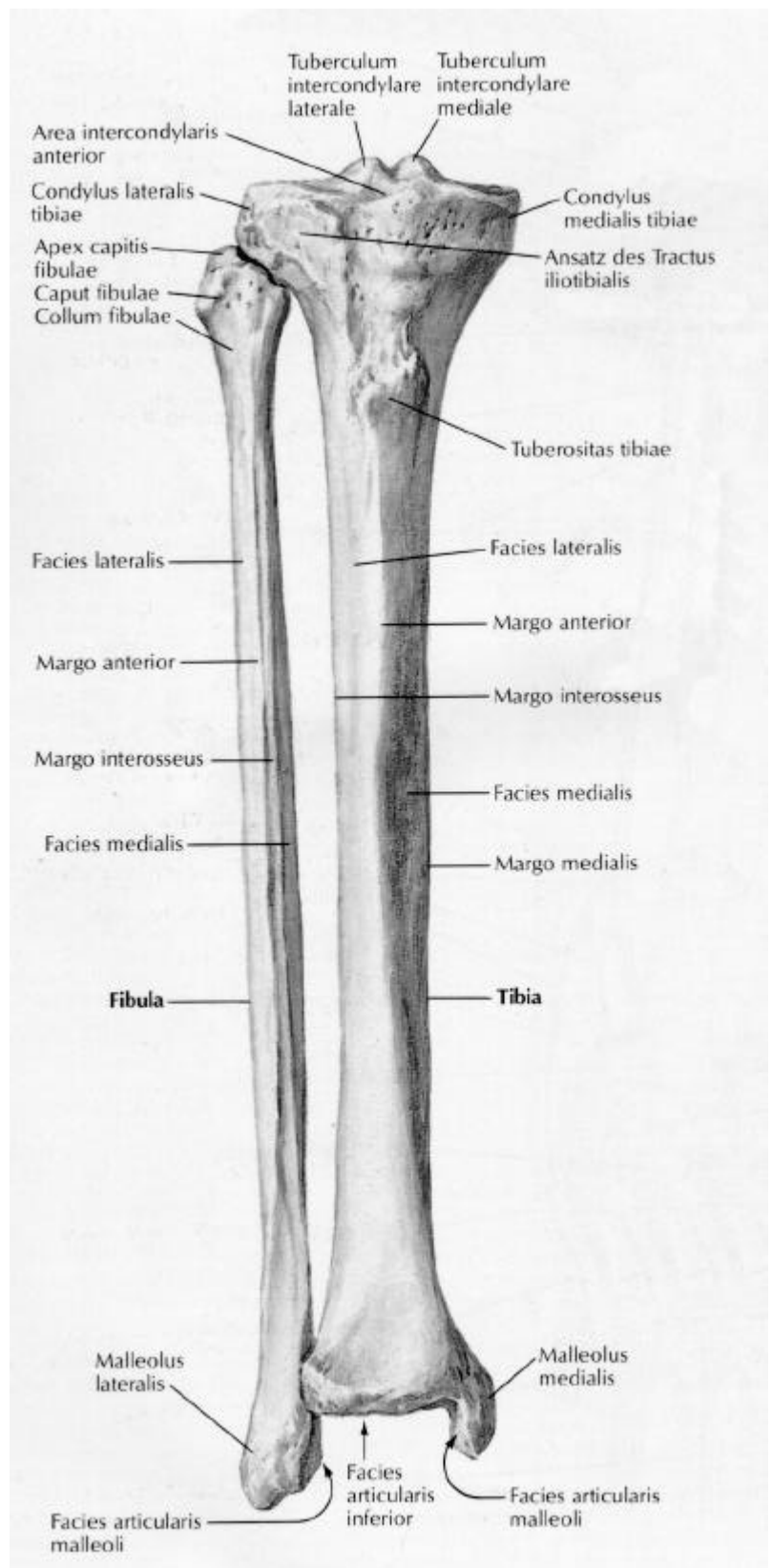
Vom Femur ziehen zudem die beiden Außenbänder medial zur Fibula und lateral zur Tibia.

Die Fibula steht nicht mit der Femur in Verbindung, sondern bildet ein Gelenk zum Tibiakopf. Im weiteren Verlauf sind Fibula und Tibia durch ein flächenhaftes Band miteinander verbunden. Im distalen Unterschenkelbereich bilden die beiden Malleoli (Knöchel) von Schien- und Wadenbein eine Gabel, in der sich das Sprungbein befindet.







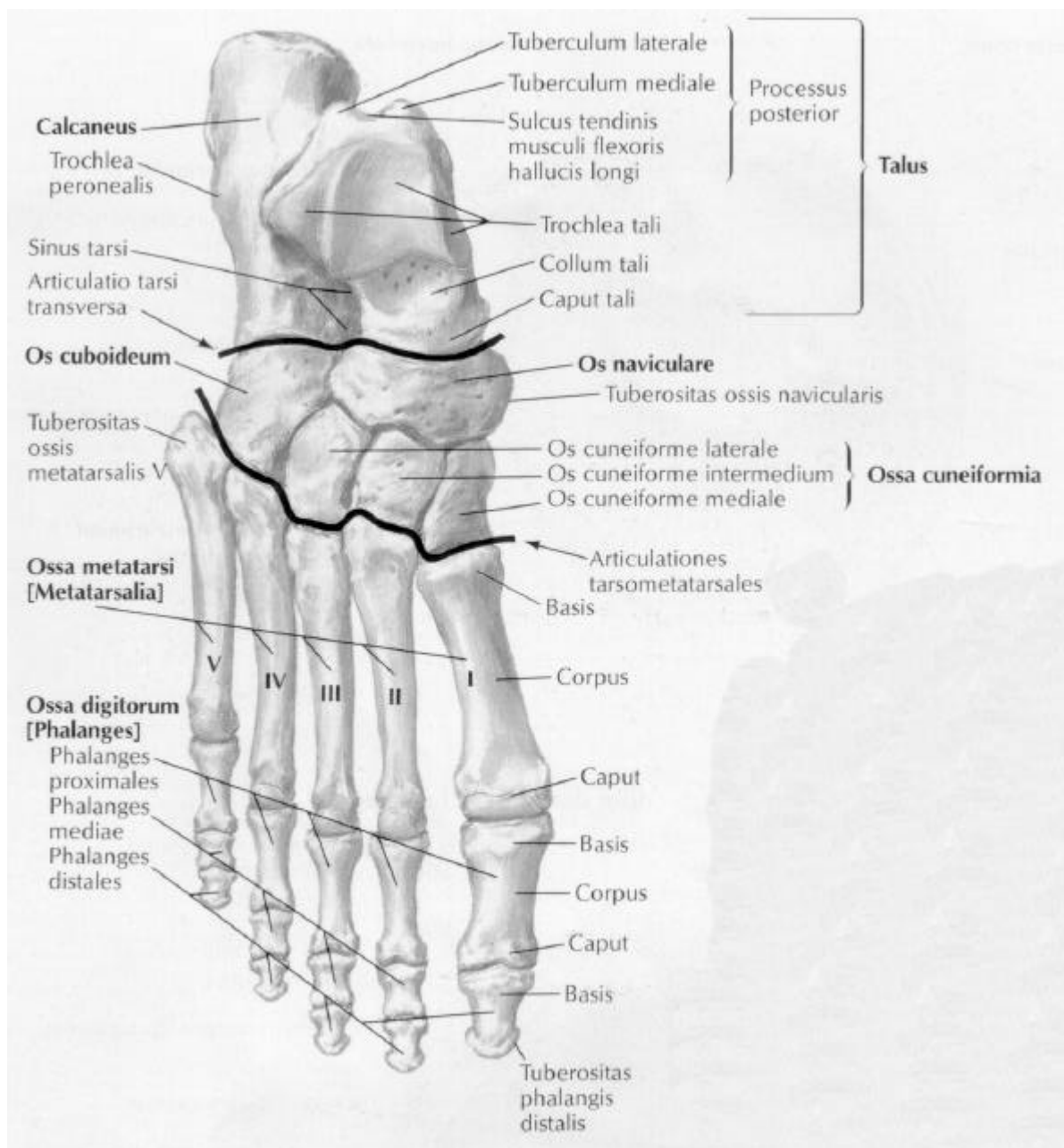


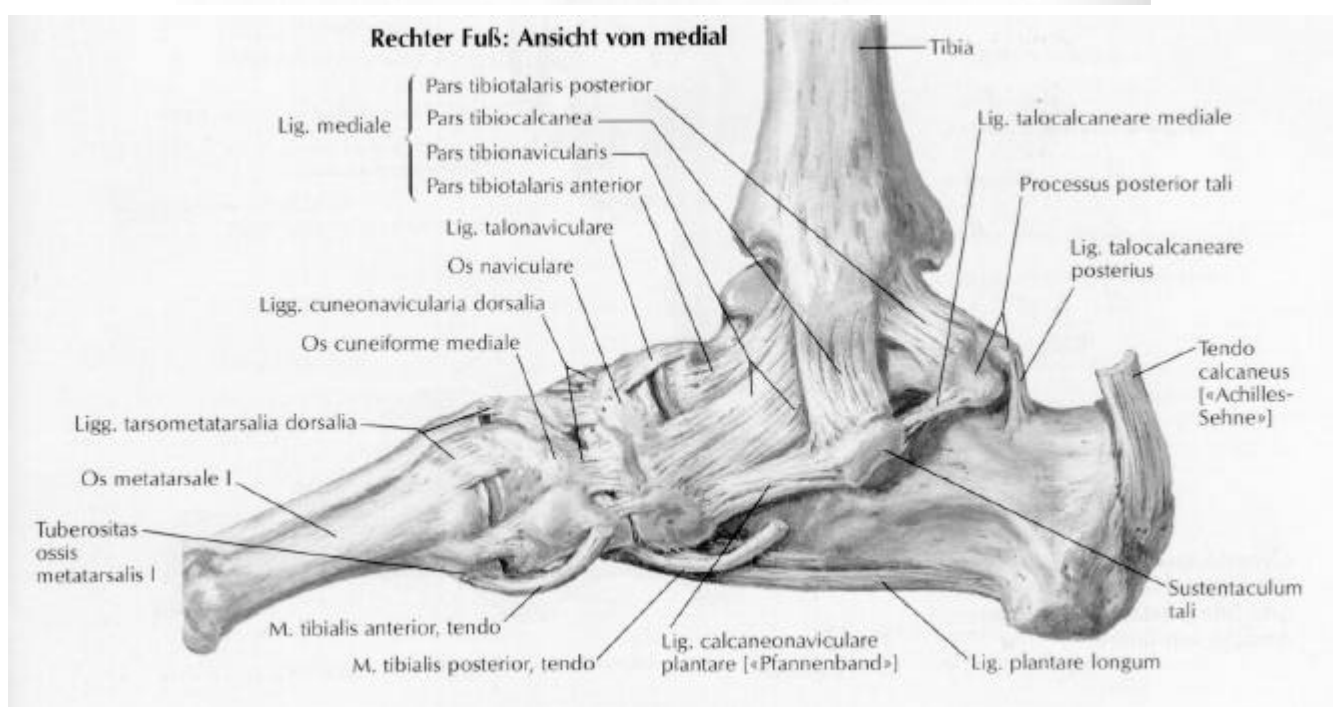
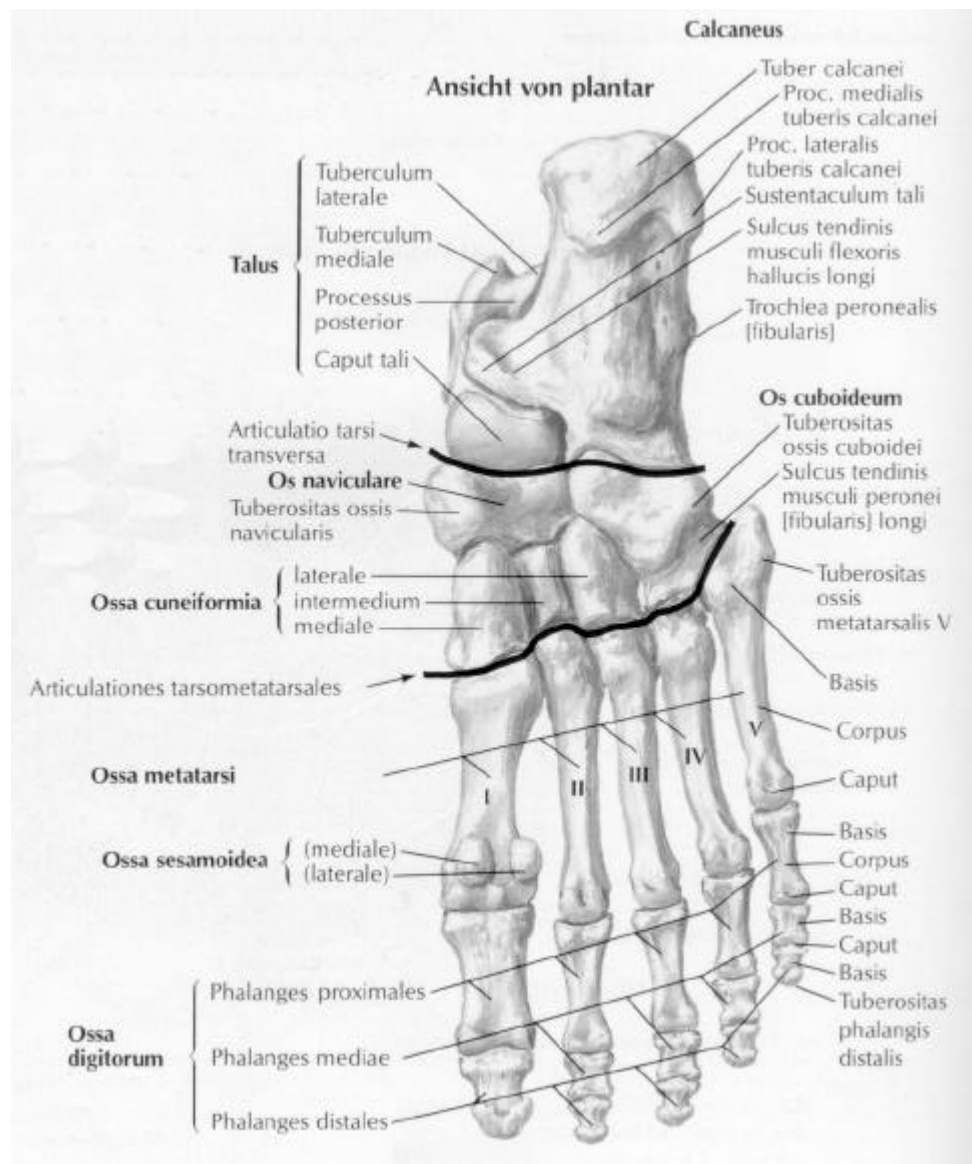
Das Sprungbein ist der erste der sieben Fußwurzelknochen. Es besitzt Gelenkverbindungen zum Felsenbein (*Calcaneus*) und im unteren Sprunggelenk zum Kahnbein (*Os naviculare*). Vor dem Kahnbein liegt die distale Reihe der Fußwurzelknochen. Sie besteht aus den drei Keilbeinen (*Os cuneiforme mediale, intermedium und laterale*) und dem Würfelbein (*Os cuboideum*).

Für die Namen der Fußwurzelknochen gibt es einen netten Merksatz, den Sie sich einprägen sollten:

„Das **Sprungbein** und das **Fersenbein**, die wollten in den **Kahn** hinein und kriegten **dreimal Keile** vom **Würfelbein**.“

Die Keilbeine und das Würfelbein stehen in Verbindung mit den fünf Mittelfußknochen (*Os metatarsale I - V*). Die Zehen bestehen – mit Ausnahme der Großzehe – aus drei Gliedern (*Phalanx proximalis, medialis, distalis*). Der Großzehe fehlt die mittlere Phalanx.





Die oberen Extremitäten:

Die oberen Extremitäten bestehen aus:

- Schlüsselbein (*Clavicula*)
- Schulterblatt (*Scapula*)
- Oberarmknochen (*Humerus*)
- Elle (*Ulna*)
- Speiche (*Radius*)
- 8 Handwurzelknochen
- 5 Mittelhandknochen (*Os metacarpale*)
- 14 Fingerknochen

Das Schlüsselbein ist ein leicht s-förmig gebogener Knochen, der das Os manubrium mit der Schulterhöhe (Acromion) des Schulterblatte verbindet.

Das Schulterblatt ist ein annähernd dreieckiger Knochen, der der Thoraxrückseite aufliegt, ohne mit ihr in irgend einer Form gelenkig verbunden zu sein. Die dem Thorax zugewandte Seite heißt *Facies costalis*, die dorsale Seite *Facies dorsalis*. Die dorsale Seite wird durch die *Spina scapulae* quer geteilt. Die *Spina scapulae* läuft lateral in das Acromion aus. Ventral des Acromion liegt der Rabenschnabelfortsatz (*Processus coracoideus*). Acromion und *Processus coracoideus* fungieren als Schuttdach für das Schultergelenk.

Die Gelenkpfanne des Schultergelenkes (*Cavitas glenoidalis*) liegt im lateralen Bereich der *Scapula* unterhalb des Acromions. Im Vergleich zur Größe des Humeruskopfes ist die Schultergelenkpfanne relativ klein, weshalb das Schultergelenk von einer starken Kapsel umgeben ist.

Der Humeruskopf besitzt ähnlich, wie die Femur einen Hals (*Collum anatomicum*), welcher jedoch im Verhältnis um einiges kürzer ausgebildet ist. Unterhalb des Halses sitzen zwei Apophysen, das *Tuberculum majus* und *minus*. Die Tuberkuli dienen als Ansatzstelle für verschiedene Muskeln. Dazwischen liegt der *Sulcus intertubercularis*, durch den die lange Bizepssehne verläuft.

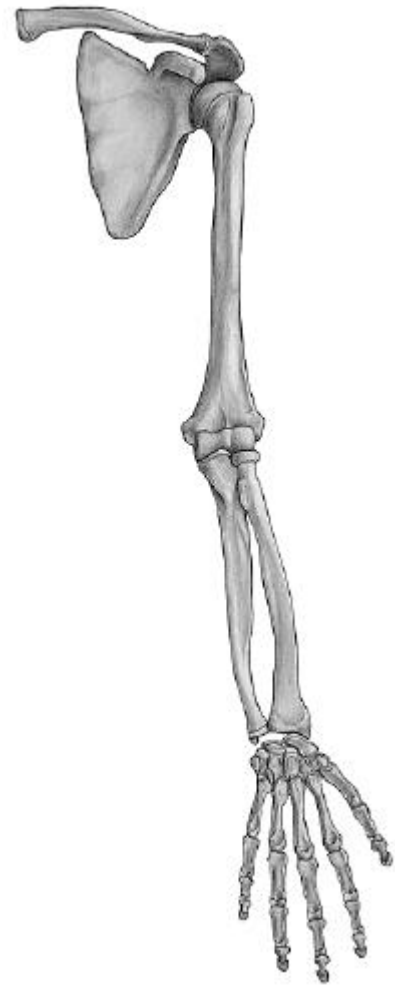
Unterhalb der Tuberkuli verengt sich der Humerus etwas. Diese Stelle ist das *Collum chirurgicum*, in dessen Bereich der Humerus typischerweise bricht.

Das distale Ende des Humerus stellt der *Condylus humeri* dar. Auf der dorsalen Seite des Humerus liegt oberhalb des *Condylus* die *Fossa olecrani*, die bei der Streckung des Ellenbogens das *Olecranon* der Elle aufnimmt.

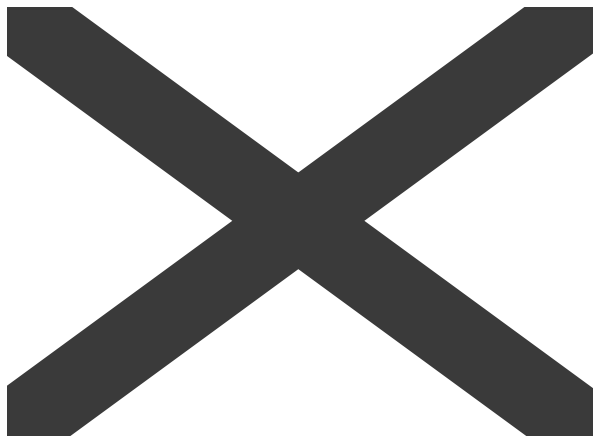
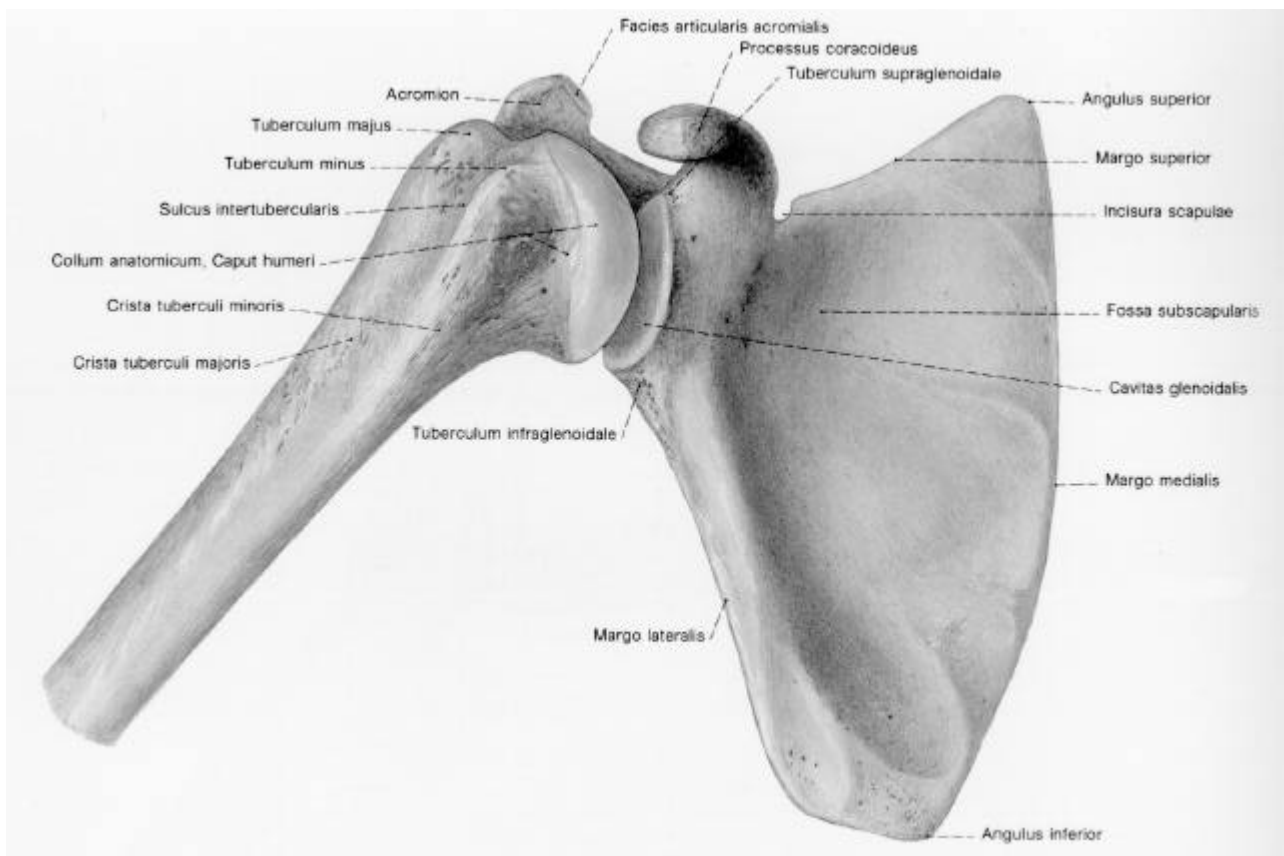
Das Ellenbogengelenk wird von Humerus, Elle und dem Speichenköpfchen gebildet. Die Elle gleitet mit einer Gelenkpfanne über den *Condylus humeri*. Im proximalen Bereich bildet die Elle ein Drehgelenk mit dem Radiusköpfchen, dessen proximale Fläche auch mit dem *Condylus* kommuniziert.

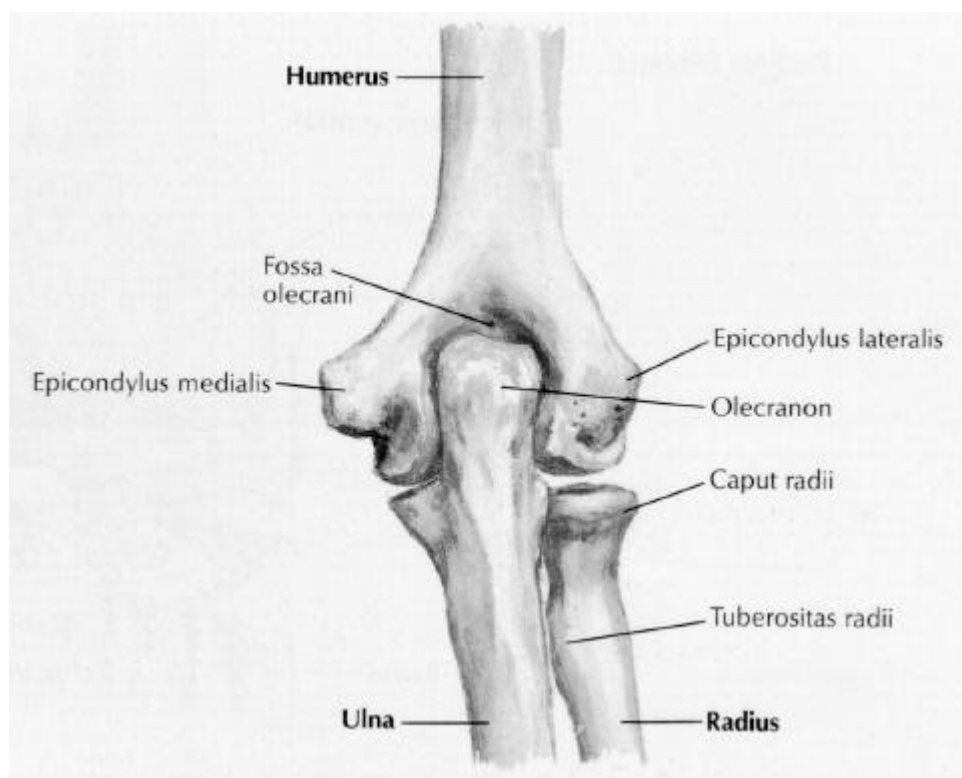
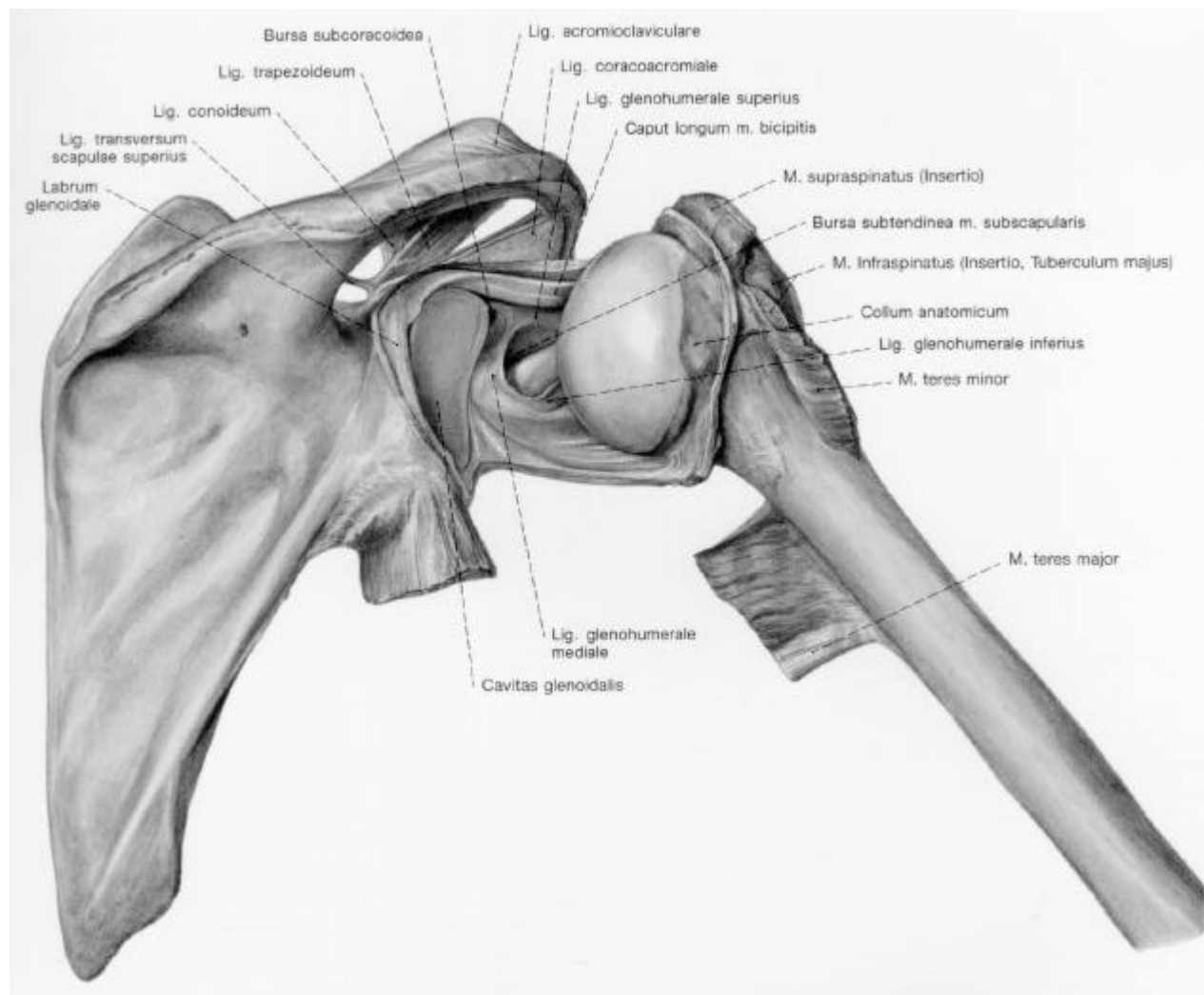
Das Drehgelenk, das an sich nicht mehr zum Ellenbogengelenk zählt, ermöglicht eine rotierende Bewegung zwischen Elle und Speiche, durch die die Hand pro- und supiniert werden kann (Pronation: Handinnenfläche nach oben, Supination: Handinnenfläche nach unten).

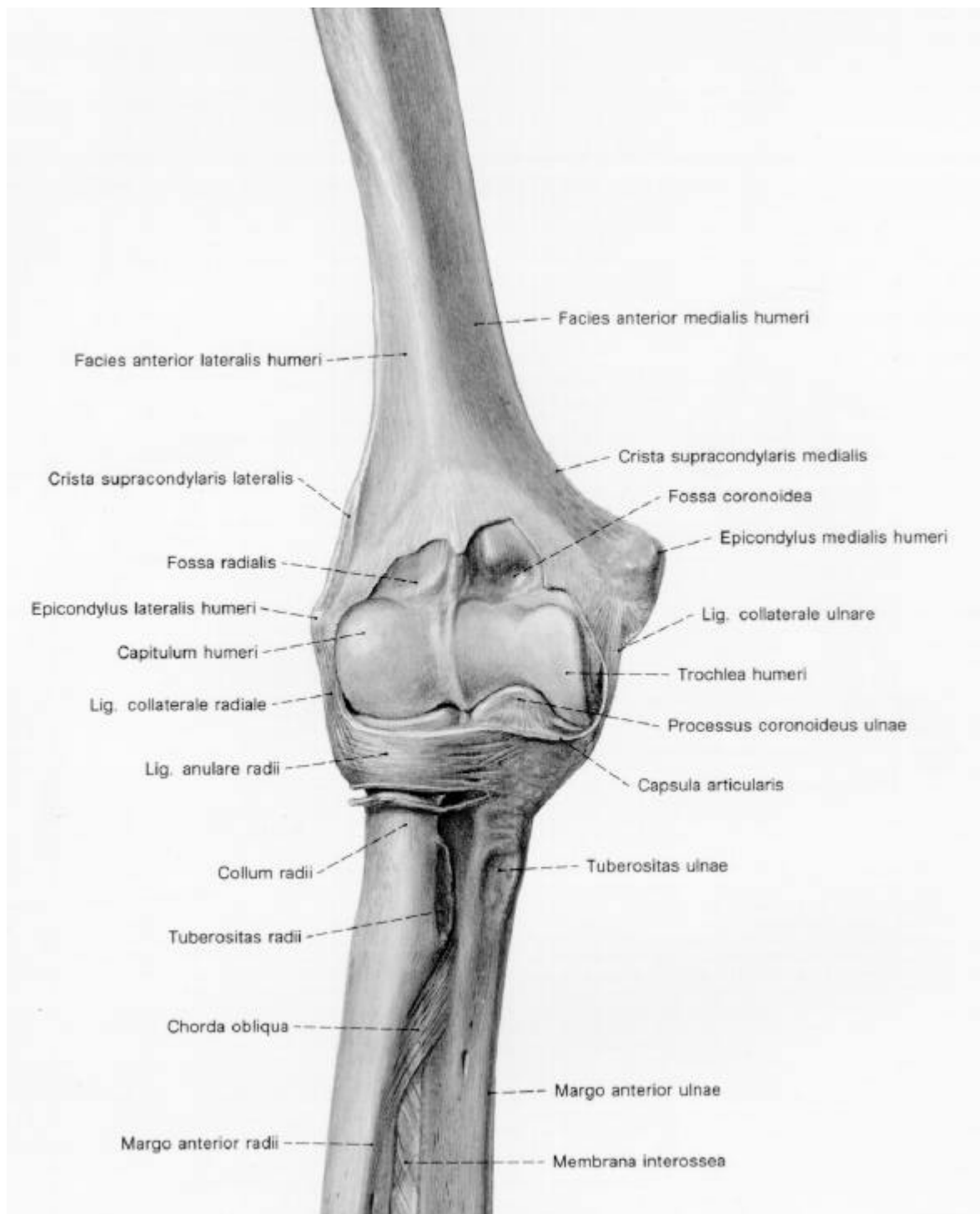
Die Elle verjüngt sich in ihrem Verlauf nach distal, die Speiche verbreitert sich. Der proximale Anteil des Handgelenkes wird fast ausschließlich von der Speiche gestellt.

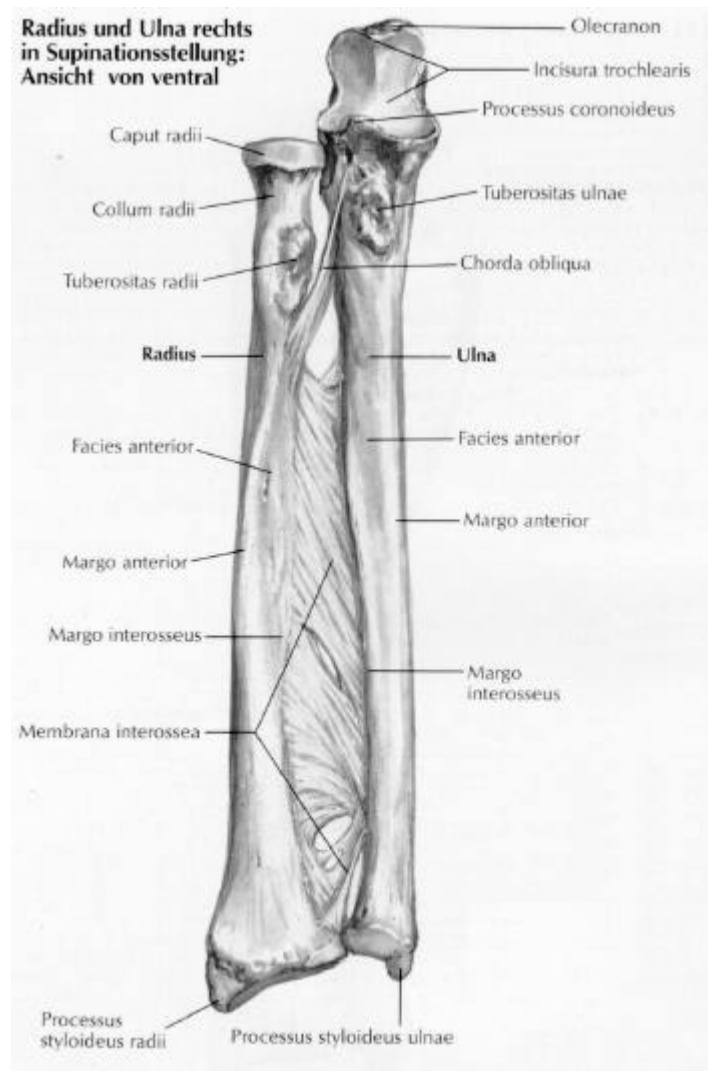


Das Ellenköpfchen dient nur der seitlichen Stabilität, bildet also den Rand der Gelenkpfanne.









Die Handwurzelknochen bestehen aus zwei Reihen zu je vier Knochen. Proximal liegen:

- Kahnbein (Os scaphoideum)
- Mondbein (Os lunatum)
- Dreieckbein (Os triquetrum)
- Erbsenbein (Os pisiforme)

Distal folgen:

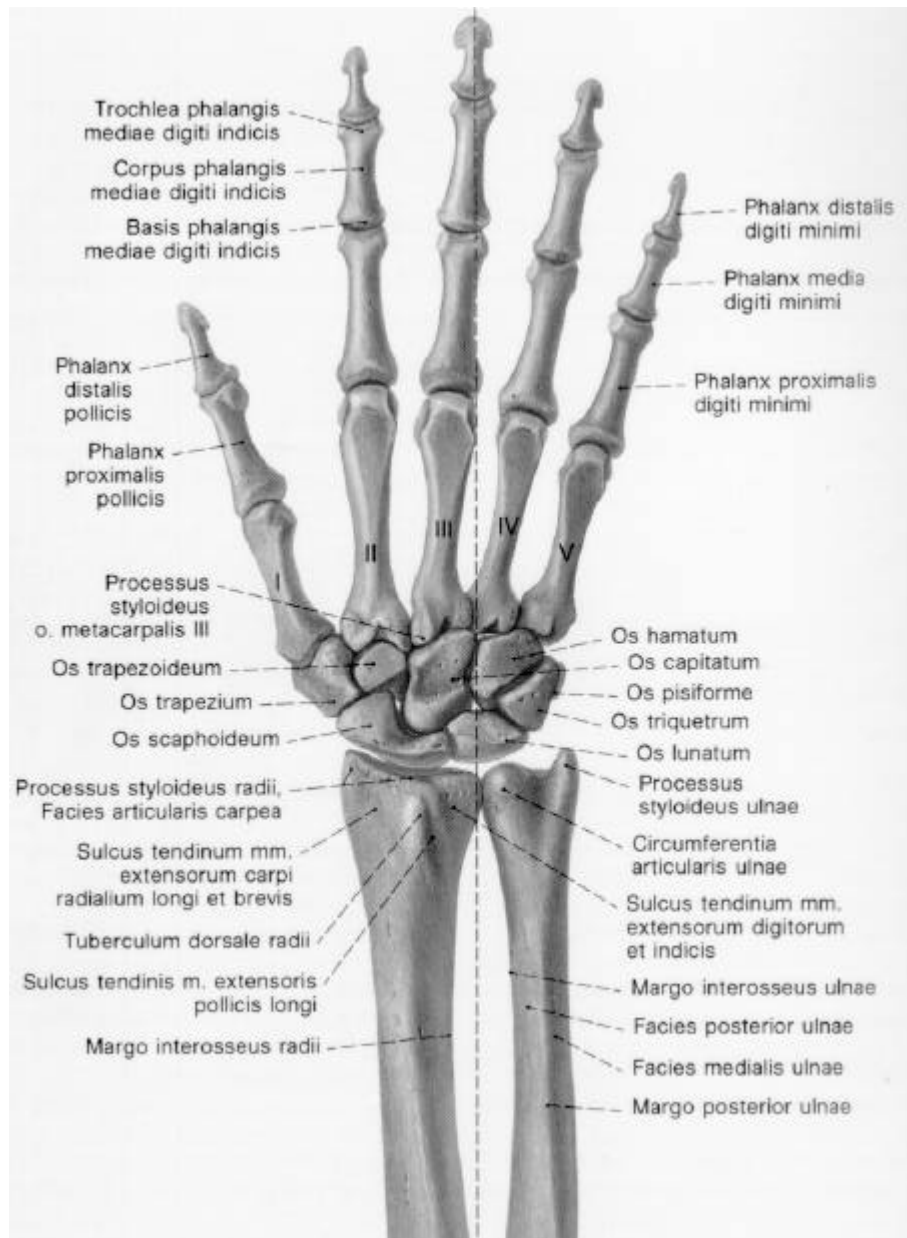
- Großes Vieleck (Os trapezium)
- Kleines Vieleck (Os trapezoideum)
- Kopfbein (Os capitatum)
- Hakenbein (Os hamatum)

Auch zum Handgelenk gibt es einen Merksatz:

*Ein **Kahn** fährt nachts im **Mondenschein**
im **Dreieck** um das **Erbsenbein**,
Vieleck groß, Vieleck klein,
der **Kopf** muss am **Haken** sein.*

Distal der Handwurzelknochen setzen die Mittelhandknochen an, die sich in die Phalangen der Finger fortsetzen. Die Finger II bis V besitzen je drei Glieder, der Daumen jedoch nur zwei.





Ansicht von palmar

