



NWA – Tag 2011

Der Mensch – biologisch, chemisch und physikalisch betrachtet

*Gelenke – Schüler entdecken
durch das Sezieren eines
Hühnerkniegelenks exemplarisch
den Aufbau von Gelenken*

Bearbeitet von: Johannes Kißling
Markus Fischer
Michael Spät

Inhaltsverzeichnis

1. Sachanalyse.....	3
1.1. Gelenkarten.....	3
1.2. Gelenkaufbau.....	4
1.3. Kniegelenk.....	4
2. Bezug zum Bildungsplan.....	5
2. Didaktisch-methodische Überlegungen.....	6
2.1. Einordnung des Themas und dafür nötige Schülervoraussetzungen.....	6
2.2. Didaktische Reflexion: Auswahl eines Hühner- oder Schweinekniegelenks.....	6
2.3. Ausblick – sich daran anschließende Themen.....	7
3. Versuchsdurchführung.....	8
4. Literaturverzeichnis.....	12
5. Anhang – Arbeitsmaterialien.....	12
5.1. Präparationsanleitung.....	13
5.2. Arbeitsblatt Kniegelenk.....	14
5.3. Arbeitsblatt Kniegelenk Lösungen.....	15
5.4. Röntgenbild Kniegelenk.....	16

1. Sachanalyse

1.1. Gelenkarten

Bei den Gelenken werden folgende Gelenktypen unterschieden:¹

- **Kugelgelenk** (Articulatio spherioidea): Kugelschalenähnliche Gelenkflächen, die Bewegungen in jede Richtung gestatten (echtes Kugelgelenk), z.B. Schultergelenk.
- **Nussgelenk** (Articulatio cotylica, Enarthrosis): Dessen Pfanne umfasst den Gelenkkopf mehr als halb, (eingeschränktes Kugelgelenk) z.B. Hüftgelenk.
- **Walzengelenk** (Articulatio cylindrica, Articulatio bicondylaris):
 - a) **Scharniergelenk** (Ginglymus), ein Gelenkstück besteht aus seiner Walze (Trochlea) mit Führungsrinne, das Gegenstück besitzt eine der Rinne entsprechende Führungsleiste; gestattet nur Bewegungen in einer Ebene, z.B. Ellbogengelenk, Mittel- u. Endgelenke d. Zehen II – V.
 - b) **Zapfen- oder Radgelenk** (Articulatio trochoidea), scheibenförmiger Gelenkkopf, dessen überknorpelter Umfang sich in entsprechend ausgehöhlter Pfanne dreht, z.B. Unterarmgelenk.
- **Ellipsoid- oder Eigelenk** (Articulatio ellipsoidea) mit ellipsoiden Gelenkflächen, Bewegung um zwei Hauptachsen, z.B. Handgelenk und zwischen Atlas und Schädelknochen.
- **Sattelgelenk** (Articulatio sellaris): Zwei sattelförmige Gelenkflächen, die Konkavität der einen entspricht der Konvexität der anderen; Bewegungen um zwei Achsen. Z.B. Daumensattelgelenk zw. Gr. Vieleckbein (HWK) und Mittelhandknochen.
- **Gleitgelenk** (Articulatio plana): Ebenes Gelenk, bei dem nahezu ebene Gelenkflächen artikulieren, z.B. Zwischenwirbelgelenke der Halswirbelsäule.
- **Wackelgelenk** (Amphiarthrosis): Straffes Gelenk, das aufgrund straffer Bänder nur federnde Bewegungen zulässt, z.B. Kreuzbeingelenk.

Weiterhin kann eine Einteilung in einachsige (Scharnier- und Zapfen-/Radgelenk), zweiachsige (Sattel- und Eigelenk) und dreiachsige Gelenke (Kugelgelenk) vorgenommen werden. Daraus ergeben sich die unterschiedlichen Bewegungsmöglichkeiten.

¹ Vgl. De Gruyter, W. (Hrsg.) (2002). Pschyrembel – Klinisches Wörterbuch. Berlin: WdeG. S.582

1.2. Gelenkaufbau

Unter einem Gelenk versteht man die bewegliche Verbindung zwischen zwei oder mehreren Knochen. An jedem Gelenk unterscheidet man:²

- Die artikulierenden **Gelenkflächen** (Facies articulares), die meist mit hyalinem (selten Faser-) Knorpel überzogen sind
- Die **Gelenkkapsel** (Capsula articularis), bestehend aus einer äußeren fibrösen Schicht aus straffem kollagenem Bindegewebe (Membrana fibrosa), die sich am Rand der überknorpelten Flächen in das Periost fortsetzt, und aus der Gelenkinnenhaut (Membrana synovialis), die die Gelenkschmiere (Synovia) absondert.
- Die **Gelenkhöhle** (Cavitas articularis), ein spaltförmiger kapillärer Raum
- Eine große Zahl von besonderen Einrichtungen: Verstärkungsbänder zur Verstärkung der bindegewebigen Kapsel, zur Führung und Hemmung von Bewegungen; Binnenbänder im Innern des Gelenks; Zwischenscheiben (Disci und Menisci articulares, verschiebbare Gelenkflächen, die als Puffer wirken und inkongruente Gelenkflächen ausgleichen), Schleimbeutel (Bursae synoviales), faserknorpelige Pfannenlippen dienen der Vergrößerung mancher Gelenkpfannen.

1.3. Kniegelenk

Exemplarisch gehen wir bei unserem Thema näher auf das Kniegelenk ein. Es ist das größte Gelenk des Menschen, zählt zu den Scharniergelenken und kann deshalb nur in einer Ebene, also vor und zurück, bewegt werden. Damit das Knie das Körpergewicht sowohl tragen als auch bewegen kann, enthält es Bestandteile, die eine besonders hohe stoßdämpfende Funktion gewährleisten. Dazu zählen die knorpeligen Zwischenscheiben (Meniski = Mehrzahl von Meniskus) und die Schleimbeutel. Ein zusätzliches Schutzelement stellt die Kniescheibe dar, die die Vorderseite des Knies vor Stößen abschirmt.

² Vgl. De Gruyter, W. (Hrsg.) (2002). Pschyrembel – Klinisches Wörterbuch. Berlin: WdeG. S.581

2. Bezug zum Bildungsplan

Im Bildungsplan BW für die Realschule 2004 lassen sich die Kompetenzen und Inhalte dieser Unterrichtsstunde vorwiegend dem Bereich *„Kompetenzerwerb durch das erschließen von Phänomenen, Begriffen und Strukturen – Den eigenen Körper verstehen“*³ des Fächerverbundes Naturwissenschaftliches Arbeiten (NWA) zuordnen. Dort heißt es im Hinblick auf die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler: *„Durch Kenntnisse von Bau und Funktion wichtiger Organsysteme können die Schülerinnen und Schüler den eigenen Körper als komplexes System begreifen. [...] Die Schülerinnen und Schüler können Struktur und Funktion der Bewegungsorgane beschreiben und erläutern“*⁴. Die aktive Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen und ein hoher praktischer Anteil ist daher ein hohes Anliegen des NWA-Unterrichts.

Das Sezieren bzw. Präparieren eines Kniegelenks lässt sich in den Leitgedanken zum Kompetenzerwerb wiederfinden. Dort heißt es, dass die Fähigkeiten und Kenntnisse des Fächerverbundes *„durch eigenes Experimentieren, Recherchieren und Reflektieren erworben werden.“*⁵ Womit den Schülerinnen und Schülern die Naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen erfahrbar und begreifbar gemacht werden sollen. Nicht zuletzt führt dieser aktive Kontakt mit einem naturwissenschaftlichen Sachverhalt auch dazu, dass Schülerinnen und Schüler einen emotionalen Bezug zu dem eigenen Körper aufbauen können und sich und ihre Umgebung bewusster und wertschätzender wahrnehmen.

Im Zusammenhang mit dem hier vorgestellten Versuch bedeutet dies, dass die Schülerinnen und Schüler in Klasse 6 in die Lage gebracht werden sollen, den Aufbau von Gelenken und das Zusammenspiel von Muskeln, Sehnen und Knochen zu verstehen.

³ Vgl. Bildungsplan für die Realschule, 2004, S. 98 f

⁴ Vgl. Bildungsplan für die Realschule, 2004, S. 99

⁵ Vgl. Bildungsplan für die Realschule, 2004, S. 96

3. Didaktisch-methodische Überlegungen

3.1. Einordnung des Themas und dafür nötige Schülervoraussetzungen

Unter Berücksichtigung der Bildungsplaninhalte wird das Thema „*Gelenke – Schüler entdecken durch das Sezieren eines Hühnerkniegelenks exemplarisch den Aufbau von Gelenken*“ in der sechsten Klassenstufe unterrichtet. Zu diesem Zeitpunkt sollten die Schülerinnen und Schüler schon Erfahrungen mit dem Sezieren und Präparieren gemacht haben. Dabei sollte sowohl der Umgang mit der Rasierklinge bzw. dem Skalpell, also auch das Verhalten beim Experimentieren mit solchen Gegenständen eingeübt worden sein. Meist können die Schülerinnen und Schüler schon in Klasse 5 Erfahrungen mit dem Umgang solcher Geräte sammeln, z.B. anhand der Präparation von Pflanzenteilen.

Des Weiteren sollten die Schülerinnen und Schüler genau beobachten können, um gezielt nach Muskeln, Sehnen und Knorpeln suchen zu können. Wichtiger für die gezielte Suche nach Sehnen, Bändern und Knorpeln, sind jedoch die Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler. Damit diese nicht ins „Blaue hinein“ suchen, wild umher schneiden und damit viele wichtige Teile zerstören, sollten sie ein Vorwissen vom Aufbau des Kniegelenks besitzen. So sollten sie beispielsweise wissen welche Bänder sich wo befinden, wo die Kniescheibe sitzt, wie diese festgehalten wird oder wo sich die Menisken befinden. Erst durch dieses Vorwissen sind eine gezielte Suche und damit ein gezieltes Beobachten möglich.

3.2. Didaktische Reflexion: Auswahl eines Hühner- oder Schweinekniegelenks

Im Folgenden sind die positiven (+) bzw. negativen (-) Aspekte tabellarisch aufgelistet, die für bzw. gegen das Präparieren/Sezieren eines Hühnerkniegelenks bzw. eines Schweinekniegelenks sprechen. Aufgrund des positiven Übergewichts des Hühnergelenks haben wir uns ebenfalls für die Präparation eines solchen entschieden. Des Weiteren wurden die Punkte **gekennzeichnet**, die für uns größtenteils ausschlaggebend waren sich für die Präparation am Huhn zu entscheiden.

	+	-
<i>Huhn</i>	Kennen viele Schülerinnen und Schüler von zuhause, denn Huhn wird von den meisten Schülerinnen und Schülern gern gegessen.	Kleiner und filigraner im Vergleich zum menschlichen Kniegelenk
	Anschaffungsaufwand gering (gibt es in fast jedem Supermarkt)	Kein Säugetier
	Ekelfaktor gering, da die meisten Schülerinnen und Schüler so etwas schon einmal gesehen haben	
	Keine religiösen Konflikte (Muslime)	
	Geruch sehr gering	

	+	-
<i>Schwein</i>	Ähnliche Größe wie beim menschlichen Kniegelenk	Ist bei den Schülerinnen und Schülern weniger bekannt
	Säugetier	Muss beim Metzger oder direkt beim Schlachter bestellt werden
		Ekelfaktor erhöht, da teilweise sehr blutig
		Religiöse Konflikte (Muslime)
		Erhöhter Geruch

3.3. Ausblick – sich daran anschließende Themen

In diesem Abschnitt soll ein kurzer Ausblick gegeben werden, wie die folgenden Unterrichtsstunden aussehen könnten bzw. welche Themenbereiche sich an diese Stunde anschließen lassen. Dabei sollen die folgenden Themengebiete nur als Anregung dienen und sind keineswegs vollständig oder verbindlich. Sie erscheinen uns allerdings für sinnvoll und logisch. Die Themenvorschläge sind dabei in einer nicht hierarchischen Reihenfolge aufgelistet.

Die anzuschließenden Themen wären:

- Der Kniesehnenreflex
- Bewegung
- Die Muskulatur
- Gelenkarten in unserem Körper
- Der Aufbau von Knochen
- Das menschliche Skelett

4. Versuchsdurchführung

Diese Tipps basieren auf eigenen Erfahrungen mit einer 6. Klasse RS und dem mehrmaligen Durchführen dieser Präparation.

- Vorbereitungszeit: ca. 5 Minuten
- Material: Hühnerschenkel, Rasierklingen oder Skalpelle, Schale, Präparationsanleitung und DIN-A3 Papier schon auf Tische verteilen.
- In einer 45 Minuten-Einheit ist folgendes Vorgehen zu empfehlen:
 - 30 Minuten arbeiten die Schüler eigenständig mit der Präparationsanweisung.
 - 15 Minuten vor dem Ende übernimmt der Lehrer, indem er ein gut freigelegtes Kniegelenk einer Schülergruppe nimmt und sezziert in einer Lehrerdemonstration das Kniegelenk in folgenden Schritten. Dazu versammelt der Lehrer alle Schüler um einen Tisch. Dies hat den Vorteil, dass die Schüler die Kniebestandteile korrekt benannt bekommen.
 - Der Lehrer führt nun folgende Schritte durch und kommentiert dabei:
 1. Zuerst das Außenband lokalisieren und durchtrennen.
 2. Die Kniescheibe entfernen.
 3. Die Menisken zeigen.
 4. Die Kreuzbänder zeigen.
 5. Die Kreuzbänder durchtrennen.
 6. Das Außenband lokalisieren und durchtrennen.
 7. Ober- und Unterschenkel auseinander nehmen und Menisken nochmals zeigen.
 8. Menisken entfernen.

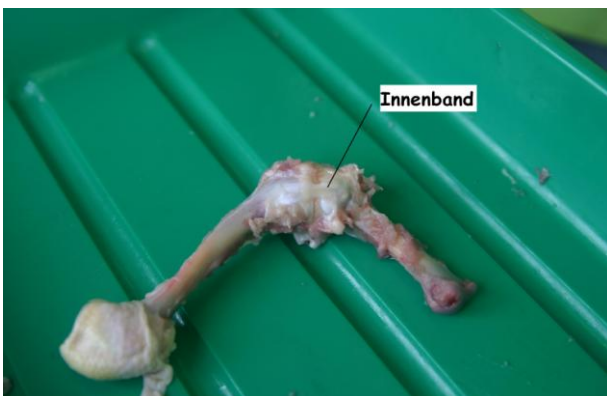
- Die Hühnerschenkel können im Supermarkt günstig gekauft und im Kühlschrank zwischengelagert werden.
- Beobachtetes Schülerverhalten:
 - Die Mädchen scheuen sich zu Beginn oftmals. Ich überließ es ihnen, ob sie selbst aktiv werden wollen, ansonsten hätte ich sie einzelnen Gruppen zugewiesen, damit sie das sezieren beobachten können. Nach kurzer Zeit begannen sie jedoch selbst zu arbeiten.
 - Das Phänomen, dass manch Vorlauter / Vorlaute eher passiv sind, ist auch hier zu beobachten.
 - Andererseits sieht man viel Potential bei ruhigeren Schülern.
- Das Arbeiten mit der Rasierklinge, die auf einer Seite abgeklebt ist, wurde von mir bevorzugt, da viele Schulen nur stumpfe Skalpelle haben.
- Es ist sehr interessant, wenn die Schüler den Hühnerschenkel auf das Blatt legen und dann das Huhn skizzieren sollen. Sie haben oftmals falsche Vorstellungen, die man in einem Unterrichtsgespräch mit allen Schülern thematisieren kann. In einer Unterrichtsstunde mit 45Minuten bietet es sich an, beim Besuch der verschiedenen Gruppen die Zeichnungen zu besprechen.
- Durch das Zeichnen beginnen die Gruppen unterschiedlich schnell. Dadurch erhält der Lehrer die Möglichkeit durch die Gruppen zu gehen und die ersten Schnitte zu begleiten. Den Schülern sollte gesagt werden, dass sie die Haut und Muskeln doch herzhafter bearbeiten können. Wichtig ist, dass die Muskeln möglichst einzeln entfernt werden. Dies dauert länger, doch dadurch wird vorsichtiger gearbeitet. Die Schüler sollten keinesfalls einfach bis zum Knochen schneiden. Dadurch kann es sein, dass Bänder, Sehnen, Knorpel oder Muskeln unbeabsichtigt durchtrennt werden.
- Präparation:
 - Das Innenband ist einfach frei zu legen. Die Muskulatur ist am Außenband und in der Kniekehle etwas fester angewachsen. Hier sollte nun vorsichtig die Muskulatur entfernt werden.
 - Die Kapsel ist so dünn, dass sie meist unabsichtlich mit der Muskulatur entfernt wird.



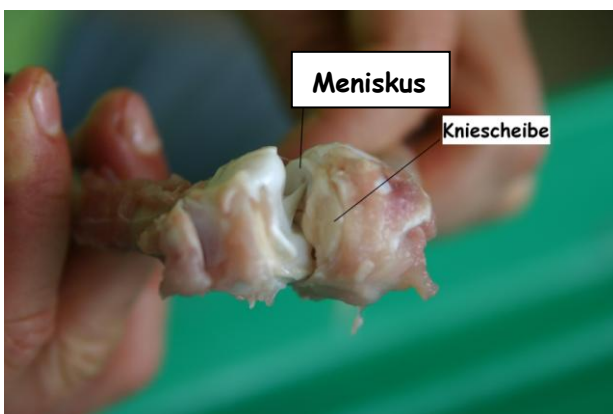
Die Haut kann gut mit den Händen abgezogen werden.



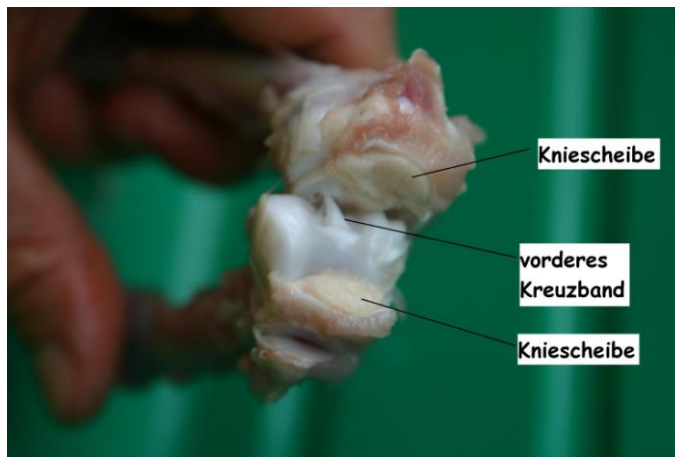
Muskeln möglichst einzeln abtrennen und vorsichtig das Kniegelenk freilegen.



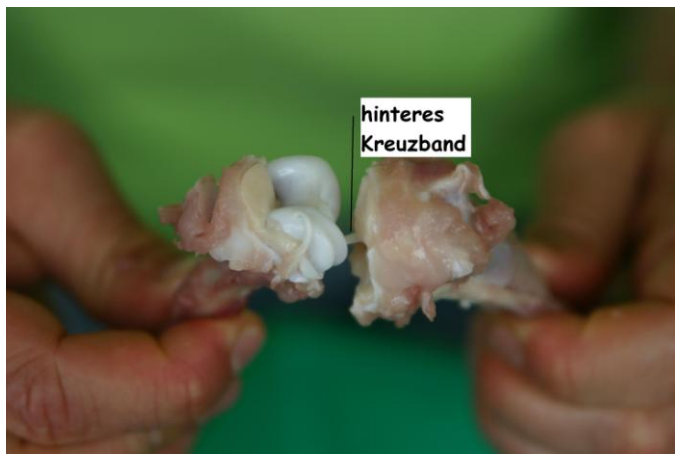
Das Innenband ist sehr gut zu erkennen.



Um beide Menisken gut sehen zu können, sollte die Kniescheibe entfernt werden. Dazu kann die Patellasehne oder sogar die ganze Kniescheibe durchtrennt werden.



Durchtrennte Kniescheibe und freigelegtes vorderes Kreuzband.



Hinteres Kreuzband.



Unterschenkel, Menisken und Oberschenkel.

5. Literaturverzeichnis

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. (2004). *Bildungsplan für die Realschule*. Stuttgart: Neckar-Verlag.

De Gruyter, W. (Hrsg.)(2002). Pschyrembel – Klinisches Wörterbuch. Berlin: Walter de Gruyter GmbH&Co. KG.

6. Anhang – Arbeitsmaterialien

6.1. Präparationsanleitung

6.2. Arbeitsblatt Kniegelenk

6.3. Arbeitsblatt Kniegelenk Lösungen

Präparation eines Hühnerkniegelenks

Material: Hühnerschenkel, Präparationsbesteck

Durchführungszeit: 30 – 40 Minuten

Durchführung:

Voruntersuchung:

- Sucht am Hühnerschenkel das Kniegelenk.
- Bestimmt die Innen- und Außenseite des Hühnerschenkels.
- Legt den Hühnerschenkel auf ein Blatt Papier, umrahmt den Hühnerschenkel und skizziert kurz das Huhn, wie es ausgesehen haben könnte.

Präparation:

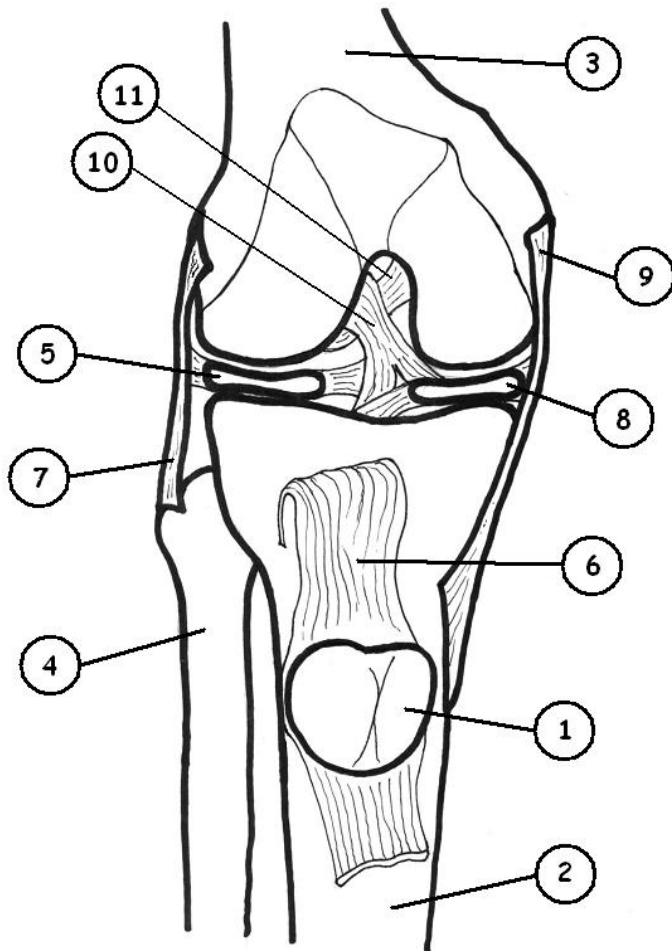
- Entfernt vorsichtig die Haut vom Hühnerschenkel.
- Entfernt nun **vorsichtig** alle Muskeln vom Knochen. Schneidet dabei nicht zu tief, damit keine Bänder des Kniegelenks zerschneiden werden.
- Entfernt möglichst alle Muskeln, damit man den Oberschenkel, Unterschenkel und das Kniegelenk identifizieren kann. Skizziert diese kurz auf eure Zeichnung.

Untersuchung des Kniegelenks:

- Sucht nun die Seitenbänder an der Außenseite des Gelenks, die Kreuzbänder und die Menisken zwischen Ober- und Unterschenkel.
- Bewegt nun vorsichtig das Gelenk und beobachtet die Bänder und Menisken. Notiert eure Beobachtungen.
- Durchtrennt nun die Seitenbänder. Wie verändert sich die Stabilität des Kniegelenks?
- Beobachtet nun genauer die Menisken. Wie liegen diese im Kniegelenk?
- Betrachtet noch einmal die genaue Lage der Kreuzbänder und die Passform von Ober- und Unterschenkel. Notiert die Beobachtungen (evtl. weitere Aufgabe A).
- Versucht danach die Sehnen zu zerreißen.

Weitere Aufgaben:

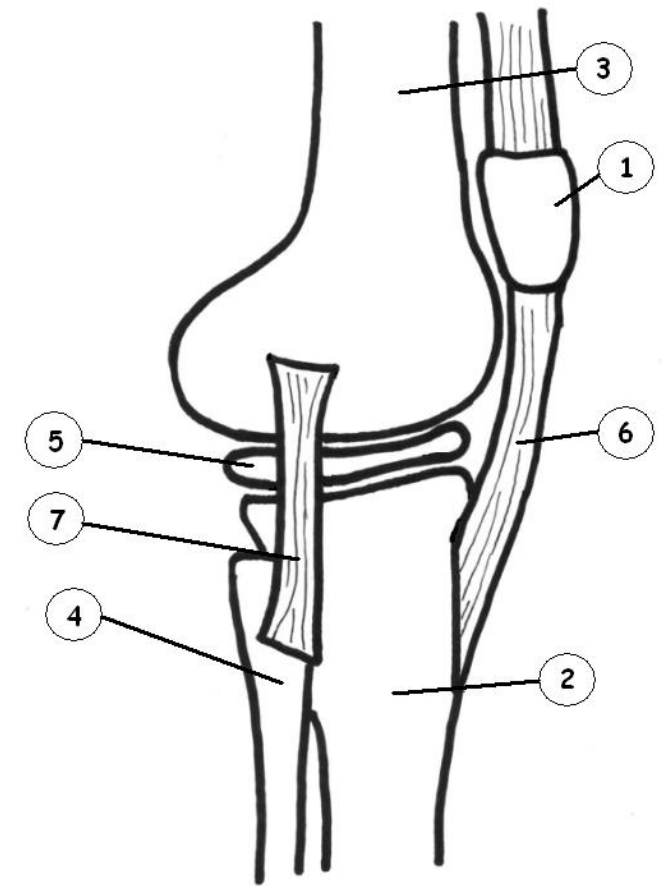
2. Welchem Gelenktyp kann man das Kniegelenk zuordnen. (Tipp: Modelle, Buch)
3. Vergleicht das menschliche Bein mit dem Hühnerbein. Nennt Gemeinsamkeiten und Unterschiede.
4. Wo haben Menschen noch solche Gelenktypen? Probiert es am eigenen Körper aus!



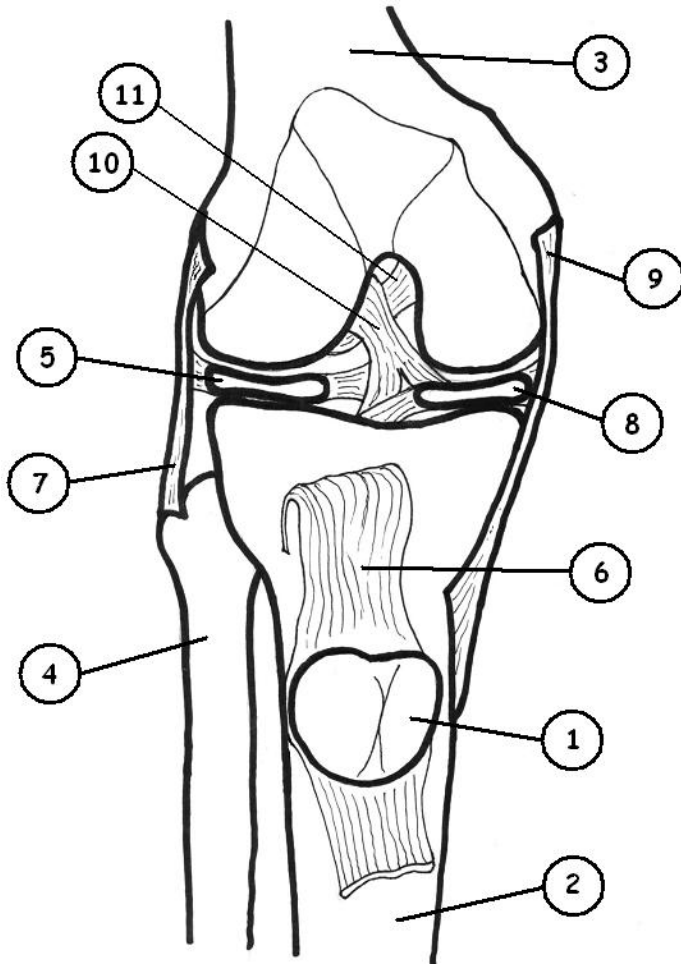
Ansicht 1: Kniegelenk frontal

Arbeitsblatt Kniegelenk:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____
11. _____

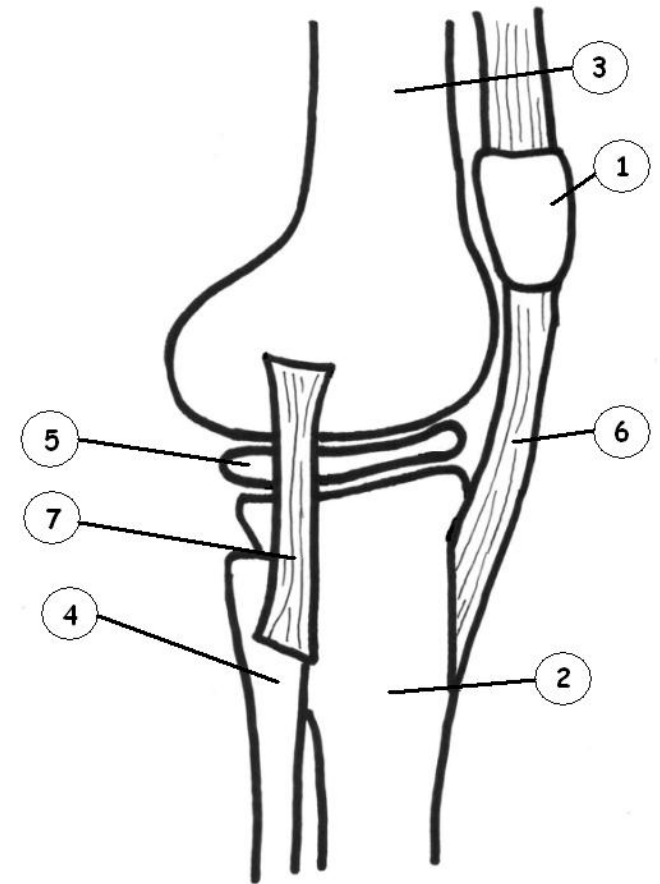


Ansicht 2: Kniegelenk seitlich



Lösungsblatt:

1. Kniescheibe (Patella)
2. Schienbein (Tibia)
3. Oberschenkel (Os femur)
4. Wadenbein (Fibula)
5. innerer Meniskus (laterale Meniscus)
6. Patellasehne (Ligamentum patellae)
7. inneres Band (Ligamentum collaterale fibulare)
8. äußerer Meniskus (medialer Meniscus)
9. äußeres Band (Ligamentum collaterale tibiale)
10. vorderes Kreuzband (Ligamentum cruciatum anterius)
11. hinteres Kreuzband (Ligamentum cruciatum posterius)



6.4. Röntgenbild Kniegelenk

