



# Baden-Württemberg

ZENTRUM FÜR SCHULQUALITÄT UND LEHRERBILDUNG (ZSL)

## Struktur des Unterrichtsvorhabens

**Theorie:** Internet und/oder Buch „Theorie im Schulsport“ Kapitel 3 + 4 (S. 41 – 80)

**Praxis:** Wie bewegen wir uns und was geschieht in unserem Körper

<b><u>Aktiver und passiver Bewegungsapparat</u></b>	
Wie entstehen Bewegungen unseres Körpers? Ein Dank an Herrn Sieger	
<b>Zeitaufwand</b>	Reine Theoriearbeit in 3-5 Doppelstunden
<b>Kosten</b>	keine
<b>Benötigtes Material</b>	Grundlage: <b>Frenzel, D. &amp; Bächle, F.: Theorie im Schulsport, Basiswissen für die Klassen 8-10, Band 1, Schorndorf, 2015.</b>  Die Inhalte lassen sich aber mühelos auch durch andere verbreitete Texte oder Videoclips vermitteln. Meist bilden die Text die Grundlage für die Erarbeitung der Arbeitsaufträge und können daher an die eigenen individuellen Belange angepasst werden.
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Als Einstieg sollen die Schüler sich mit Bewegungen und deren Ausführungsformen auseinandersetzen. Am Ende kann die Diskussion stehen, dass es Bewegungen gibt, die ökonomischer/effizienter sind als andere. Warum das so ist, ist die Grundlage für die Auseinandersetzung mit dem aktiven und passiven Bewegungsapparat des menschlichen Körpers.</li><li>2. Über eine Reportage und eine anschließende Bearbeitung eines Arbeitsblattes lernen die SuS die Grundlagen des menschlichen Bewegungsapparates und dessen Funktionen kennen. Sie erschließen gegen Ende des ABs, dass es einen aktiven und einen passiven Bewegungsapparat gibt und nur das reibungslose Zusammenspiel beider Teilapparate eine ökonomische und zielgerichtete Bewegung ermöglicht.</li><li>3. Die SuS setzen sich mit dem Aufbau und der Funktion der Röhrenknochen unseres Skelets auseinander und lernen diese näher kennen. Über praktische Übungen (Knochengewicht berechnen etc.) wird die Thematik greifbar gemacht. Neben dem Aufbau gilt es auch das Wachstum und die Anpassung der Knochen an die Belastungen aufzuarbeiten und zu thematisieren. Die Thematisierung von Bändern und dem Bandapparat runden den passiven Bewegungsapparat ab. Sehnen als Teil des aktiven Bewegungsapparates werden kurz umrissen.</li><li>4. Neben den Knochen sind sicher die Muskeln der Teil des Bewegungsapparates, der für Schüler einen hohen Aufforderungscharakter aufweist. In dieser Doppelstunde geht es darum, den Aufbau und die Arbeitsweise der Muskulatur kennenzulernen und wie das Zusammenspiel von unterschiedlichen Muskeln zu motorischer und damit sichtbarer Bewegung wird. In diesem</li></ol>	



# Baden-Württemberg

ZENTRUM FÜR SCHULQUALITÄT UND LEHRERBILDUNG (ZSL)

Zusammenhang werden über ein bekanntes Zitat die Faserstrukturen der Muskulatur thematisiert und mit praktischen Beispielen verknüpft.

5. Die SuS setzen sich vertieft mit Gelenken des menschlichen Körpers auseinander. Dabei sammeln sie die unterschiedlichen Arten von Gelenken, untersuchen das Kniegelenk genauer und recherchieren „klassische“ Sportverletzungen im Zusammenhang mit Gelenken.

In dieser DS sollen die SuS zusätzlich zu den Infos im Lehrwerk auch selbstständig recherchieren und nutzen dazu das Internet (Handy, PC, Tablet).

## Doppelstunde 1: Was ist Bewegung und wie entsteht sie?

1. Was bedeute für Euch „Fortbewegung“ und „Bewegung“?
2. Welche – möglicherweise unterschiedlichen – Fortbewegungen fallen Euch ein?



3. Wodurch unterscheiden sich die Fortbewegungen (Bewegungen) auf den Bildern?
4. Wie könnte man sich denn noch fortbewegen, wenn man wie Usain Bolt die 100m ohne Hilfsmittel zurücklegen müsste? Es können auch verrückte oder außergewöhnliche Bewegungsarten sein!

### Quellen und Bildmaterial:

**Oktopus:** <https://www.wnyc.org/story/remarkable-intelligence-cephalopods/> (eingesehen am 22.08.20)

**Rakete:** <https://www.stuttgarter-zeitung.de/gallery.rakete-falcon-heavy-der-tesla-chef-greift-nach-den-sternen.1cb02cd8-59cc-45ce-95f6-a72f2a8b7633.html> (eingesehen am 22.08.20)

**Känguru:** <https://www.greelane.com/wissenschaft-technologie-mathematik/tiere--natur/kangaroo-facts-4685082/> (eingesehen am 22.08.20)

**Usain Bolt:** [https://si.wsj.net/public/resources/images/AR-AN607\\_BOLT\\_P\\_20160728123333.jpg](https://si.wsj.net/public/resources/images/AR-AN607_BOLT_P_20160728123333.jpg) (eingesehen am 22.08.20)

## Experiment „Fortbewegung“

Findet euch zu fünf oder sechs in einer Gruppe zusammen und bearbeitet folgende Arbeitsaufträge. Ihr benötigt hierfür:

- Schreibblock und Stifte
- Eine Folie für die Ergebnissicherung
- Stoppuhr (ggf. App auf dem Handy!)

1. Überlegt euch drei Fortbewegungsarten, die ihr näher untersuchen wollt und beschreibt diese so, dass andere Schüler, diese nachvollziehen können.

*Gerne könnt ihr hierfür auch Arten aus der vorherigen Diskussionsphase nutzen.*

2. Jeder von Euch versucht nun die Strecke von 50m möglichst schnell in einer der drei gewählten Fortbewegungsarten zu überwinden.

3. Die passiven Schüler stoppen die Teilstrecken von jeweils 10m und notieren die Zeiten.

4. Nachdem alle Schüler die Bewegungsaufgabe erfüllt haben, erstellt jeder Schüler aus seinen zuvor gemessenen Zeitwerten eine Weg-Zeit-Kurve zu jeder Bewegungsart in ein Weg-Zeit-Diagramm.

*Gebt dazu die Notizen in regelmäßigen Abständen reihum, sodass jeder von euch an alle gemessenen und damit benötigten Werte kommt.*

5. Notiert anschließend zu jeder Bewegungsart ein „Bewegungsgefühl“ mit einer Skala von 1 bis 10. Welche Bewegung fühlte sich völlig „normal“ an (10 Punkte) und welche überhaupt nicht (0 Punkte)?

6. Einigt euch als Gruppe auf eine für möglichst alle Gruppenmitglieder zutreffende Darstellung der Ergebnisse (Diagramm + Bewegungsgefühl) und haltet diese auf der Folie fest.

7. Ergänzt auf der Folie die zentralen Erkenntnisse zu folgender Fragestellung, die ihr gemeinsam in einer Diskussion erörtern sollt:

***Welche Eurer Fortbewegungsarten ist die effektivste und worin unterscheidet sich diese von den beiden anderen gewählten Bewegungsarten?***

**Die Gruppen präsentieren ihre Ergebnisse und vor allem die Erkenntnisse aus der Diskussion zu Arbeitsauftrag 7 nacheinander an der Tafel.**

## Doppelstunde 2: Aktiver und passiver Bewegungsapparat

Grundlage der Stunde bildet eine Reportage über den menschlichen Bewegungsapparat. Diese kann über folgende Links angeschaut werden:

- Teil 1: <https://www.youtube.com/watch?v=n3KYshC37-o&t=43s>
- Teil 2: [https://www.youtube.com/watch?v=fzQ4\\_KWqDZU&t=28s](https://www.youtube.com/watch?v=fzQ4_KWqDZU&t=28s)
- Teil 3: <https://www.youtube.com/watch?v=zIWqE4JZMhM&t=19s>
- Teil 4: <https://www.youtube.com/watch?v=v1WaSZGkrDM&t=14s>
- Teil 5: <https://www.youtube.com/watch?v=v1WaSZGkrDM&t=14s>

Im Anschluss an die Reportage erarbeiten und sichern die Schüler mit Hilfe des die grundlegenden Erkenntnisse über den menschlichen Bewegungsapparat, die in den kommenden Stunden, dann detaillierter untersucht werden:

1. Muskeln, deren Aufbau und die Aktivierung/Steuerung der Muskulatur
2. Knochen und Knochenaufbau
3. Bänder und Gelenke (am Bsp. Kreuzbandruptur im BB)
4. Herz und Sauerstofftransport
5. Gehirn und Reizleitung

## Der menschliche Bewegungsapparat

Beantworte die Fragen und beziehe dabei die Informationen aus der Reportage mit ein. Das Smartphone ist zur Vertiefung und zur Recherche im Anschluss an die Reportage erlaubt.

**1. „An einer motorischen Bewegung sind doch nur die Muskeln beteiligt“**

Beziehe zu dieser Aussage Stellung und berichte Sie, falls du dies für nötig hältst.

---

---

---

---

---

---

---

---

**2. Was unterscheidet einen Sportkletterer von einem Bodybuilder? Warum sind sie so unterschiedlich?**

---

---

---

---

---

---

---

---

**3. Was würde passieren, wenn die beiden Sportler ihre Disziplinen tauschen würden?**

---

---

---

---

---

---

---

---

**4. Was bedeutet das für uns und unseren Bewegungsapparat im Alltag?**

---

---

---

---

---

---

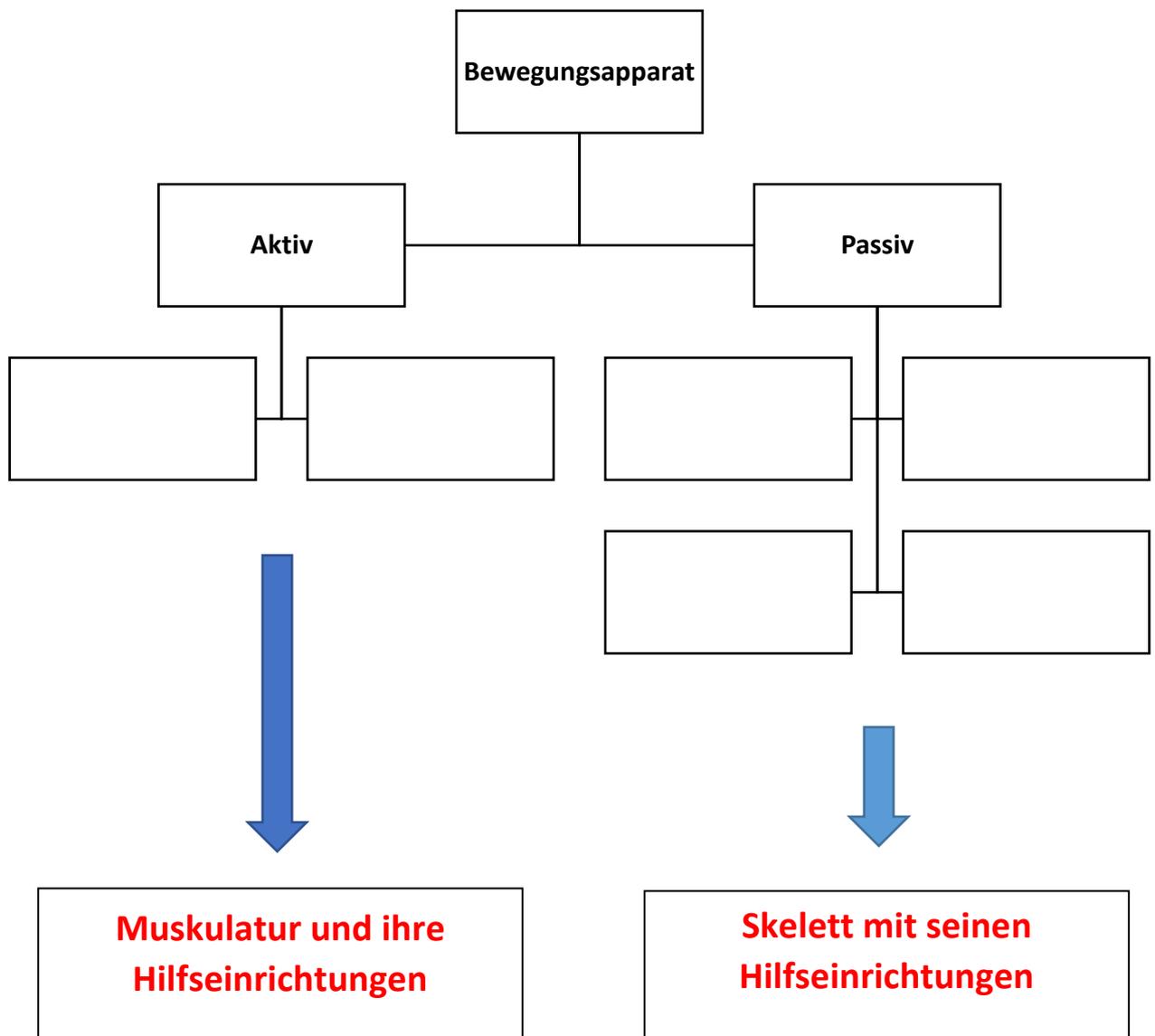
---

---

5. Unser Bewegungsapparat ist ein komplexes System verschiedener „Hardwareteile“. Nenne diese Hardwareteile und ergänze die wichtigsten Funktionen jedes Teils.

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_
- 4) \_\_\_\_\_
- 5) \_\_\_\_\_
- 6) \_\_\_\_\_

6. Ergänze das Schaubild:



## Lösungsvorschläge: Der menschliche Bewegungsapparat

**Beantworte die Fragen und beziehe dabei die Informationen aus der Reportage mit ein. Das Smartphone ist zur Vertiefung und zur Recherche im Anschluss an die Reportage erlaubt.**

**1. „An einer motorischen Bewegung sind doch nur die Muskeln beteiligt“**

Beziehe zu dieser Aussage Stellung und berichtige Sie, falls du dies für nötig hältst.

Eine motorische Bewegung ist deutlich komplexer als nur die Aktivität der Muskeln des Körpers, die die Bewegung aktiv ausführen.

Zunächst beginnt die Bewegung als Reiz, der vom Gehirn ausgeht und durch Nerven weitergeleitet wird. Am Ende der Nerven wird dieser elektronische Reiz auf die Muskulatur übertragen, die dann aktiviert wird.

Dabei agieren dann natürlich auch alle anderen Teile des Bewegungsapparates mit. Sehnen, Bänder, Gelenke, Knochen sind in die Bewegung involviert. Nur dieses Zusammenspiel ermöglicht eine funktionale Bewegung des Körpers.

**2. Was unterscheidet einen Sportkletterer von einem Bodybuilder? Warum sind sie so unterschiedlich?**

Der Sportkletterer ist schlanker, leichter und hat deutlich weniger Muskulatur als der Bodybuilder.

Sie unterscheiden sich deshalb so sehr von einander, weil ihre Sportarten völlig konträre Anforderungen oder Voraussetzungen haben. Während der Bodybuilder so viel Muskelmasse wie möglich aufbauen will, um erfolgreich zu sein, gilt es beim Klettern ein ausgewogenes Kraft-Lastverhältnis zu erreichen.

**3. Was würde passieren, wenn die beiden Sportler ihre Disziplinen tauschen würden?**

Zunächst würden sicher beide maßlos scheitern! Mit zunehmender Zeit darf aber davon ausgegangen werden, dass sich ihre Körper an die neue Situation anpassen und sich verändern. Sie würden – wenn man das Projekt lange genug durchhalten würde – vermutlich nicht nur die Disziplinen, sondern auch die Form oder das Aussehen des Bewegungsapparates tauschen.

**4. Was bedeutet das für uns und unseren Bewegungsapparat im Alltag?**

Unser Bewegungsapparat richtet sein Aussehen und seine Beschaffenheit nach den Anforderungen an ihn. Unser Körper versucht sich optimal an unsere Anforderungen des Alltags anzupassen. Dabei ist er unglaublich schlau und versucht jegliches Extrem zu vermeiden, um ein Optimum an Passung zu erreichen (Balance!).

Unser Bewegungsapparat ist also in der Lage, sich zu verändern und sich an die Anforderungen nahezu jeder Situation anzupassen.

**5. Unser Bewegungsapparat ist ein komplexes System verschiedener „Hardwareteile“.**

Nenne diese Hardwareteile und ergänze die wichtigsten Funktionen jedes Teils.

**1) Muskel:**

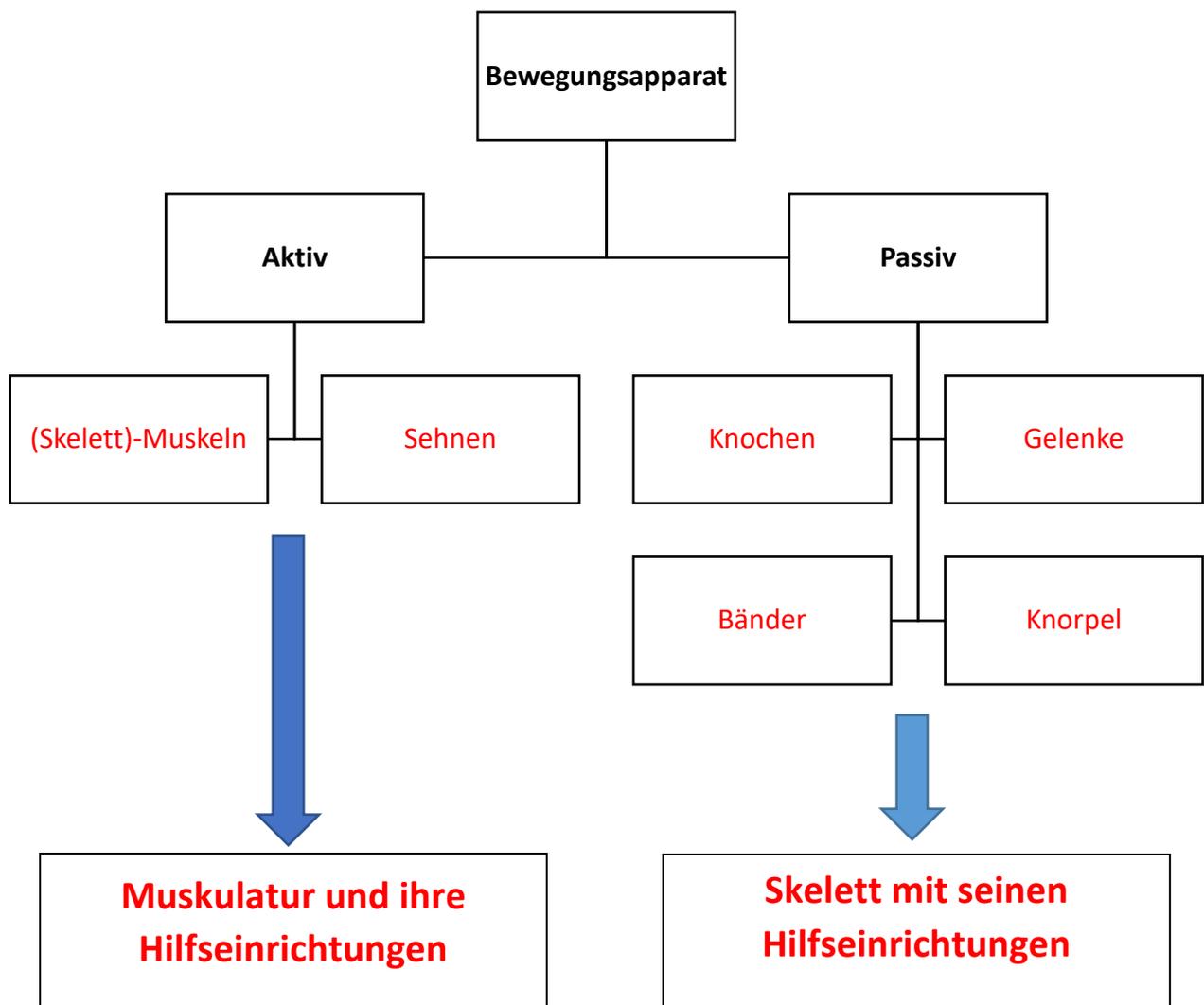
Kontraktion und Erschlaffung, aktiver Teil Bewegungsapparates, Erzeugung von Körperwärme, Stabilität

**2) Sehnen:**

Verbindung von Muskeln und Knochen

- 3) Knochen:  
Skelett und dessen Knochen sind Stützgerüst unseres Körpers, Blutbildung (rotes Knochenmark)
- 4) Gelenke:  
Verbindet zwei Knochen miteinander und sorgt für Beweglichkeit und Stabilität
- 5) Bänder:  
Verbindung zweier Knochen, Stabilisierung von Gelenken
- 6) Knorpel:  
Schmiermittel zwischen den beiden Knochen des Gelenks

6. Ergänze das Schaubild:



## Doppelstunde 3: Knochen, Bänder und Sehnen

Grundlage der Bearbeitung bildet:

Frenzel, D. & Bächle, F.: Theorie im Schulsport, Basiswissen für die Klassen 8-10, Band 1, S. 45-47.

### Arbeitsaufträge:

1. Fasse die wichtigsten Informationen der Seite 47 selbstständig zusammen.
  2. Berechne das Gewicht deiner Knochen und auch den Bereich der individuellen Abweichung nach oben und nach unten.
  3. Berechne den Anteil des Körpergewichts in Prozent, die die Knochen und Muskeln zusammen ausmachen.  
Welche Faktoren machen den restlichen Teil aus?
  4. Stelle Vermutungen an, warum eine Katze mehr Knochen hat als ein Mensch.
- 
5. Fasse die Informationen aus der Tabelle S. 46 und dem dazugehörigen Textabschnitt zusammen.
  6. Welches Fazit ergibt sich hieraus für die Trainingsbelastung im (Leistungs-)sport?
- 
7. Lest den Text zum Knochen und beschriftet das Schaubild zum Aufbau des Röhren-knochens (Arbeitsblatt „Knochenaufbau“)
  8. Wo und wie könnte sich nun der Knochen sportlichen Belastungen anpassen? Stelle Vermutungen an.

## Lösungsvorschläge: Knochen, Bänder und Sehnen

Grundlage der Bearbeitung bildet:

**Frenzel, D. & Bächle, F.: Theorie im Schulsport, Basiswissen für die Klassen 8-10, Band 1, S. 45-47.**

### Arbeitsaufträge:

1. Fasse die wichtigsten Informationen der Seite 47 selbstständig zusammen.  
**Wird nicht besprochen – „Eigenverantwortlichkeit“**
2. Berechne das Gewicht deiner Knochen und auch den Bereich der individuellen Abweichung nach oben und nach unten.  
**Kurze Diskussion und Besprechung. Auffälligkeiten oder Fragen klären.**
3. Berechne den Anteil des Körpergewichts in Prozent, die die Knochen und Muskeln zusammen ausmachen.  
Welche Faktoren machen den restlichen Teil aus?  
**Kurze Diskussion und Besprechung.**  
**Weitere Faktoren: Fett, Haut, Wasser, Organe.**
4. Stelle Vermutungen an, warum eine Katze mehr Knochen hat als ein Mensch.  
**Knochen sind feste und unbewegliche Teile, die die Beweglichkeit des Gesamtapparates einschränken. Nur die Verbindungen zwischen Knochen (Gelenke) sind bewegliche. Je mehr Knochen, desto mehr Gelenke, desto beweglicher der Gesamtapparat.**
5. Fasse die Informationen aus der Tabelle S. 46 und dem dazugehörigen Textabschnitt zusammen.  
**Wichtig: Knochen und Bänder (Passiver Apparat) passt sich auch an – kein totes Gewebe! Langfristig angelegte Anpassung (lange Prozesse) Daher limitierender Faktor!**
6. Welches Fazit ergibt sich hieraus für die Trainingsbelastung im (Leistungs-)sport?  
**Neben dem aktiven lässt sich auch der passive Apparat „trainieren“/anpassen Passiver Apparat benötigt länger und ist daher oft eher limitierender Faktor, als aktiver Apparat (Ermüdungsbruch o.ä.).**
7. Lest den Text zum Knochen und beschriftet das Schaubild zum Aufbau des Röhrenknochens (Arbeitsblatt „Knochenaufbau“)  
**Vgl. Lösungsvorschlag AB „Konchenaufbau“**
8. Wo und wie könnte sich nun der Knochen sportlichen Belastungen anpassen? Stelle Vermutungen an.
  - I. **Durch die Ausrichtung der Bälkchen im Bälkchenbereich können die Zug- und Druckkräfte aufgefangen werden. Diese Bälkchen können sich verstärken oder ihre Richtung verändern.**
  - II. **An den viel beanspruchten Stellen bildet sich vermehrt fester Knochen (Compacta) – z.B. Überhang Oberschenkelhals (Epiphyse) zum Schaft (Diaphyse).**

# Knochen und deren Aufbau

Der menschliche Knochen besteht aus chemischer Sicht aus 20 % Wasser, 25 % organischen und 55 % anorganischen Bestandteilen und ist in seiner Belastbarkeit äußerst bemerkenswert. Knochenhaut, Knochenrinde, Knochenzellen und Knochenknorpel bilden eine Substanz, die 16 500 N Druck- bzw. Zugkraft widerstehen kann und eine Zugfestigkeit von 18 000 N hat.

Die menschlichen Knochen –man könnte sie fast als ein Wunder der Natur bezeichnen. Einerseits sind sie weich und elastisch und andererseits von großer Festigkeit. Diese Gegensätzlichkeit ihrer Eigenschaften macht ihre große Stabilität aus. Man kann schon sehr verblüfft sein, wenn man liest, zu welchen Höchstleistungen menschliche Knochen fähig sind. Wer kann sich schon vorstellen, welche immense Kraft sich hinter 16 500 N verbirgt? Das ist genau die Gewichtskraft, die ein menschlicher Oberschenkelknochen widerstehen kann. So könnte man zum Beispiel einen voll beladenen Wohnwagen mit einer Länge von 6 Metern abschleppen und dabei den Oberschenkelknochen als Abschleppstange nutzen. Neben dieser Druckfestigkeit weist der Oberschenkel auch eine große Biegefestigkeit auf. Sie ist so groß, dass man ihn sogar als Baustahl verwenden könnte.

Es ist schon enorm, was der menschliche Knochen alles zu leisten vermag. Doch wie kommt diese große Belastbarkeit zustande?

## **Bau und Eigenschaften der Knochen**

Außen ist der Knochen von der Knochenhaut überzogen. Sie enthält Blutgefäße, die in das Innere des Knochens vordringen und ihn mit lebensnotwendigen Stoffen für sein Wachstum und seine Erhaltung versorgen.

Darunter liegt die eigentliche Knochensubstanz. Sie ist in den oberen Schichten fest, massiv und glatt (kompakte Knochensubstanz). Im Knocheninneren besteht sie aus feinen Bälkchen mit Hohlräumen (poröse Knochensubstanz).

Die Anordnung der Knochenbälkchen ermöglicht die enorme Belastung des betreffenden Knochens. Das ist bei den großen Röhrenknochen der Arme und Beine deutlich zu erkennen.

Die Hohlräume in der Knochensubstanz sind mit Knochenmark gefüllt. Im Knochenmark werden die roten Blutkörperchen gebildet. Unsere Knochen müssen das gesamte Körpergewicht und dazu zeitweilig noch zusätzliche Lasten tragen, z. B. bei Arbeits- und Freizeittätigkeiten.

## **Belastung von Knochen**

Belastungsversuche haben ergeben, dass der größte Knochen des Menschen, der Oberschenkelknochen, bis zu 1 500 kg aushält; das Schienbein etwa 1 000 kg, die Speiche etwa 330 kg und das relativ dünne Schlüsselbein immerhin noch 190 kg.

Unsere Knochen werden aber nicht nur auf Druck, sondern z. B. beim Turnen auch auf Zug und Biegung belastet. Sie müssen deshalb hart und fest sowie zugleich auch elastisch sein.

## **Einteilung und Aufbau der Knochen**

Einteilung der Knochen

Je nach Form und Größe unterscheidet man verschiedene Knochenarten:

- Platte Knochen, z. B. Schulterblätter, Brustbein;
- Kurze Knochen, z. B. Hand- und Fußwurzelknochen;
- Lange Knochen, z. B. Ober- und Unterschenkelknochen, Ober- und Unterarmknochen,

Die langen Knochen werden auch als Röhrenknochen bezeichnet und sind in Knochenschaft und Gelenkende gegliedert. Ihre Bezeichnung als Röhrenknochen ist auf den inneren Aufbau zurückzuführen.

### **Aufbau und Bestandteile der Knochen**

Knochenhaut, Knochenrinde, Knochenzellen und Knochenknorpel sind die Bestandteile des Röhrenknochens, auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll.

Die Knochenhaut ist die äußerste Schicht des Knochens und überzieht den gesamten Knochen ausgenommen den Gelenkknorpel und die Sehnenansatzstellen. Jeder, der sich schon einmal den Arm oder das Bein gebrochen hat, weiß, wie schmerzhaft das ist und hat sich vielleicht auch gefragt, woher der Schmerz kommt. Es ist die Knochenhaut, welche die Schmerzen verursacht. Sie ist sehr gut durchblutet und sehr reich an Nervenfasern. Diese Nervenfasern sind für die hohe Schmerzempfindlichkeit verantwortlich. Bei einem Knochenbruch wird diese Haut verletzt, und wir fühlen Schmerzen. Zudem ist die Knochenhaut maßgeblich an der Bildung der Knochensubstanz im Inneren beteiligt.

Die Knochenrinde, so wird die nächste Schicht im Knochen genannt, besteht aus zwei Lamellenschichten, welche sich aus verknöcherten Bindegewebsfasern zusammensetzen. Zwischen den Lamellenschichten und auch weiter im Inneren des Knochens findet man dicht gepackte Knochensäulchen. Sie sind die Bauelemente des Knochens und werden von den Knochenaufbauzellen gebildet. Die Knochenzellen besitzen Fortsätze, über die sie miteinander in Kontakt stehen. Zusammen mit Knochenknorpel und eingelagerten Salzen sind sie für den Aufbau der Lamellen und Röhrchen verantwortlich. Ebenso bilden die Knochenzellen die kreuzweise verlaufenden Bindegewebsfasern, die in ihrer Struktur an eine Sperrholzplatte erinnern. Diese Bindegewebsfasern, die Knochenzellen sowie eine eiweißartige Substanz sind die Bestandteile des Knochenknorpels.

Ebenso wie alle anderen Zellen des menschlichen Körpers werden auch die Knochenzellen über Blutgefäße mit den nötigen Aufbaustoffen versorgt.

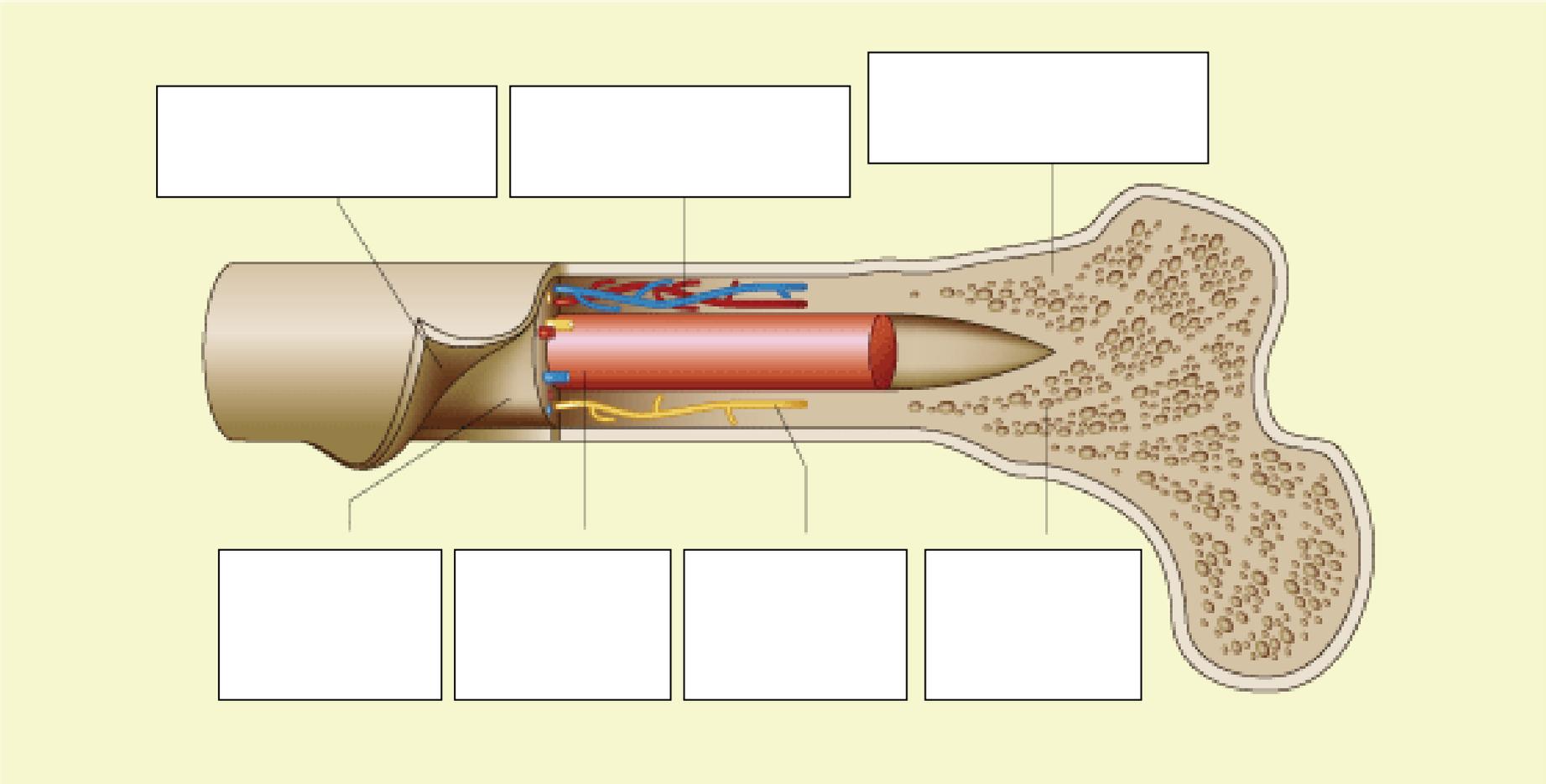
Im Innern des Röhrenknochens befindet sich das Knochenmark. Hier werden die weißen und roten Blutkörperchen sowie die Blutplättchen gebildet. 1 Liter Blut enthält ca. 4,5 bis 5 Millionen rote Blutkörperchen (Erythrozyten), 5 000 bis 9 000 weiße Blutkörperchen (Leukozyten) und 250 000 Blutplättchen (Thrombozyten). Das Knochenmark erbringt also eine ganz beträchtliche Leistung. Beim Kind ist es noch rot. Mit zunehmendem Alter verfärbt es sich in den meisten Knochen durch die Einlagerung von Fetten gelblich. Rotes Knochenmark ist zeitlebens zum Beispiel im Brustbein und im Darmbeinkamm vorhanden.

In seinem Aufbau ist der Röhrenknochen schon ein kleines Wunder der Natur. Ähnlich wie die Leichtbaukonstruktion eines Krans vereint er ein Minimum an Gewicht mit einem Maximum an Stabilität. Diese hohe Stabilität bei einem geringen Gewicht wird durch die Hohlkörper im Knochenschaft und die aufgelockerte Form der Knochensäulchen und Knochenbälkchen in den Knochenenden erreicht. Dieses Gebilde wird auch als Schwammsubstanz (Spongiosa) bezeichnet.

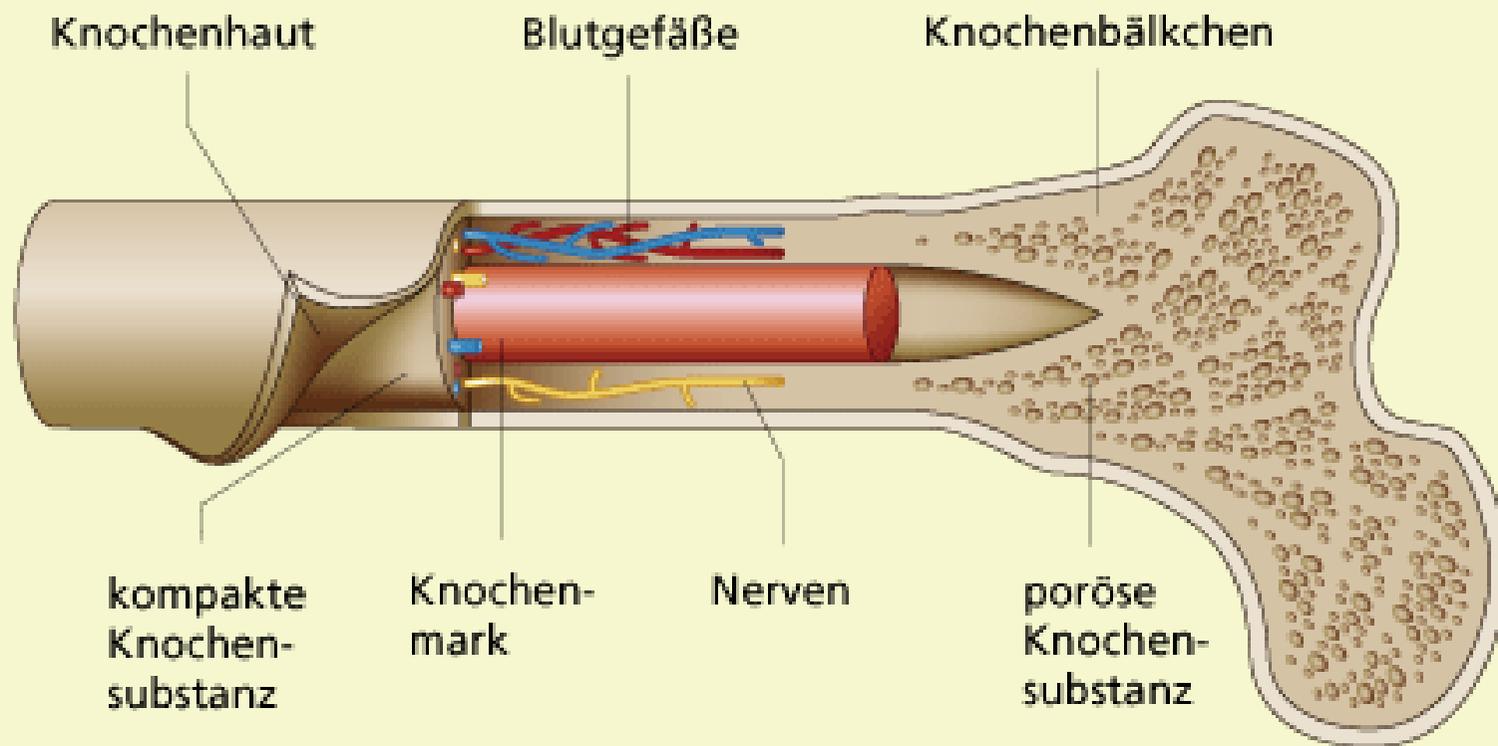
### **Quellen und Bildmaterial:**

<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/knochen#> (entnommen am 11.08.2020)

# Aufbau eines Röhrenknochens



**Quellen und Bildmaterial:**  
<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/knochen#> (entnommen am 11.08.2020)



## Doppelstunde 4: Muskeln

Über ein vierminütiges Video über den erfolgreichsten Bodybuilder aller Zeiten nähern sich die SuS dem Thema Muskeln und Muskulatur an und sehen am Beispiel von Ronnie Coleman (7-facher Mr. Olympia), welche Ausmaße die Muskulatur haben kann und zu welchen Dimensionen unser Körper fähig ist.

### **RONNIE COLEMAN VS JAY CUTLER MOTIVATION - BATTLE OF THE MONSTERS:**

<https://www.youtube.com/watch?v=aI0WVpd74Ts>

Im Anschluss an das Video sollte (wenn es nicht ohnehin von den Schülern kommt!) thematisiert werden, dass es sich hierbei um Leistungen handelt, die ohne leistungssteigernde Substanzen auf natürlichem Wege kaum (oder sogar gar nicht) zu erreichen sind.

Gleichzeitig kann aber hierbei auch klar gemacht werden, dass auch das „beste“ Doping (Hormone, Steroide etc.) keine Wirkung haben, wenn nicht gleichzeitig trainingswirksam und „hart“ trainiert wird. Diese Diskussion kann vor allem mit Hinblick auf das Alter der Schüler (ggf. erste Besuche im Fitnessstudio etc.) vertieft werden und so die Gefahren und Irrtümer von Substitution und Doping (Kreatin, Eiweißpulver, „Powershakes“ etc.) thematisiert werden.

Der Anstoß einer Diskussion kann folgendermaßen aussehen und soll am Ende zum Thema „Muskeln und deren Aufbau“ führen:

- Wie sieht es denn in einem solchen riesigen Muskel aus?
- Sehen alle Muskeln im Prinzip gleich aus – egal ob Bodybuilder oder Schüler?

### Arbeitsaufträge I – Aufbau eines Muskels:

1. Lesen von Kapitel 4.1 und 4.2

Verfasse eine Beschreibung eines Muskels in eigenen Worten.

*Vergleiche deine schriftlichen Aufzeichnungen mit der Abbildung. Notiere Unklarheiten für eine anschließende Besprechung.*

2. Fasse die Entstehung einer Muskelaktivität stichwortartig zusammen und erläutere damit die Begriffe Kontraktion, Motoneuron, motorische Einheit und synaptischer Spalt.
  3. Skizziere die Abbildung auf Seite 66 in dein Heft und versehe sie mit den nötigen Begriffen
- 

Nach der Besprechung des Aufbaus des Muskels (vgl. Folie) leitet ein Zitat von Emil Zatopek zu den Unterschieden der Muskelfasern und deren Verteilung über:

**„Zum Sprinter wird man geboren – zum Läufer wird man gemacht“**

Was könnte dieses Zitat bedeuten?

Was hat das mit Muskeln zu tun?

Die SuS spekulieren über den Zusammenhang von Muskeln/Muskelarbeit und diesem Zitat und nutzen dies als Übergang.

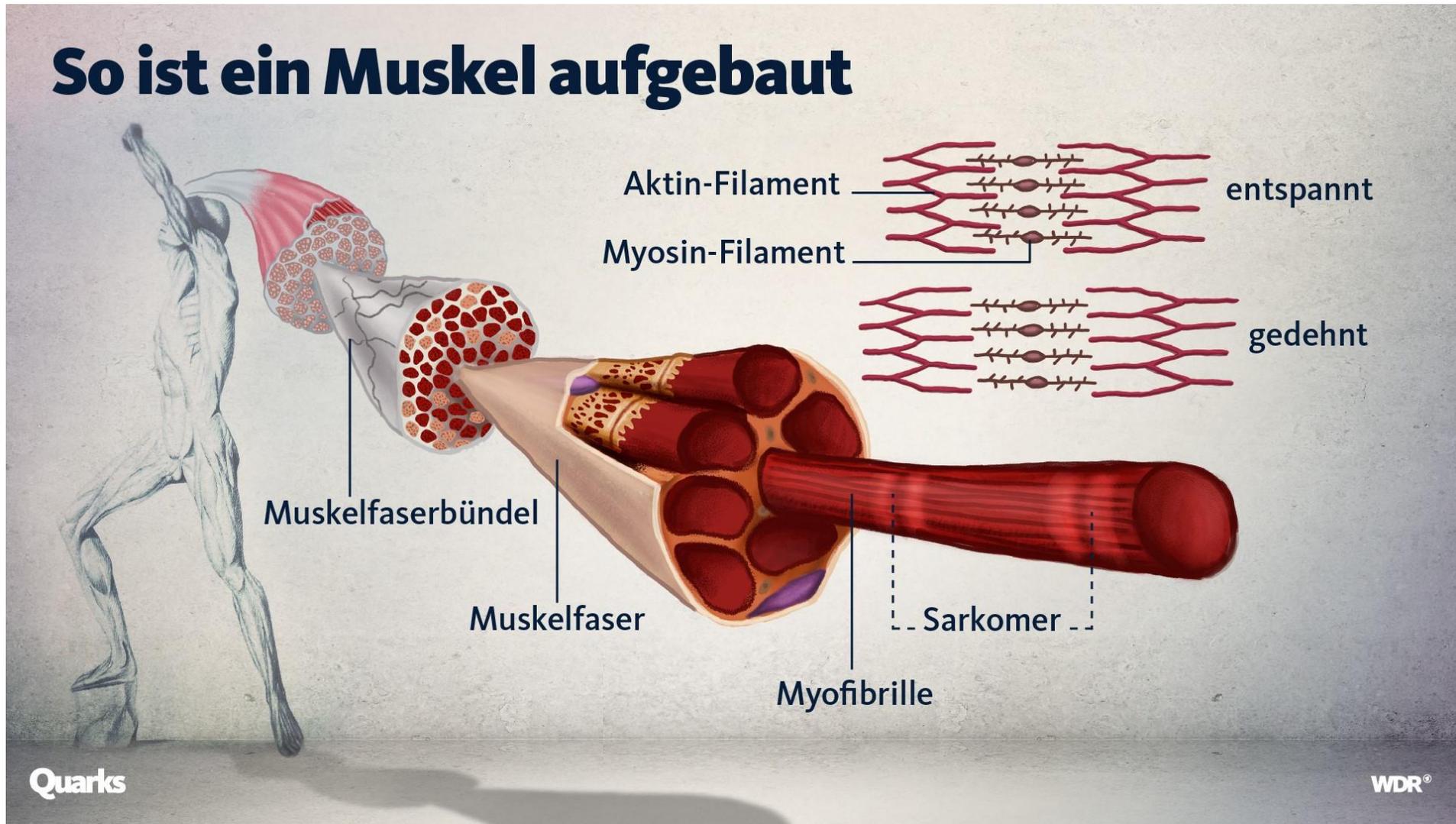
### Arbeitsaufträge II – Muskelfasern und deren Verteilung:

4. Lesen von Kapitel 4.3
  5. Nutze die Tabelle 4.2 und den dazugehörigen Text, um die Unterschiede von ST- und FT-Faser deutlich zu machen.
  6. Erläutere das Zitat von Emil Zatopek.
  7. Stelle einen Bezug zwischen Menschen mit unterschiedlicher Faserverteilung und deren (zumindest theoretisch) prädestinierten Sportarten her. Nenne Beispiele, an denen du diesen Bezug aufzeigen kannst.
- 

### Arbeitsaufträge III – Arbeitsweisen der Muskulatur + motorische Bewegungen

8. Wie entsteht nun die sichtbare motorische Bewegung und wer/was ist daran beteiligt?
9. Gib mindestens ein weiteres Beispiel für Agonist und Antagonist einer Bewegung.
10. Erläutere die Arbeitsweisen der Muskulatur und nenne je zwei weitere Sportarten (nicht Fotos!) bei denen diese Arbeitsweise (verstärkt) vorkommt.
11. Erkläre den Begriff Muskelkater.
12. Warum ist Bewegungsvermeidung der schlechteste Weg, um diesen loszuwerden?

# So ist ein Muskel aufgebaut



## Doppelstunde 5: Gelenke

Die SuS nähern sich mittels eines Bildimpulses dem Thema der Stunde. Auf dem Bild zu sehen ist ein künstliches Kniegelenk.

### Einstieg und Impuls<sup>1</sup>:



### Überleitung:

Die in der Impulsphase gemachten Erkenntnisse werden gesammelt, thematisiert und auch diskutiert.

Grundlage der weiteren Arbeitsaufträge ist die Erkenntnis, dass es sich um ein menschliches (Knie-)Gelenk handelt.

---

<sup>1</sup> **Quelle Bildmaterial:** <https://www.emco-klinik.at/abteilungen/muskuloskelettales-zentrum/orthopaedie/behandlungen/knie-endoprothetik/> (eingesehen am 13.08.202)

## Arbeitsaufträge I – Gelenke und deren Aufbau

1. Lesen der Seiten 51-52 (Kap. 3.3) im Buch.
2. Skizziere den Aufbau eines Gelenks in dein Heft und ergänze diesen mit den nötigen Stichworten, die du zum Verständnis des Aufbaus benötigst.

*Tipp: Wenn einzelne Bestandteile oder Stichworte aufgrund des recht knappen Textes unklar bleiben, kannst du diese weiter recherchieren und deine Erkenntnisse im Heftaufschrieb ergänzen.*

---

## Arbeitsaufträge II – Gelenke des menschlichen Körpers

**Legt das Lehrbuch zur Seite und recherchiert die folgenden Arbeitsaufträge online:**

3. Nenne die fünf grundlegenden Gelenktypen des menschlichen Bewegungsapparates. Lege hierfür eine Tabelle an, die die Gelenktypen und die folgenden Ergänzungen beinhaltet!  
Zusätzliche Infos zu den Gelenktypen:
  - a. Mindestens zwei Beispiele am menschlichen Skelett.
  - b. Die jeweilige Anzahl an Freiheitsgraden.
  - c. Nenne einen Gebrauchsgegenstand, der „ähnlich“ funktioniert wie das Gelenk.
4. Unterscheide echte von unechten Gelenken und beschreibe diesen in wenigen Sätzen. Nenne dabei jeweils ein Beispiel, an dem du deine Erkenntnisse prägnant beschreiben kannst.

*Tipp: Wenn du gar nicht mehr weiter weißt oder von den vielen Infos „erschlagen“ wirst, darfst du gerne einen kurzen Blick ins Buch werfen und dich neu orientieren – du findest die Infos auf den Seiten 52-53.*

---

**Zwischenfrage und Überleitung:**

## Was ist das größte Gelenk unseres Körpers?

Die SuS spekulieren und schließen auf das Kniegelenk. An diesem großen Gelenk lassen sich viele Prozesse bei motorischen Bewegungen nachvollziehen und erklären. Gleichzeitig ist es eines der Gelenke, die im Zusammenhang mit Sport und v. a. Sportverletzungen sehr häufig genannt wird und damit sehr präsent sein dürfte.

## Arbeitsaufträge III – Das Kniegelenk und dessen Besonderheiten

5. Lesen von Kapitel 3.3.4 (S. 54/55) im Lehrbuch.
6. Beantworte die Aufgaben 3-10 (S. 55) und mache dich mit dem Aufbau des Kniegelenks vertraut (Abb. 3-20).
7. Beschreibe die Vorgänge, die bei der Beugung/Streckung des Knies vor sich gehen (funktionale Beschreibung einer Flexion/Extension).

*Tipps:*

- a. Gibt es das eine Kniegelenk?
- b. Welche Funktion hat die Kniescheibe?

## Arbeitsaufträge IV – Knie- und Sportverletzungen

8. Setze die mit vier typischen (Sport)-verletzungen im Bereich des Knies auseinander. Beschreibe diese jeweils und nenne dabei Ursachen, Symptome und Therapieform dieser Verletzungen:
  - a. Kreuzbandriss
  - b. (Knie-)Arthrose
  - c. Patellaspitzensyndrom
  - d. Meniskusriss

## Lösungsvorschläge und Hinweise – Doppelstunde 5: Gelenke

Gelenktypen und deren Funktion:

Typ	Beispiele	Freiheitsgrade	Vergleichbarer Gegenstand
<b>Kugel</b>	Schultergelenk Hüftgelenk	3 - Vorne/hinten (Flexion/ Extension - Beugung/ Streckung - Seitwärts re./li. (Abduktion/Adduktion) - Rotation innen/außen	Stativ eines Fotos Kerzenhalter (Weihnachtsb.)
<b>Ei</b>	Prox. Handwurzel-gelenk Erstes Kopfgelenk (Atlas und Schädel)	2 - Beugung/Streckung - Seitwärts re./li.	
<b>Sattel</b>	Daumen(-sattelgelenk/- grundgelenk)	2 - Beugen/Strecken - Seitwärts re./li. (Abduktion/Adduktion)	
<b>Scharnier</b>	Ellenbogen	1 - Beugen/Strecken (Flexion/Extension)	Türscharnier Deckel (Mülleimer) Tafel (seitl.)
<b>Drehgelenke (Rad/Zapfen)</b>	Speichen-Ellen-Gelenk (Zapfen) (Elle/Speiche prox.) Zw. 1. Und 2. Halswirbel (Rad)	1 - Rotation	

### Kniegelenk – Bewegung und Besonderheiten<sup>2</sup>

#### Zwei Gelenke: Femur-Patella-Gelenk + Femur-Tibia-Gelenk

Patellagelenk = "Schlittengelenk"

Kniekehlgelenk = Drehscharniergelenk (Rad-Scharnier)

Bewegung: Flexion/Extension + leichte Rotation (bei ca. 90 Grad)

#### Kniestrecker (Extension):

Der Oberschenkelknochen wird vorne von einem großen vierköpfigen Streckmuskel (*Musculus quadriceps femoris*) umfasst. Die drei breiten Muskeln (*Musculus vastus medialis*, *Musculus vastus lateralis* und *Musculus vastus intermedius*), sowie der gerade Muskel (*Musculus rectus femoris*) bilden diese vier Köpfe. Sie strecken das Knie, indem sie an der Schienbeinbeule ansetzen. Zwischen diesen Muskeln und ihrem gemeinsamen Ansatz, der als Kniescheibenband ausläuft, ist die Kniescheibe eingebettet. Der Streckmuskel (*Extensor*) setzt also zunächst an der Kniescheibe an. Von dort wird die Kraft über das Kniescheibenband auf den Unterschenkel übertragen.

#### Kniebeuger (Flexion):

Beuger (*Flexor*) des Kniegelenks ist innen der längste Muskel des Körpers, der so genannte Schneidermuskel (*Musculus sartorius*). Er bildet mit zwei weiteren Muskeln, dem schlanken Oberschenkelmuskel (*Musculus gracilis*) und dem Halbsehnenmuskel (*Musculus semitendi-*

<sup>2</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Kniegelenk#Bewegungen> (eingesehen am 13.08.20)

*nosus*) einen gemeinsamen Ansatz weiter innen am Schienbein, den so genannten Gänsefuß (*Pes anserinus superficialis*). Weitere Beuger des Kniegelenks sind der zweiköpfige Oberschenkelmuskel (*Musculus biceps femoris*) und der zweiköpfige Wadenmuskel (*Musculus gastrocnemius*), der Teil des dreiköpfigen Unterschenkelmuskels (*Musculus triceps surae*) ist.

### **Funktion Kniescheibe (Patella):**

Die Kniescheibe vergrößert den Abstand des Kraftvektors des Quadrizeps vom Rotationszentrum des Kniegelenkes und verlängert dadurch den Hebelarm der Streckmuskulatur des Oberschenkels. Es ergibt sich eine Hebelverlängerung, aus der eine Kraftersparnis von bis zu 44 % resultiert. Die Patella zentralisiert die entstehenden Kräfte der vier Köpfe des M. quadriceps femoris und überträgt sie reibungsarm distal auf das Lig. patellae und Tuberositas tibiae. Die Kräfte, die auf die Ansatzsehne des M. quadriceps und das Lig. patellae wirken, sind unterschiedlich. Die Patella übernimmt eine Schutzfunktion für das Femur und vergrößert die Kontaktfläche mit diesem. Sie sorgt so für eine bessere Verteilung der Kraft auf das Femur und bietet den Vorteil von zwei mit Gelenkknorpel überzogenen Gelenkflächen. Während der Streckbewegung (*Extension*) legt die Kniescheibe eine Strecke von etwa acht bis zehn Zentimetern über den Oberschenkelknochen zurück.

### **Beschreibung der Bewegung:**

Das Kniegelenk gestattet beim Menschen wegen der es umgebenden Gelenkkapsel und der innerhalb und außerhalb derselben liegenden Bänder nur die Beugung (*Flexion*) und Streckung (*Extension*) bis zu etwa 150°. Aufgrund der fehlenden Paarschlüssigkeit der Gelenkkörper existiert kein lokales Bewegungszentrum (wie z. B. im Hüftgelenk), vielmehr kommt es bei Beugung und Streckung zu einer Kombination aus Roll- und Gleitbewegung der Gelenkkörper, das Rollgleitlager genannt wird. Bei maximaler Streckung kommt es darüber hinaus – bei intaktem Bandapparat – zu einer Nebenbewegung, der so genannten Schlussrotation, bei der das Schienbein um einige Grade nach außen dreht.

Das Kniegelenk ist ein sogenanntes Dreh-Scharniergelenk (*Trochoginglymus*). Es besitzt fünf Freiheitsgrade. Unterschieden werden drei Verschiebungs- und zwei Drehbewegungsfreiheitsgrade. Unter den Verschiebungsfreiheitsgraden werden die Verschiebung nach vorne-hinten (*anterio-posterior*) und zur-Mitte-seitlich (*medio-lateral*) sowie Druck (*Kompression*) und Zug (*Traktion*) verstanden. Als Drehbewegungsfreiheitsgrade werden die Beugung und Streckung sowie Ein- und Auswärtsdrehung (*Rotation*) definiert. Die Drehbewegungen sind allerdings nur in gebeugtem Zustand möglich.

- Beugung bis ca. 120–150°
- Streckung bis ca. 5–10°
- Einwärtsdrehung um 10° (bei 90° Beugung)
- Auswärtsdrehung um 30–40° (bei 90° Beugung)

## **Knieverletzungen:**

### **I. Kreuzbandriss**

**Symptome:** Plötzliche Schmerzen, manchmal reißt das Band hörbar. Das Bein knickt zur Seite und der Betroffene ist unsicher beim Gehen. Es kommt zu Schwellungen und Bluterguss. Der Weg zum Arzt ist bei einem Kreuzbandriss unumgänglich.

**Therapie:** Die Behandlung richtet sich nach der genauen Diagnose, dem Alter und der Sportlichkeit des jeweiligen Patienten. Bei sportlichen Patienten wird der Riss operiert, bevor ein langes Reha-Programm beginnt. Bei intensiver Rehabilitation ist der Patient nach sechs bis neun Monaten wieder voll sportfähig. Ohne Operation bleibt das Knie dagegen oft dauerhaft in seiner Bewegung eingeschränkt, intensives Sporttreiben ist je nach Ausmaß der Verletzung nur noch bedingt möglich.

## II. Meniskusverletzung

**Symptome:** Schmerzen im Knie, die sich beim Beugen oder Drehen verstärken, Schwellungen oder Blutergüsse. Die Bewegung des Knies ist eingeschränkt. Eine genaue Diagnose kann nur ein Arzt stellen.

**Therapie:** Risse im Meniskus können meist operiert werden. Der Patient benötigt je nach Schwere der Verletzung rund zwei Wochen lang Krücken und Krankengymnastik. Bei einer leichten Verletzung kann er nach etwa vier Wochen wieder Sport treiben. Bei schweren Verletzungen ist das Knie erst nach sechs Monaten wieder voll belastbar. Unbehandelt kann eine Meniskusverletzung zu Arthrose führen.

## III. Knorpelschaden / Arthrose

**Symptome:** In der Regel verläuft dieser Prozess schleichend über viele Jahre, ohne dass starke Schmerzen auftreten. Im fortgeschrittenen Stadium von Arthrose schwillt das Knie an und schmerzt. Die Diagnose stellt der Facharzt.

**Therapie:** Bei der konservativen Therapie werden Schmerzen und Entzündungen behandelt, außerdem muss das Gewicht reduziert und das Bewegungsverhalten geändert werden! Die operative Therapie reicht von der einfachen Gelenkspiegelung über Knorpelverpflanzungen bis hin zum Einsatz eines künstlichen Kniegelenks. Bei Schäden am Knorpel empfehlen sich ruhige Sportarten wie Schwimmen oder Radfahren.

## IV. Patellaspitzenyndrom

**Symptome:** Schmerzzustände im Bereich der Kniescherbe (Patella), die oft während eines Wachstumsschubes in der Pubertät auftreten. Häufig betroffen vom Patellaspitzenyndrom sind Mädchen. Auch Verletzungen können die Beschwerden auslösen.

**Therapie:** Sie erfolgt durch Schonung, krankengymnastische Maßnahmen, seltener durch den Einsatz von leichten Schmerzmitteln. Im Allgemeinen bilden sich die Beschwerden innerhalb von Wochen und Monaten spontan zurück. Bei länger dauernden Beschwerden helfen oft spezielle Kniebandagen. Bei Kniescheibenfehlstellungen kann eine operative Behandlung notwendig werden.