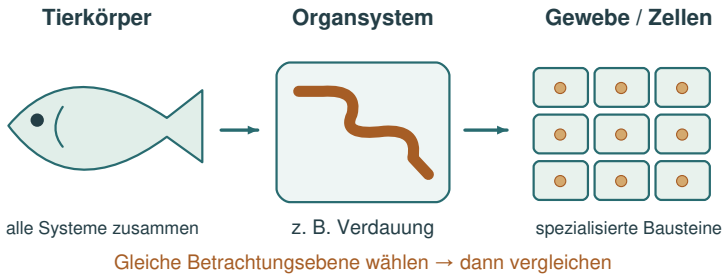
01 | WISSEN IM ZUSAMMENHANG

Vom ganzen Tier zu seinen Organsystemen

Eine Forelle schwimmt im Wasser, ein Insekt bewegt sich auf Beinen und oft auch mit Flügeln. Um ihren Körperbau zu verstehen, betrachten wir zuerst dieselben Aufgaben und vergleichen anschließend die Strukturen.



Drei Ebenen desselben Tieres: Körper, Organsysteme und Gewebe aus Zellen. Die Darstellung ordnet Zusammenhänge; sie zeigt keinen maßstabsgetreuen Körperquerschnitt.

1 · Organe arbeiten in Systemen zusammen

Ein **Organ** besteht aus mehreren Geweben und erfüllt bestimmte Aufgaben. Zusammengehörige Organe bilden ein **Organsystem**, etwa das Verdauungssystem. Alle Systeme versorgen dieselben Körperzellen und beeinflussen sich gegenseitig. Muskeln brauchen beispielsweise Energie, Baustoffe und eine Abstimmung ihrer Bewegung. Nahrung, Gasaustausch, Transport und Nervensystem greifen dabei zusammen. Beim Erkunden eines Tiermodells hilft es, zunächst ein System zu verfolgen und danach seine Verbindungen zu anderen Systemen zu suchen.

2 · Körperachsen schaffen Orientierung

Bei vielen Tieren lassen sich vorne und hinten, Rücken und Bauch sowie eine linke und rechte Seite unterscheiden. Ihre äußere Grundform ist **zweiseitig symmetrisch**: Eine gedachte Ebene teilt sie ungefähr in spiegelbildliche Hälften. Andere Tiere, etwa Seeanemonen, besitzen einen stärker strahlenförmigen Bau um eine Körperachse. Die Symmetrie beschreibt eine Grundordnung. Einzelne Organe können davon abweichen. Auch Lebensstadien einer Tierart können unterschiedlich aussehen.

3 · Wirbeltiere und wirbellose Gruppen

Zu den **Wirbeltieren** gehören etwa Fische, Amphibien, Vögel und Säugetiere. Ihr inneres Skelett umfasst eine Wirbelsäule und einen Schädel. Der Ausdruck **Wirbellose** fasst viele andere Tiergruppen zusammen, darunter Ringelwürmer, Weichtiere und Gliederfüßer. Sie haben sehr verschiedene Baupläne. Ein Regenwurm und eine Heuschrecke werden deshalb genauer über ihre jeweiligen Merkmale verglichen. Diese Sammelbezeichnung allein beschreibt noch keine enge Verwandtschaft und sagt wenig über die Leistungsfähigkeit eines Tieres aus.

Das gehört zusammen: Ein Bauplan beschreibt die Anordnung zusammenarbeitender Strukturen. Ein sinnvoller Vergleich untersucht gleiche Aufgaben auf derselben Organisationsebene.

Wähle unter „Tier erkunden“ zuerst ein Tier. Wechsle bei „Ebene“ zwischen Organsystemen und beschreibe, welche Organe gemeinsam eine Aufgabe erfüllen.

01 | ZUSAMMENHÄNGE VERTIEFEN

Ein Körper löst mehrere Aufgaben zugleich

Von der Nahrung zur Körperzelle

1. Nahrung im Darm
Große Nahrungsbestandteile werden zerlegt.

→

2. Aufnahme durch die Darmwand
Geeignete Bausteine gelangen in das innere Transportmilieu.

→

3. Verteilung im Körper
Transportwege verbinden Austauschflächen und Gewebe.

→

4. Nutzung in Zellen
Baustoffe und Energieversorgung ermöglichen die Zellarbeit.

Die Abfolge zeigt einen gemeinsamen Zusammenhang; Einzelheiten unterscheiden sich zwischen Tiergruppen.

Ein Tier muss Stoffe aufnehmen, Energie für Lebensvorgänge bereitstellen, innere Bedingungen erhalten und auf seine Umgebung reagieren. Diese Anforderungen gelten für sehr verschiedene Baupläne. Die beteiligten Organe sind aber nicht überall gleich. Bei größeren Tieren übernehmen spezialisierte Oberflächen den Austausch, während andere Systeme den Transport sichern. **Arbeitsteilung** bedeutet hier, dass verschiedene Zellen und Organe bestimmte Aufgaben besonders gut erfüllen. Dadurch entstehen Abhängigkeiten: Eine Muskelzelle kann sich bewegen helfen, benötigt aber Versorgung und Steuerung. Das Organ allein erklärt deshalb noch nicht die Leistung des ganzen Tieres.

Die Verbindung zwischen Körpergröße und Versorgung ist besonders wichtig. Wenn ein Körper größer wird, wächst sein inneres Volumen stärker als seine äußere Oberfläche. Viele innere Zellen liegen dann weit von der Umgebung entfernt. Allein über die äußere Körperfläche wäre der Austausch für zahlreiche größere Tiere zu langsam. Faltungen, Röhren und verzweigte Transportwege vergrößern nutzbare Flächen und verkürzen Wege. Der Darm ist beispielsweise eine innere Austauschfläche. Sein Inhalt befindet sich noch nicht im inneren Gewebe: Nährstoffbausteine müssen erst die Darmwand passieren. Darin liegt der Unterschied zwischen dem Aufnehmen einer Mahlzeit und der Versorgung einzelner Körperzellen.

Auch die **Ausscheidung** gehört zur Versorgung. Bei chemischen Reaktionen in Zellen entstehen Stoffwechselprodukte, die entfernt werden müssen. Unverdaute Nahrungsreste zu beseitigen ist eine andere Aufgabe. Der vollständige Bauplan verbindet deshalb Aufnahme, Verarbeitung, Transport, Nutzung und Abgabe. Keine einzelne Darstellungsebene zeigt alle diese Beziehungen auf einmal.

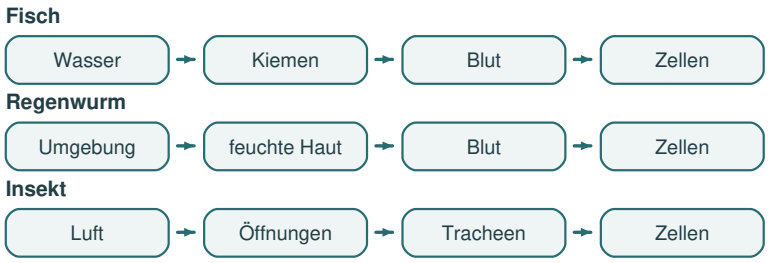
Fressen ist noch keine Zellversorgung
Eine Forelle hat ein Beutetier verschluckt. Die Nahrung liegt zunächst im Verdauungskanal. Erst nach Aufschluss und Aufnahme können geeignete Bausteine ihre Muskelzellen erreichen. Für das Schwimmen müssen gleichzeitig Sauerstoffversorgung und Nervensteuerung funktionieren. Die Verdauung ist somit ein Teil einer gemeinsamen Körperleistung.

Genau unterscheiden
Häufige Verwechslung: Jedes Organ arbeitet unabhängig für sich.
So stimmt es: Organe teilen Aufgaben auf, benötigen aber die Leistungen anderer Systeme. Muskelarbeit setzt zum Beispiel Versorgung, Stoffabgabe und abgestimmte Signale voraus.

02 | WISSEN IM ZUSAMMENHANG

Nahrung und Sauerstoff erreichen die Zellen

Aktive Zellen benötigen eine fortlaufende Versorgung. Der Weg aus der Umwelt zu einer Muskelzelle kann je nach Tier sehr verschieden aussehen. Entscheidend sind Austauschflächen und Transportwege.



Drei Wege des Sauerstoffs, stark vereinfacht: beim Fisch über Kiemen und Blut, beim Regenwurm über Haut und Blut, beim Insekt über Tracheen nahe an die Zellen.

4 · Verdauung bereitet Stoffe für die Aufnahme vor

Tiere nehmen organische Nahrung auf. Bei der **Verdauung** werden größere Bestandteile mechanisch zerkleinert und chemisch in aufnehmbare Bausteine zerlegt. Viele Tiere besitzen einen Verdauungskanal mit Mund, verschiedenen Abschnitten und After. Die Wand bestimmter Abschnitte nimmt Stoffe in den Körper auf. Andere Tiere haben einen Verdauungsraum mit einer gemeinsamen Öffnung. Welche Abschnitte stark ausgebildet sind, hängt unter anderem von der Nahrung und ihrer Verarbeitung ab.

5 · Große dünne Flächen erleichtern Gasaustausch

Beim **Gasaustausch** gelangt Sauerstoff über feuchte, dünne Oberflächen in den Körper; Kohlenstoffdioxid kann ihn verlassen. Kiemen bieten Fischen große Austauschflächen im Wasser. Regenwürmer tauschen Gase über ihre feuchte Haut aus. Insekten besitzen **Tracheen**, verzweigte Röhren, die Luft nahe an die Körperzellen führen. Lungen verlagern große Austauschflächen in den Körper. Der Lebensraum, die Körpergröße und der Sauerstoffbedarf passen zur jeweiligen Lösung.

6 · Kreisläufe verteilen Stoffe

In einem **geschlossenen Kreislauf** bleibt das Blut innerhalb von Gefäßen. Feinste Gefäße ermöglichen den Austausch mit umliegendem Gewebe. In einem **offenen Kreislauf** gelangt die Körperflüssigkeit aus Gefäßen in Körperräume und umspült Organe. Beide Bauweisen verteilen Stoffe. Bei Insekten übernimmt das Tracheensystem den größten Teil des Sauerstofftransports; ihre Kreislaufflüssigkeit transportiert vor allem andere Stoffe. Darum müssen Atmung und Kreislauf für jedes Tier gemeinsam betrachtet werden.

Das gehört zusammen: Versorgung braucht Aufnahmeflächen und passende Wege ins Körperinnere. Verdauung, Gasaustausch und Kreislauf ergänzen sich je nach Bauplan auf unterschiedliche Weise.

Öffne „Baupläne vergleichen“. Wähle Bachforelle und Heuschrecke und untersuche nacheinander die Ebenen für Atmung und Kreislauf.

02 | ZUSAMMENHÄNGE VERTIEFEN

Austauschfläche und Transportweg gemeinsam erklären

Drei Wege des Sauerstoffs

Forelle
Wasser → Kiemen → Blut → Körperzellen.

Heuschrecke
Luft → Atemöffnungen → Tracheen → Körperzellen.

Regenwurm
Umgebung → feuchte Haut → Blut → Körperzellen.

Die Wege zeigen den Hauptzusammenhang des Sauerstofftransports. Gegenläufig wird Kohlenstoffdioxid abgegeben.

Beim Gasaustausch bewegen sich Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid durch dünne, feuchte Grenzen. Ein Unterschied zwischen beiden Seiten ermöglicht einen gerichteten **Nettoaustausch**: Insgesamt gelangen mehr Teilchen in die eine als in die andere Richtung. Große Flächen, kurze Wege und die Erneuerung des umgebenden Wassers oder der Luft begünstigen diesen Austausch. Kiemenblättchen und Lungenflächen erfüllen diese Anforderungen mit unterschiedlichen Bauformen. Die Stoffe werden dabei nicht in Energie umgewandelt. Sauerstoff wird für bestimmte chemische Vorgänge in Zellen benötigt, bei denen nutzbare Energie aus organischen Stoffen bereitgestellt wird.

Bei der Forelle nimmt das Blut an den Kiemen Sauerstoff auf und verteilt ihn anschließend im Körper. Das Herz treibt den Blutstrom an. Im vollständigen Umlauf passiert das Blut einmal das Herz. Bei Insekten führen verzweigte **Tracheen** Luft bis nahe an die versorgten Zellen. Die Kreislaufflüssigkeit ist dort normalerweise nicht der wichtigste Weg für Sauerstoff. Deshalb wäre die Aussage „Jedes Tier transportiert Sauerstoff im Blut“ falsch. Ein offener Kreislauf ist auch keine offene Wunde: Die Körperflüssigkeit zirkuliert im Körper und umspült Organe.

Bei Landtieren muss eine Austauschfläche zusätzlich vor Austrocknung geschützt werden. Nach innen verlagerte Lungen oder Tracheen erleichtern diesen Schutz. Beim Regenwurm bleibt die feuchte Haut als Austauschfläche erhalten. Das erklärt, warum die Lebensbedingungen eines Tieres mit seinem Körperbau zusammenpassen. Dieselbe Grundaufgabe kann durch unterschiedliche Kombinationen von Oberfläche, Belüftung und Transport gelöst werden.

Warum feuchte Haut wichtig ist
Ein Regenwurm nimmt Sauerstoff über seine feuchte Haut auf. Trocknet die Austauschfläche stark aus, wird diese Versorgung erschwert. Eine Forelle löst dieselbe Aufgabe über Kiemen im Wasser, eine Heuschrecke über Luftwege im Körper. Die Frage „Wo lebt das Tier?“ hilft, die Bauweise zu erklären.

Genau unterscheiden
Häufige Verwechslung: Ein offener Kreislauf bedeutet, dass Blut aus dem Tier herausfließt.
So stimmt es: Offen beschreibt den Weg innerhalb des Körpers: Die Kreislaufflüssigkeit verlässt Gefäße und umspült Organe in Körperräumen. Sie bleibt Teil des inneren Transportsystems.

03 | WISSEN IM ZUSAMMENHANG

Stützen, bewegen und auf die Umwelt reagieren

Ein Körper muss seine Form erhalten und Kräfte übertragen. Bei Bewegung verändern Muskeln ihre Länge. Eine tragende Struktur und ein koordinierendes Nervensystem machen daraus eine gerichtete Handlung.



Grundprinzipien der Körperstütze: Innenskelett, Außenskelett und flüssigkeitsgestützter Körperraum. Stark vereinfachte Querschnittsschemata ohne Maßstab.

7 · Drei Grundarten der Körperstütze

Ein **Innenskelett** stützt den Körper von innen, beispielsweise bei Wirbeltieren. Ein **Außenskelett** umgibt den Körper, etwa die feste Hülle von Gliederfüßern. Beim Wachsen wird diese Hülle durch Häutung erneuert. Ein **Hydroskelett** nutzt den Druck einer Flüssigkeit in einem begrenzten Körperraum. Die Körperwandmuskeln eines Regenwurms verändern die Form dieser Räume. Jede Bauweise verbindet Stütze, Schutz und Bewegung auf ihre eigene Art.

8 · Muskeln und Nervensystem wirken zusammen

Muskeln erzeugen beim Zusammenziehen Zugkräfte. Sie bewegen Skelettteile gegeneinander oder verändern die Körperform. Beim Regenwurm arbeiten Ring- und Längsmuskeln abwechselnd; Borsten unterstützen den Halt im Untergrund. Bei Gliederfüßern bewegen Muskeln die gegliederten Beine. Sinneszellen erfassen Veränderungen der Umwelt. Ein **Nervensystem** verarbeitet Signale und beeinflusst die Muskelaktivität. So können Körperbau, Wahrnehmung und Handlung im passenden Moment zusammenwirken.

9 · Baupläne erklären und Grenzen erkennen

Eine stromlinienförmige Gestalt kann den Widerstand beim Schwimmen verringern. Ähnliche Lebensbedingungen können bei verschiedenen Tiergruppen ähnliche Formen begünstigen. Zur Beurteilung von Verwandtschaft gehören deshalb zusätzliche Merkmale, etwa der innere Aufbau und Erbinformation. Ein Werkstattmodell zeigt ausgewählte Organe in einer Übersicht. Echte Strukturen liegen räumlich übereinander und verändern sich mit Alter, Art und Zustand. Eine gute Erklärung verbindet Beobachtung, Funktion und Lebensraum und benennt die Vereinfachung.

Das gehört zusammen: Stützstruktur, Muskelzug und Nervensignale ermöglichen Bewegung. Der passende Bauplan erschließt sich aus der Zusammenarbeit seiner Systeme im Lebensraum.

Fachbücher und Quellen stehen auf Seite 7. Die Onlinefassung verlinkt außerdem die passenden Lehrbuchkapitel.

03 | ZUSAMMENHÄNGE VERTIEFEN

Kräfte brauchen einen Gegenhalt

Drei Formen des Gegenhalts

Innenskelett
Muskeln ziehen an inneren Skelettteilen; Gelenke erlauben Bewegung.

Außenskelett
Muskeln setzen innen an der festen gegliederten Körperhülle an.

Hydroskelett
Muskeln verändern die Form flüssigkeitsgefüllter Körperräume.

Die Gegenüberstellung erklärt, woran Kräfte angreifen. Sie ordnet Tiere nicht nach einer Wertigkeit.

Ein Muskel kann Zug erzeugen, wenn er sich verkürzt. Damit daraus eine gerichtete Bewegung entsteht, braucht er einen **Gegenhalt**. Bei einem Wirbeltier können Muskeln an Knochen ziehen und diese an Gelenken gegeneinander bewegen. Bei einer Heuschrecke setzen Muskeln innen am Außenskelett an. Beim Regenwurm wirkt der Zug auf die Wand flüssigkeitsgefüllter Körperräume. Die Flüssigkeit lässt sich nur wenig zusammendrücken. Wird ein Abschnitt dünner, wird er länger; wird er kürzer, wird er dicker. So ersetzt das Hydroskelett keine Knochen durch Luft, sondern nutzt den Druck einer Flüssigkeit.

Die Stützsysteme bringen unterschiedliche Möglichkeiten und Grenzen mit. Ein Innenskelett wächst mit dem Tier. Die feste äußere Hülle eines Gliederfüßers schützt gut, muss beim Wachstum aber regelmäßig erneuert werden. Nach einer Häutung ist die neue Hülle zunächst weicher; Schutz und Bewegungsbedingungen verändern sich vorübergehend. Ein Hydroskelett ermöglicht flexible Formänderungen, benötigt aber eine weitgehend geschlossene Körperwand und passende Muskelarbeit. Keine dieser Bauweisen ist grundsätzlich „höher“ oder „besser“. Entscheidend ist, wie sie die Anforderungen der jeweiligen Lebensweise erfüllt.

Zur Bewegung gehört auch die **Koordination**. Sinneszellen liefern Informationen über Hindernisse und Untergrund. Nervensignale stimmen die Muskelaktivität aufeinander ab. Ein Regenwurm verlängert nicht alle Abschnitte gleichzeitig, sondern verändert sie geordnet und findet mit seinen Borsten Halt. Körperstütze, Muskelzug, Bodenkontakt und Steuerung ergeben erst gemeinsam die Fortbewegung.

Ein Wurm wird länger und dünner
Wenn Ringmuskeln einen Regenwurmabschnitt verengen, kann dessen flüssigkeitsgefüllter Raum nicht einfach zusammengedrückt werden. Der Abschnitt verlängert sich. Verkürzen sich anschließend Längsmuskeln, wird er kürzer und dicker. Geordnete Formänderungen und Halt am Boden ermöglichen das Vorwärtskommen.

Genau unterscheiden
Häufige Verwechslung: Ohne Knochen können Tiere keinen stabilen Körper haben. **So stimmt es:** Auch eine feste Außenhülle oder unter Druck stehende Flüssigkeit kann Halt geben. Entscheidend sind Aufbau, Muskelansatz und die passende Art der Bewegung.

Wissen anwenden und weiterdenken

Drei ergänzende Entdeckeraufträge. Erkläre deine Beobachtungen mit den Zusammenhängen aus dem Wissenstext.

1 · Tier erkunden

Ausprobieren: Wähle „Bachforelle“. Wechsle unter „Ebene“ zwischen „Verdauung“, „Kreislauf“ und „Nervensystem“ und tippe jeweils eine Struktur an.

Beobachten: Welche Teilaufgabe erfüllt jede ausgewählte Struktur für das Schwimmen und die Versorgung?

Erklären: Warum reicht ein funktionierender Darm allein nicht aus, um die Muskelzellen zu versorgen?

Modellgrenze: Die Seitenprojektion legt Organe verschiedener Tiefen übereinander; sie ist kein maßstäblicher Schnitt durch einen echten Körper.

2 · Baupläne vergleichen

Ausprobieren: Wähle „Bachforelle“ und als „Vergleichstier“ die „Heuschrecke“. Vergleiche erst die Ebene „Atmung“, danach „Kreislauf“.

Beobachten: Bei welchem Tier verbindet der Kreislauf die Austauschfläche mit dem übrigen Körper? Welches führt Luft durch Röhren ins Gewebe?

Erklären: Warum lässt sich die Rolle des Kreislaufs erst zusammen mit dem Atmungssystem richtig erklären?

Modellgrenze: Dargestellt sind ausgewählte Tierbeispiele; Sonderfälle anderer Arten und genaue Strömungsverhältnisse bleiben außerhalb des Modells.

3 · Baupläne vergleichen

Ausprobieren: Vergleiche auf der Ebene „Stütze & Bewegung“ zuerst „Regenwurm“ und „Heuschrecke“, anschließend ein Wirbeltier. Verringere bei Bedarf die „Körperhülle“.

Beobachten: Welcher Gegenhalt ist erkennbar, und wo können Muskeln Kräfte übertragen?

Erklären: Welche Chancen und Grenzen besitzt jede Stützform beim Bewegen und Wachsen?

Modellgrenze: Das Modell zeigt die Bauformen, berechnet aber keine Muskelkräfte und führt keine echte Häutung vor.

Interaktive Werkstatt öffnen →

Fachliche Quellen und weiterführende Literatur

Biology 2e