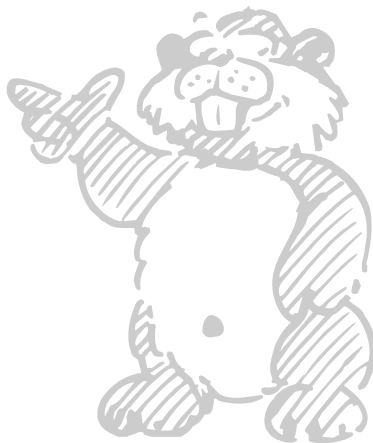


B. Rudelt

# Anatomie des Tierkörpers

für veterinärmedizinische Assistenten/innen



# 1 Lagebeziehungen am Tierkörper

Für eine eindeutige, von der unterschiedlichen Lage und Stellung unabhängigen Beschreibung der Einzelteile bedarf es einiger Richtungsbezeichnungen.

Die Ebene, die den Tierkörper in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften der Länge nach teilt, nennt man die Medianebene. Bewegt man sich von ihr weg, so lautet die Richtung lateral. Dringt man von außen in Richtung der Medianebene vor, so lautet die Richtung medial. Eine neben der Medianebene gelegene Schnittrichtung lautet paramedian. Die Richtung kopfwärts wird als kranial, schwanzwärts als kaudal, zum Rücken zu als dorsal, zum Bauch zu als ventral bezeichnet.

Am Kopf unterscheidet man oral (rostral) (zum Mund hin); aboral (vom Mund weg); nasal (zur Nase zu). An den Gliedmaßen lauten die Begriffe proximal (rumpfnah); distal (zu den Zehen hin); medial (zur Medianebene hin); lateral (zur äußeren Seite); dorsal (fußrückenwärts); plantar bzw. palmar (fußsohlenseitig).

Die Bezeichnungen verwendet man nicht mit dem Wort "nach" - dieses steckt bereits in der Endung -al (z.B.: ein Gefäß zieht kaudal, nicht: nach kaudal).

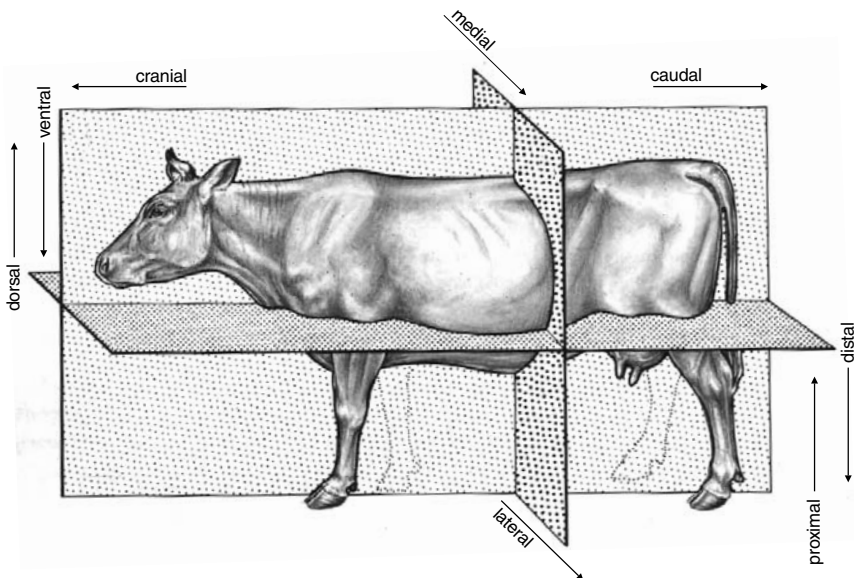


Abb. 1: Richtungsbeziehungen am Tier (nach Koch, Berg 1992)

## Körperteile

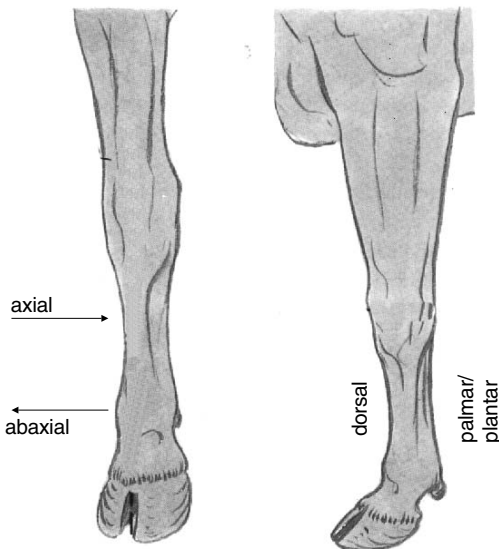
Unsere Tiere sind aus verschiedenen, schon äußerlich sichtbaren Körperteilen zusammengesetzt. Der größte Teil wird vom Rumpf eingenommen. Kranial schließt sich der tierartlich unterschiedlich lange Hals an, der die Verbindung zum Kopf darstellt. Der Tierkörper wird von i. d. R. vier Gliedmaßen - den Brustgliedmaßen und den Beckengliedmaßen - getragen.

Nachdem wir den Tierkörper eingeteilt haben, beginnen wir mit der Besprechung der Organsysteme. Diese umfassen Organe, die strukturell und funktionell Einheiten bilden.

Zum Bewegungssystem gehören die Knochen (Skelett), Muskeln, die Gelenke, Bänder und Hilfseinrichtungen.

Das Verdauungssystem umfasst verschiedene Organe, die die Verdauung arrangieren, sowie deren Anhangdrüsen.

Darüber hinaus unterscheiden wir das Harn- und Geschlechtssystem, das Atmungssystem, das Herz-Kreislauf-System, das Nervensystem, die endokrinen Drüsen sowie die Haut- und Hautanhangsgebilde.



**Abb. 2:**  
Richtungsbezeichnungen an der Gliedmaße (nach Koch, Berg 1992)

## 2 Bewegungssystem

---

### 2.0.1 Allgemeine Knochenlehre

Das Verständnis der mannigfaltigen Aspekte der Physiologie und Pathophysiologie des Skelettsystems setzt anatomische und histologische Kenntnisse voraus.

Das Skelett besteht aus wenigen Gewebearten: dem straffen kollagenen Bindegewebe, dem Knorpelgewebe, dem Knochengewebe.

Das Bindegewebe oder Stützgewebe besteht aus extrazellulärer Substanz und verschiedenen Zellen. Die extrazelluläre Substanz enthält Grundsubstanz, retikuläre, kollagene oder elastische Fasern und Gewebswasser.

#### ***Kollagene Fasern***

Sie sind sehr häufig, bestehen aus Fibrillenbündeln, welche aus Untereinheiten (Mikrofibrillen) aufgebaut sind. Diese setzen sich aus röhrenförmigen Eiweißen, den Tropokollagenfasern, zusammen. Zwischen den Fibrillen liegt eine amorphe Kittsubstanz.

Kollagenfasern sind sehr zugfest; sie kommen in Sehnen und im Knorpel vor.

#### ***Retikuläre Fasern (Gitterfasern)***

Gitterfasern bilden dreidimensionale Netze um Zellen oder Zellgruppen und Gefäße (Kapillaren, Muskelzellen).

#### ***Elastische Fasern***

Sie bilden ein Netzwerk anastomisierender Fasern, die aus Mikrofibrillen aufgebaut sind. Zwischen den Fasern liegt Kittsubstanz. Elastische Fasern kommen im elastischen Knorpel, aber auch im Nackenband vor.

#### ***Grundsubstanz***

Zwischen den geformten Elementen und Zellen liegt die Grundsubstanz. Sie stellt ein amorphes Substrat aus Wasser, niedermolekularen Substanzen und Proteoglykanen dar.

Proteoglykane enthalten Hyaluronsäure, welche bei der Gelenkschmiere (Synovia) eine wichtige Rolle spielt. Grundsubstanz kommt auch im Knorpelgewebe vor. Hier spielt Chondroitinsulfat eine dominierende Rolle.

### ***Straffes Bindegewebe***

Es stellt eine Form des Bindegewebes dar. Typisch für das straffe Bindegewebe ist sein Faserreichtum. Die Fasern sind parallel ausgerichtet und in Bündel zusammengefasst. Die Fasern können starken Zugkräften widerstehen.

In Sehnen, auch in Muskelfaszien und in Aponeurosen (geschichtete Platten aus parallel gelegten Fasern mit Grundsubstanz, welche makroskopisch als flächige Ausläufer von Muskeln erscheinen). Ein dichtes Paket parallel gelagerter Fasern finden wir beim Nackenband.

### ***Knorpelgewebe***

Das Knorpelgewebe stellt eine Form des Bindegewebes dar. Es besteht aus Zellen und Interzellulärschicht. Die Knorpelzellen werden auch als Chondrozyten bezeichnet. Sie sind vielkernig, das agranuläre endoplasmatische Retikulum ist gut ausgeprägt.

Chondroblasten sind Knorpelbildungszellen.

Die Zellen liegen in einem Hohlraum, der von Interzellulärschicht und Fasern gebildet wird. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, wird Knorpel von einer straffen kollagenen Bindegewebsschicht, dem Perichondrium, bedeckt.

Auf Grund struktureller Merkmale unterscheiden wir den Faserknorpel, den hyalinen und den elastischen Knorpel.

#### **Faserknorpel**

Er enthält Chondrozyten und eine an kollagenen Fasern reiche Interzellulärschicht. Die Zellen können einzeln oder in Reihen auftreten. Faserknorpel kommt besonders im Zusammenhang mit Gelenken (Gelenkknorpel, Meniskus) vor.

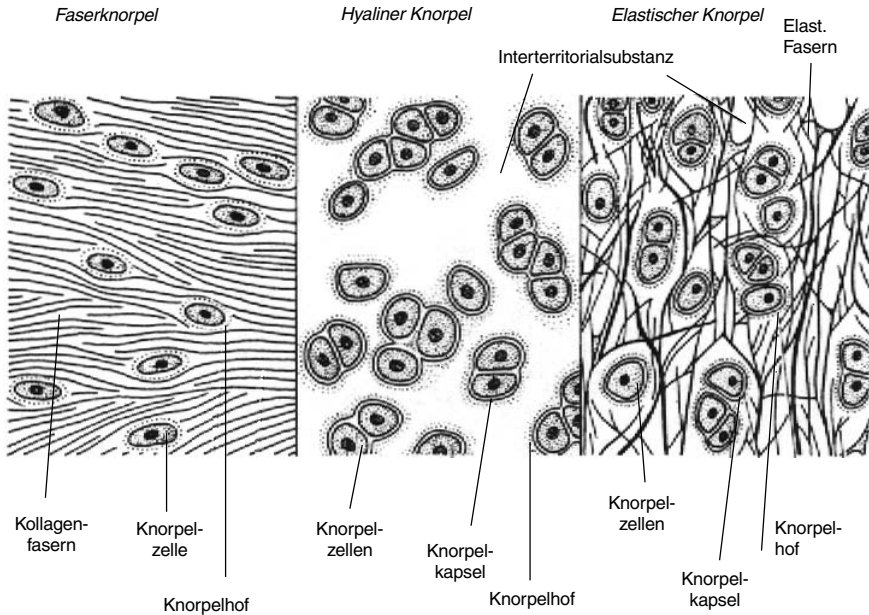
#### **Hyaliner Knorpel**

Bei dieser weit verbreiteten Knorpelform sind die Fasern markiert, der Knorpel erscheint im Mikroskop bläulich, durchscheinend (hyalos = griech.: Glas). Das Lichtbrechungsvermögen der Fasern ist gleich dem der Grundsubstanz, auf Grund des hohen Gehaltes an Chondroitinsulfat.

Hyaliner Knorpel ist in der Luftröhre und in den Bronchien vertreten.

#### **Elastischer Knorpel**

Die Interzellulärschicht ist reich an elastischen und kollagenen Fasern, die ein feines Netzwerk bilden. Die Netze umhüllen die Hohlräume der Grundsubstanz, in denen die Knorpelzellen liegen. Knorpel kann unter bestimmten Umständen verkalken, ein Prozess, der auch physiologisch abläuft.



**Abb. 3:** Knorpelaufbau (nach Schiebler, Schmidt 1987)  
 Der Knorpel enthält Chondrozyten, die von Interzellulärschubstanz umgeben sind.  
 Dort können kollagene oder elastische Fasern liegen

Durch die kovalente Eiweiß-Proteoglykogen-Bindung wird Wasser reversibel gebunden. Dies verleiht dem Knorpel Elastizität. Im Alter wird Wasser abgegeben, ein Elastizitätsverlust ist die Folge.

### **Knochengewebe**

Es stellt - wie das Knorpelgewebe - eine besondere Form des straffen Bindegewebes dar. Das Gewebe besteht aus Zellen und Interzellulärschubstanz. Die Zellen setzen sich aus Knochenbildungszellen (Osteoblasten), Knochenzellen (Osteozyten) und knochenabbauenden Zellen (Osteoklasten) zusammen.

#### **Osteoblasten**

Sie besitzen einen ausgeprägten Syntheseapparat zur Bildung der Interzellulärschubstanz. Über lange Fortsätze sind die Zellen miteinander verbunden.

**Osteozyten**

Beim reifen Knochen überwiegt dieser Zelltyp. Lange, dünne Fortsätze verbinden die Zellen über Nexus. Die Zellen entwickeln sich aus Osteoblasten. Osteozyten gelten als stoffwechselaktiv.

**Osteoklasten**

Sie stellen vielkernige Riesenzellen dar. Die Zelloberfläche ist durch Einstülpungen sehr unregelmäßig. Dadurch wird die Zelloberfläche vergrößert. Osteoklasten bilden abbauende Enzyme (Lysozyme), die in der Lage sind, Knochengewebe zu verstoffwechseln.

***Knochengewebe***

Es imponiert durch seine Festigkeit und Härte. Dies ist auf die Einlagerung von anorganischen Substanzen (besonders Kalziumphosphat) in die Interzellulärsubstanz, zurückzuführen. Die Interzellulärsubstanz besitzt kollagene Fasern und ist die Grundlage von Knochenlamellen.

Die zellulären Bestandteile liegen in Höhlen, die über Kanälchen miteinander verbunden sind.

***Aufbau des Knochens***

Wir unterscheiden ein schmales Mittelstück (Diaphyse) und die beiden Gelenkenden (Epiphysen). Die Diaphyse umgibt die Markhöhle. Die Epiphysen werden von einer Schicht hyalinen Gelenkknorpels überzogen. Im Inneren bestehen die Epiphysen aus einer geflechtartigen Substanz, der Spongiosa. Diese kann Bälkchen- oder Plättchenstruktur haben. Die Hohlräume sind mit Knochenmark ausgefüllt.

Die "Rinde" des Knochens - sie ist im Bereich der Diaphyse besonders dick - wird als Kompakta bezeichnet. Sie besteht aus Knochenzellen und einer lamellenförmig angeordneten Interzellulärsubstanz. Blutgefäße ziehen von der Beinhaut in die Kompakta. Ein System feinsten Kanälchen durchzieht das Knochengewebe.

**Knochenmark**

Das Knochenmark besitzt ein alters- und funktionsabhängiges Erscheinungsbild. Bei jungen Tieren herrscht das rote Knochenmark vor, während bei ausgewachsenen Tieren das rote Mark sich auf die langen und platten Knochen beschränkt (Wirbel; Brustbein). Besonders in den Extremitätenknochen kommt es zur Umwandlung zum Fettmark. Dies hängt mit der Fähigkeit der hier vorherrschenden Retikulumzellen zusammen, Fette zu speichern. Langanhaltende Hungerzustände und zehrende Krankheiten führen zum Fettabbau, wir würden in diesem Zusammenhang von Gallertmark sprechen.

An der Innenseite der Höhlen des Knochens befindet sich das Endost. Es stellt eine Schicht osteogener Zellen dar. Alle Knochen werden von einer Knochenhaut (Periost) überzogen. Diese besteht aus zwei Schichten. Die innere Schicht ist zellreich und enthält ruhende Osteoblasten, die äußere Schicht besteht aus einem Geflecht von Bindegewebe. Vom Periost aus ziehen Fasern zum Knochen (Sharpey'sche Fasern). Hier finden sich auch feine Blutgefäße und zahlreiche Nerven.

### **Wie entstehen Knochen?**

Die biogenetische Grundregel (Haeckel), nach der die embryonale Entwicklung die Phylogenese im Zeitraffertempo darstellt, lässt sich anhand des passiven Bewegungsapparates sehr schön demonstrieren. Bei Embryonen finden wir zuerst ein Knorpelskelett. Durch Umbauvorgänge findet eine Verknöcherung statt. Wir bezeichnen die Verknöcherung von Knorpel die chondrale Ossifikation. Sie kann von innen heraus (enchondrale Ossifikation) oder von außen nach innen verlaufen (perichondrale Ossifikation). Wir finden diese Form der Knochenbildung besonders an den Extremitätenknochen.

Eine andere Form der Knochenbildung stellt die desmale Ossifikation dar. Hier verknöchert Bindegewebe zu Belegknochen (in der Phylogenese belegen oder bedecken diese Knochen als Platten in der Haut die Knorpel). Als Beispiel wären hier die Schädelknochen zu nennen.

### **Wie läuft die Ossifikation im einzelnen ab?**

Bei der desmalen Ossifikation finden wir zuerst ein zellreiches Bindegewebe. Hier sind auch Osteoblasten vorhanden. Sie bilden eine organische Grundsubstanz, das Osteoid. Bald kommt es zur Aufnahme und Einlagerung von Apatit. So entsteht eine sich vergrößernde Verknöcherungszone.

Die chondrale Ossifikation geht ebenfalls mit einer Mineralisierung der Grundsubstanz einher. Das Ausgangsmaterial stellt Knorpelgewebe dar. Die Vorgänge lassen sich in langen Röhrenknochen studieren. Im Embryonalstadium stellen diese knorpelige Stäbe dar, die von Perichondrium umgeben sind. An der Innenseite des Perichondriums entstehen Osteoblasten, die eine Grundsubstanz bilden. Später verfestigt sich die Grundsubstanz durch die Einlagerung von Kalksalzen.

Durch die fortwährende Auflagerung einer neuen Zellschicht entsteht eine Knochen-schicht. Der Vorgang wird als perichondrale Ossifikation bezeichnet.

Knochenaufbau geht mit Knorpelabbau einher. Von innen kann es zu Verknöcherungen kommen (enchondrale Ossifikation). Sie setzt sich proximodistal zu den Epiphysen durch. Später verknöchern auch diese. Zwischen Diaphyse und Epiphyse bleibt eine schmale Platte bestehen, der Epiphysenknorpel. Dieser liefert immer neues



Material, dessen Abbau und Ersatz durch Knochen so lang in Gang bleibt, bis das Längenwachstum des Knochens seinen Abschluss findet.

## 2.0.2 Allgemeine Gelenklehre

Zwischen den Knochen befinden sich mehr oder weniger bewegliche Verbindungen, die Gelenke. Echte Gelenke haben einen prinzipiell gleichen Aufbau. Beide Knochenenden sind mit meist hyalinem Knorpel überzogen. Oberflächlich kommen nur vereinzelt Chondrozyten vor. Kollagenfibrillen beherrschen das Bild. In der Tiefe des Knorpels liegt eine zellreiche Verkalkungsschicht. Diese ist zellteilungsaktiv. So wird das gelenknahe Wachstum des Knochens durch entsprechende Ossifikation positiv beeinflusst. Auch später besteht eine eingeschränkte Fähigkeit zur Knochenneubildung. Die Verkalkungsschicht ist mit der subchondralen Knochenoberfläche fest verzahnt.

Zwischen den beiden Gelenkknorpeln dehnt sich ein Zwischenraum, der Gelenkspalt, aus. Dieser ist mit einer gelblichen, viskösen Flüssigkeit, der Gelenkschmiere (Synovia) gefüllt.

Der Gelenkspalt wird überzogen von der Gelenkkapsel, die als eine Fortsetzung des Periostes auf den jeweils anderen Knochen verstanden werden kann. Sie besteht aus einer faserreichen Innenschicht, in der sich auch Fibroblasten befinden, sowie einer Deckzellschicht, in der sich phagozytierende A-Zellen befinden. Die A-Zellen entstammen dem Knochenmark und sind über gap-junctions miteinander verbunden. Die Fibroblasten sind für die Synthese von Kollagen, Glykoprotein, Proteoglykan und Hyaluronsäure zuständig. Es treten fenestrierte Blutgefäße und Lymphgefäße auf.

Beim Kniegelenk und Kiefergelenk treten Knorpelscheiben (Meniscus, Plural: Menisci) auf. Sie dienen zum Ausgleich einander nicht angepasster Gelenkflächen.

Viele Gelenke besitzen Bänder, die als Hemm- bzw. Führungsbänder das Bewegungsausmaß der Gelenke mitbestimmen. Sie bestehen aus faserreichem Bindegewebe.

Es gibt eine Reihe von Gelenken, die sich durch strukturelle bzw. funktionelle Besonderheiten auszeichnen. Gelenke, deren Bandmassen die Beweglichkeit ganz erheblich einschränken, werden als Amphiarthrosen bezeichnet (z.B. Kreuz- Darmbeingelenk).

Andere Gelenke besitzen keinen Gelenkspalt. An dessen Stelle tritt Bindegewebe (Symphyse), Knorpel (Synchondrose), Muskulatur (Synsarkose) oder Knochen (Synostose). Eine Sonderform ist die Symphyse. Deren Verbindung besteht aus hya-

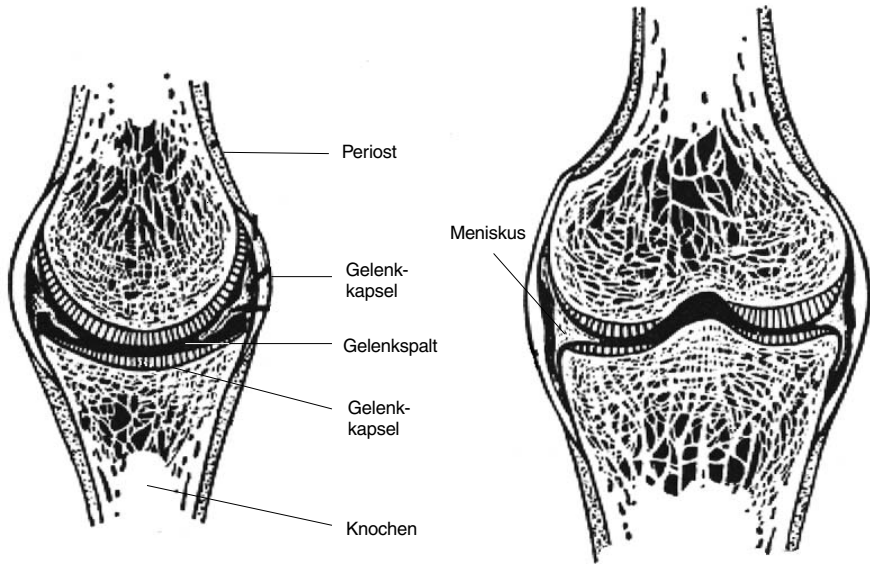


Abb. 4: Allgemeiner Aufbau eines Gelenkes (nach Geneser 1990)

linem Knorpel. Die knorpeligen Kontaktflächen sind mit straffem Bindegewebe miteinander verbunden. Die Beweglichkeit ist äußerst gering, die Haftfestigkeit hoch. Zwei uneben gestaltete Oberflächen, die durch straffes Bindegewebe miteinander verbunden sind, bilden eine Einkeilung (Gomphose).

### 2.0.3 Allgemeine Muskellehre

Muskulatur besteht aus Muskeln, die wiederum aus Muskelfasern. Im Gegensatz zum Bindegewebe stellen die Fasern echte Zellen, Muskelzellen (Myozyten) dar. In diesen liegen viele Zellkerne. Das Zellplasma (Zytoplasma) wird auch als Sarkoplasma bezeichnet. Hier liegen die Myofibrillen, die wiederum aus Untereinheiten, den Myofilamenten, zusammengesetzt sind. Die Myofilamente bestehen aus Aktin und Myosin. Die Aktin- und Myosinfilamente überlappen sich teilweise. Ein Myosinfilament wird von sechs Aktinfilamenten umgeben, jedes Aktinfilament steht im Zentrum dreier Myosinfilamente. Aktinfilamente bestehen aus helikal angeordneten Aktiv-Molekülen, Myosinfilamente aus einzelnen Molekülen. Terminal haben diese Filamente hakenförmige Enden. Hier spielen sich die molekularen Vorgänge der Kontraktion ab.

Durch Bindegewebsstrukturen erhält der Muskel sein typisches Ordnungsprinzip. Um die Muskelfasern ist das Endomysium gelegt, eine Schicht von Bindegewebe. Viele Fasern werden von einem feinen Gespinst aus Bindegewebe ummantelt (Perimysium). Der Muskel selbst wird von einem faserreichen Epimysium umgeben. Die

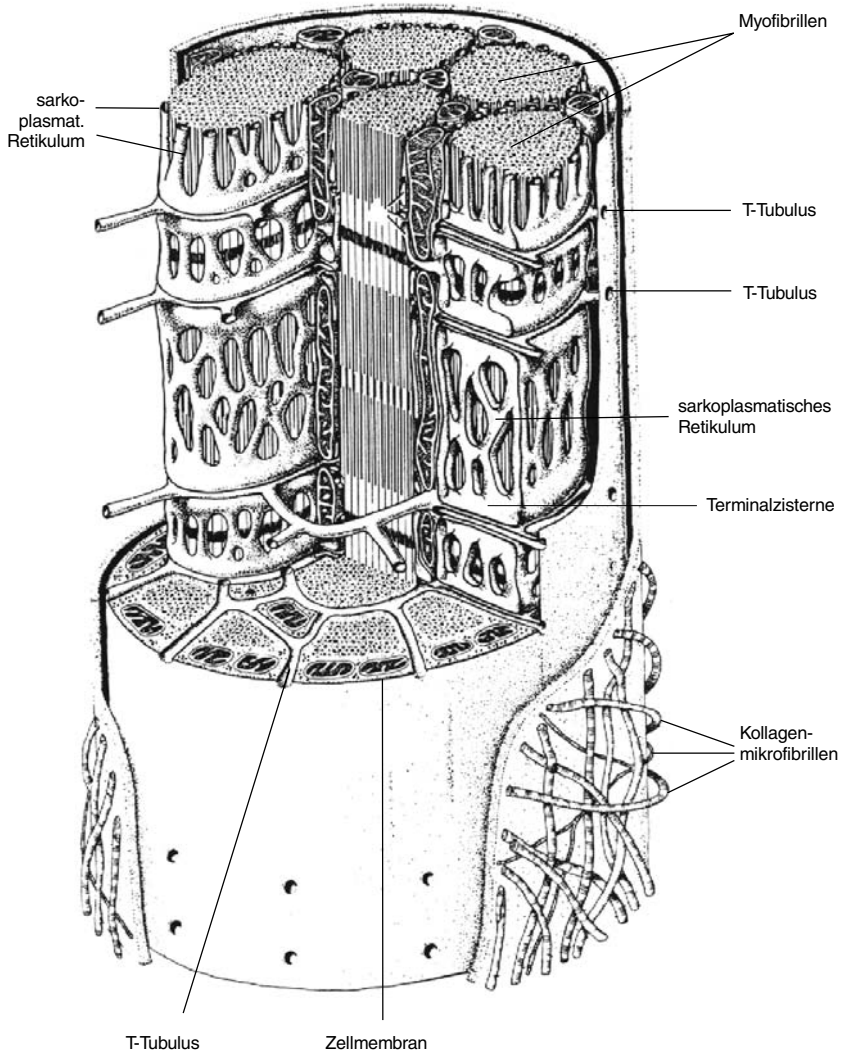


Abb. 5: Aufbau einer Muskelfaser (nach Geneser 1990)