

## Motivation

Das menschliche Skelett umfasst mehr als 200 Knochen. Es bliebe starr und unbeweglich, wenn nicht **Gelenke** die grundlegenden Voraussetzungen für menschliche Bewegungen schaffen würden. Ohne sie wäre der Mensch nicht in der Lage selbst die einfachsten Bewegungen des täglichen Lebens auszuführen, Berufe auszuüben und Hobbys nachzugehen. Der auffälligste Teil des Skeletts ist seine zentrale Aufhängung, die **Wirbelsäule**. Sie ist charakteristisch und namensgebend für alle Wirbeltiere (Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel, Säugetiere) und ermöglicht uns Menschen den aufrechten Gang. Die Schülerinnen und Schüler haben in diesem Kapitel die Möglichkeit viel am eigenen Körper zu ertasten, zu beobachten und auszuprobieren (Einzel- oder Partnerarbeit), wie z. B. die Lage bestimmter Knochen oder die Funktion der Gelenke.

## Knochen

Knochen sind **lebende Organe** und werden durchblutet. Somit können sie wachsen und heilen, aber auch erkranken (z. B. Osteoporose, Knochenkrebs). Sie bestehen aus organischen Komponenten, v. a. **Kollagen** und eingelagertem **anorganischen Material**. Kollagen sorgt für die Elastizität der Knochen und Hydroxylapatit verleiht ihnen Festigkeit (Zug/Druck). Die größeren Knochen enthalten das z. T. aus Stammzellen bestehende **Knochenmark**, in dem sämtliche Blutzellen (rote Blutkörperchen/Erythrocyten, weiße Blutkörperchen/Leukocyten und Blutplättchen/Thrombocyten) des Körpers gebildet werden.

## Wirbelsäule

Die Wirbelsäule setzt sich zusammen aus **24 einzelnen Wirbeln** sowie **Kreuzbein** und **Steißbein**, die aus verwachsenen Wirbeln bestehen. Die ersten sieben Wirbel sind die Halswirbel: Der Atlas/Nicker ist der oberste Wirbel, direkt darunter befindet sich der Axis/Dreher – diese beiden Wirbel ermöglichen die Kopfbewegungen und weichen in ihrer Form stark ab. Es folgen zwölf Brustwirbel, an denen die zwölf Rippenpaare ansetzen, fünf Lendenwirbel, das Kreuzbein und schließlich das Steißbein (siehe Abb. 1). Alle Wirbelkörper sind hohl. In ihrem Inneren befindet sich das **Rückenmark**, das mit dem Gehirn zum **zentralen Nervensystem** (ZNS) gezählt wird. Hier muss man darauf achten, dass die Schüler es nicht mit dem Knochenmark verwechseln!

Zwischen den 24 freien Wirbeln (liegen nicht zwischen Schädel – Atlas – Dreher) befinden sich 23 **Bandscheiben**.

Sie machen ca. 25 % der Wirbelsäulenlänge aus. Bandscheiben bestehen aus einem weichen, wasserhaltigen Gallertkern, der von einem festen Faserring umgeben ist. Durch ihre Beschaffenheit und Lage verhindern sie wie ein Puffer das Aufeinanderstoßen der Wirbel und tragen zur **Flexibilität** der Wirbelsäule und zur **Stoßdämpfung** bei.

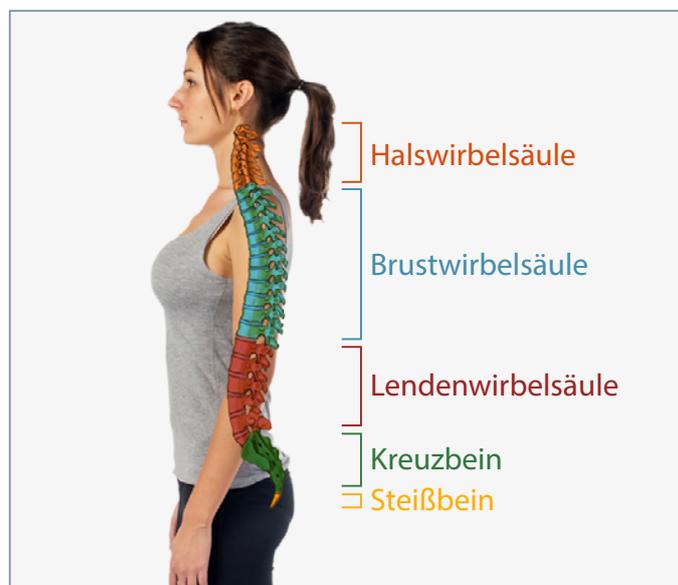


Abbildung 1: Einteilung der Wirbelsäule

Tagsüber führt die Belastung der Bandscheibe und damit Druck auf den Gallertkern zum Ausströmen von Flüssigkeit. Dadurch kann die Körpergröße um zwei bis drei Zentimeter abnehmen. In der Nacht nimmt der Gallertkern der Bandscheiben durch die Entlastung der Wirbelsäule wieder Flüssigkeit auf. Am nächsten Morgen ist man also wieder entsprechend größer. Diese **schwammartige Beschaffenheit** der Bandscheiben ermöglicht auch ihre Versorgung mit Nährstoffen.

## Krankheiten

Durch tägliche Beanspruchung nutzen sich die Wirbelkörper und die dazwischen liegenden Bandscheiben immer mehr ab. (Rücken-)Muskulatur, Körpergewicht sowie die Art und Weise unserer Bewegungen beeinflussen den Grad des Verschleißes, der sich bis zu einem **Bandscheibenvorfall** auswirken kann. Dabei geht durch einen ständig hohen Druck auf die Bandscheiben deren Fähigkeit zur Aufnahme von Nährstoffen verloren. Der Druck des Gallertkerns auf den äußeren Faserring verursacht dort zudem zunehmend Risse: Der Gallertkern kann schließlich den festen Faserring durchbrechen und auf die angrenzenden Nerven drücken. Jährlich sind in Deutschland etwa 800.000 Menschen zwischen 30 und 60 Jahren von einem Bandscheibenvorfall betroffen.

## Kapitel 2: Skelett und Gelenke

Nichtoperative Therapien wie Injektionen, Schmerztabletten, Krankengymnastik und Muskelentspannung helfen bei 10 % der Patienten nicht mehr weiter. Dann gibt es zwei übliche Operationsmöglichkeiten. Bei der „Versteifungsoperation“ wird die kranke Bandscheibe entfernt und der benachbarte Wirbel zur Schmerzlinderung fixiert. Dies führt aber auch zu einer dauerhaften Versteifung des Wirbelsäulenabschnitts und damit verbundenen Bewegungseinschränkungen. Immer häufiger wird deshalb operativ eine **künstliche Bandscheibe** eingesetzt. Deren Vorteile sind die variable Implantatgröße, die Erhaltung der Wirbelsäulenbeweglichkeit und die Linderung von Schmerzen. Bei der ca. zweistündigen Operation wird die alte Bandscheibe entfernt und in den Zwischenraum passgenau eine Bandscheiben-Prothese eingesetzt. Deren mobiler Kern imitiert den normalen Bewegungsumfang der Wirbel, sodass es dauerhaft keine Bewegungseinschränkungen gibt.

Hierzu kann auch der **Film: Künstliche Bandscheiben: neue Beweglichkeit ohne Schmerz** eingesetzt werden.

### (Echte) Gelenke

Gelenke ermöglichen die Bewegung, wo mindestens zwei Knochen aufeinander treffen. Sie erlauben je nach Gelenkform unterschiedliche Bewegungsrichtungen.

Ihre Merkmale sind:

- **Beweglichkeit**
- **passgenaue Verbindung** der Knochen über einen Gelenkkopf und eine Gelenkpfanne
- eine glatte, knorpelige Gleitschicht, die die Reibung reduziert, die als Stoßdämpfer dient und die so für einen **flüssigen Bewegungsablauf** sorgt
- ein Gelenkspalt, der die beiden Knochen voneinander trennt
- eine Gelenkkapsel um das Gelenk herum
- eine Gelenkschleimhaut als innere Gelenkkapselschicht
- Produktion von zäher Flüssigkeit in der Gelenkkapsel (Gelenkschmiere)
- **Muskeln und Bänder** zur Führung der Bewegung und als Halt für das Gelenk

### Gelenkformen

#### Sattelgelenk

Die beiden Gelenkteile sind fast gleichartig, sattelähnlich geformt und greifen versetzt ineinander. Das Sattelgelenk ermöglicht die Bewegung zur Seite sowie vorwärts und rückwärts.

Beispiel: Daumensattelgelenk



#### Radgelenk

Das Radgelenk ermöglicht eine Drehbewegung in einer Achse. Dabei ist der runde Knochen fixiert und die Gelenkpfanne dreht sich um diesen.

Beispiel: zweites Kopfgelenk



#### Scharniergelenk

Ein walzenförmiger Gelenkkopf liegt in einer rinnenförmigen Gelenkpfanne und ermöglicht Beugung und Streckung, also nur in eine Richtung wie bei einem Türscharnier.

Beispiele: Kniegelenk, Ellenbogengelenk



#### Kugelgelenk

Das Kugelgelenk ist das beweglichste Gelenk und hat einen kugelförmigen Gelenkkopf in einer passgenauen hohlen Gelenkpfanne. Es ermöglicht Bewegungen in alle Richtungen.

Beispiele: Schultergelenk, Hüftgelenk



### Gelenkerkrankungen

**Knorpelverschleiß** in den Gelenken (primäre **Arthrose**) ist ein natürlicher Alterungsprozess. Sind die Knorpel durch Verletzungen, Entzündungen, Fehl- oder Überbelastungen geschädigt, so spricht man von sekundärer Arthrose. In jedem Gelenk kann sich Arthrose bilden. Am häufigsten betroffen sind Wirbelsäule, Hüfte und Knie. Da ein Knorpelverschleiß sehr schmerzhaft sein kann, stellen sie eine deutliche Beeinträchtigung der Lebensqualität dar.

Zur Behebung dauerhafter Gelenkerkrankungen stellt die Medizintechnologie heute Implantate für viele Gelenke zur Verfügung (u. a. Hüftgelenk, Schultergelenk, Kniegelenk, Sprunggelenk). Mehr als 217.000 künstliche Hüftgelenke und 153.000 künstliche Kniegelenke werden jährlich implantiert (Stand: 2014).

## Didaktisch-methodische Hinweise

### 2.1 Bewegungsapparat

**Folie 1: Das Skelett** und die **interaktive Übung (IÜ) 1: Das Skelett** bilden die Basis für dieses Kapitel. Zur Verdeutlichung kann zusätzlich ein (lebensgroßes) Skelett-Modell verwendet werden. Die Kenntnis der wichtigsten Knochen im menschlichen Skelett ist eine wichtige Grundlage für die Bearbeitung des Themas Skelett und Gelenke.

**IÜ 2: Bau und Funktion des Bewegungsapparates** kann gut zum individuellen Lernen der Schülerinnen und Schüler eingesetzt werden, um das Zusammenspiel von Skelett und Muskeln zu verstehen. Auch wenn die Muskulatur selbst nicht Thema dieses Kapitels ist, müssen die Schülerinnen und Schüler begreifen, dass ein Körper immer als Einheit gesehen werden soll, da alle Organe und Organsysteme miteinander im Austausch und in Verbindung stehen und nur so der Körper als Ganzes funktionieren kann.

Falls die Bewegungsrichtungen der Gelenkart bekannt sind (**Arbeitsblatt (AB) 1: Knochen und Gelenke**), können die Schülerinnen und Schüler durch Ausprobieren am eigenen Körper leicht herausfinden, welche Gelenkart sich wo im Körper befinden und so **IÜ 3: Gelenke** bearbeiten. Als Partnerarbeit sollte die Übung in wenigen Minuten zu schaffen sein.

Die **IÜ 4: Gelenkerkrankungen** stellt die Schülerinnen und Schüler vor die Aufgabe sich Begrifflichkeiten genau anzuschauen, da viele Begriffe und Begriff-Zusammenstellungen sehr ähnlich sind. Exaktes Lesen und konzentriertes Arbeiten sind hier von Vorteil. Auch hier bietet sich eine Partnerarbeit an, bei der die genannten Bewegungen mit wechselnden Rollen pantomimisch durchgeführt werden, wobei genau darauf zu achten ist, welche Gelenke wesentliche Rollen spielen. Bei dieser Übung wird es etwas unruhig im Raum, da sich Aufstehen und Umhergehen der Schülerinnen und Schüler nicht vermeiden lässt.

**AB 2: Die Gelenke** und **AB 3: Gelenke und Muskeln** befassen sich ausgiebig mit dem Aufbau und der Funktionsweise von Gelenken sowie dem Zusammenspiel zwischen Knochen und Muskeln und möglichen Erkrankungen.

Die **IÜ 5: Hüftschäden** lässt sich problemlos in Stillarbeit (mit Kopfhörern für das Video) erledigen, da sämtliche Informationen im Material enthalten sind. In der Klasse diskutieren sollte man hier die Risikofaktoren und die Prophylaxe.

Im Anschluss an die Diskussion über Hüftschäden und ihre Risikofaktoren, bietet sich die Bearbeitung der **IÜ 6: Künstliches Hüftgelenk** an. Die Operation und das Einsetzen eines künstlichen Hüftgelenks gibt den Patienten schmerzfreie Beweglichkeit zurück. Spannend ist hier die Verwendung der verschiedenen Werkstoffe für das künstliche Hüftgelenk, die in der Übung gut zu erkennen sind. Ein kleiner Exkurs in die Bionik bietet sich zudem an.

Die **Folie 2: Gelenke und Gelenkersatz** liefert einen Überblick über vier Gelenkformen und den Gelenkersatz eines Hüftgelenks.

### 2.2 Wirbelsäule

Analog zur **IÜ 1** des Bewegungsapparats bildet die **IÜ 1: Aufbau der Wirbelsäule** die wichtigste Grundlage für das Kapitel, insbesondere die in der Info gezeigten Abschnitte der Wirbelsäule. Für die Beschriftung des Wirbelkörpers empfiehlt es sich ein Wirbelkörper-Modell mit den Schülerinnen und Schülern zu besprechen.

Das **AB 4: Die Wirbelsäule** stellt die Wichtigkeit der Wirbelsäule heraus und erklärt ihre besondere Form, die uns Menschen spezielle Eigenschaften gegenüber anderen Lebewesen verschafft.

Die **IÜ 2: Funktion der Bandscheiben** ist so konzipiert, dass jede Schülerin und jeder Schüler auf Anhieb die richtige Lösung (er)kennen sollte. Viel zeitaufwändiger ist das Umsetzen des Gelernten, also das richtige Stehen (und Sitzen) mit den Schülerinnen und Schülern zu üben. Bewährt hat sich – gerade in den jüngeren Klassen – die Kür eines „Sitz-Königs“ bzw. einer „Sitz-Königin“ in dieser und den Folgestunden. Je mehr sich die Schülerinnen und Schüler daran gewöhnen richtig zu stehen und zu sitzen, umso eher werden sie dieses Verhalten auch später beibehalten. Die Folgen von falscher Rückenbelastung sind im Info-Kasten „Bandscheibenvorfall“ eindeutig zu sehen.

Mit der **IÜ 3: Folgen für die Bandscheiben** und **Folie 3: Bandscheibenvorfall und künstliche Bandscheibe** wird das Gelernte über das richtige Sitzen und die Bandscheiben am konkreten Beispiel umgesetzt. Die Suche nach den korrekten Stellen sollte leicht gelingen. Haben Schülerinnen und Schüler Probleme damit, sollten sie sich den Info-Kasten zum Bandscheibenvorfall aus **IÜ 2** nochmals genau ansehen.

Das **AB 5: Die Bandscheiben** eignet sich als Ergebnis-sicherung oder zur Überprüfung des erlernten Wissens über die Bandscheiben, ihre Funktion und Erkrankungen.