

Vom „Innenleben“ der Lebewesen

Schon auf den ersten Blick kannst du sehen, dass Honigbienen und Hausmäuse ganz unterschiedliche Tiere sind. Bei beiden Tierarten sind jedoch die „Kennzeichen der Lebewesen“ (z. B. Bewegung, Reizbarkeit, Stoffwechsel, Fortpflanzung) zu finden — sonst wären sie ja keine Lebewesen! Bienen und Mäuse sind beide aus Zellen aufgebaut und durchlaufen während ihres Lebens eine Entwicklung. Wenn du dir die inneren Strukturen der beiden Tierarten anschaut, wirst du ebenfalls Ähnlichkeiten feststellen: Sie haben beide ein Skelett und Muskeln, die nach dem Gegenspielerprinzip arbeiten. Beide Tierarten haben einen Blutkreislauf und Atemorgane, die den lebensnotwendigen Sauerstoff im Körper verteilen sowie ein Nervensystem, das den Körper durchzieht.



Kennzeichen der Lebewesen	Organe/Strukturen der Honigbiene	Organe/Strukturen der Hausmaus
Stoffwechsel _____ _____ _____	_____ _____ _____	_____ _____ _____
Reizbarkeit _____ _____ _____	_____ _____ _____	_____ _____ _____
Fortpflanzung _____ _____ _____	_____ _____ _____	_____ _____ _____
Bewegung _____ _____ _____	_____ _____ _____	_____ _____ _____

- 1 Ordne den Begriffen in Spalte 1 stichwortartige Beschreibungen zu. Nenne weitere Kennzeichen der Lebewesen.

- 2 Nenne mithilfe deines Schulbuchs in Spalte 2 und 3 die Organe/Strukturen der Honigbiene und entsprechend die der Hausmaus, die für das jeweilige Kennzeichen der Lebewesen charakteristisch sind.

ARBEITSBLATT

Vom „Innenleben“ der Lebewesen

Lösungen

- 1 Stoffwechsel:** Stoffe (Nahrung, Atemgase) werden aus der Umwelt aufgenommen, verarbeitet und die Reste ausgeschieden.
Reizbarkeit: Informationen werden aus der Umwelt aufgenommen, verarbeitet, und es wird darauf reagiert.
Fortpflanzung: neue Nachkommen werden erzeugt.
Bewegung: Ortswechsel werden vorgenommen: Nahrungssuche, Feindabwehr, Partnersuche
 Weitere Kennzeichen der Lebewesen: Wachstum und Entwicklung, Aufbau aus Zellen.
- 2 Organe/Strukturen der Honigbiene:**
Stoffwechsel:
 Magen, Darm, Tracheen (dünne Röhren, die zu den inneren Organen führen, dort Sauerstoffaufnahme und Kohlenstoffdioxidabgabe, Pumpbewegungen des Hinterleibs führen zum Gasaustausch), Herz (Röhrenherz und zusätzliche Herzen z. B. an den Beinen, offener Blutkreislauf); Ausscheidungsorgan.
Reizbarkeit:
 Nervenzellen, Gehirn, Bauchmark (zwei dicke Nervenstränge auf der Bauchseite gelegen, Strickleiternnervensystem).
Fortpflanzung:
 Fortpflanzungsorgane (länglich, im Hinterleib, enden unter dem Stachelapparat).
Bewegung:
 Außenskelett mit starren und biegsamen Elementen; Gelenke, Beine, Flügel (Muskulatur im Inneren, setzt am Skelett an).
- Organe/Strukturen der Hausmaus:**
Stoffwechsel:
 Magen, Dickdarm, Dünndarm (länger als beim Insekt), Nieren, Leber, Milz, Lunge (Lungenflügel, mehrere Lappen), Herz (vierkammerig, geschlossener Blutkreislauf).
Reizbarkeit:
 Mehrteiliges Gehirn, Rückenmark in der Wirbelsäule, sensorische und motorische Nerven im ganzen Körper (Nervensystem).
Fortpflanzung:
 Hoden, Eierstöcke, Gebärmutter, äußere Geschlechtsorgane.
Bewegung:
 Innenskelett (aus Knochen mit Sehnen, Muskeln), Beine.

Differenzierende Aufgaben

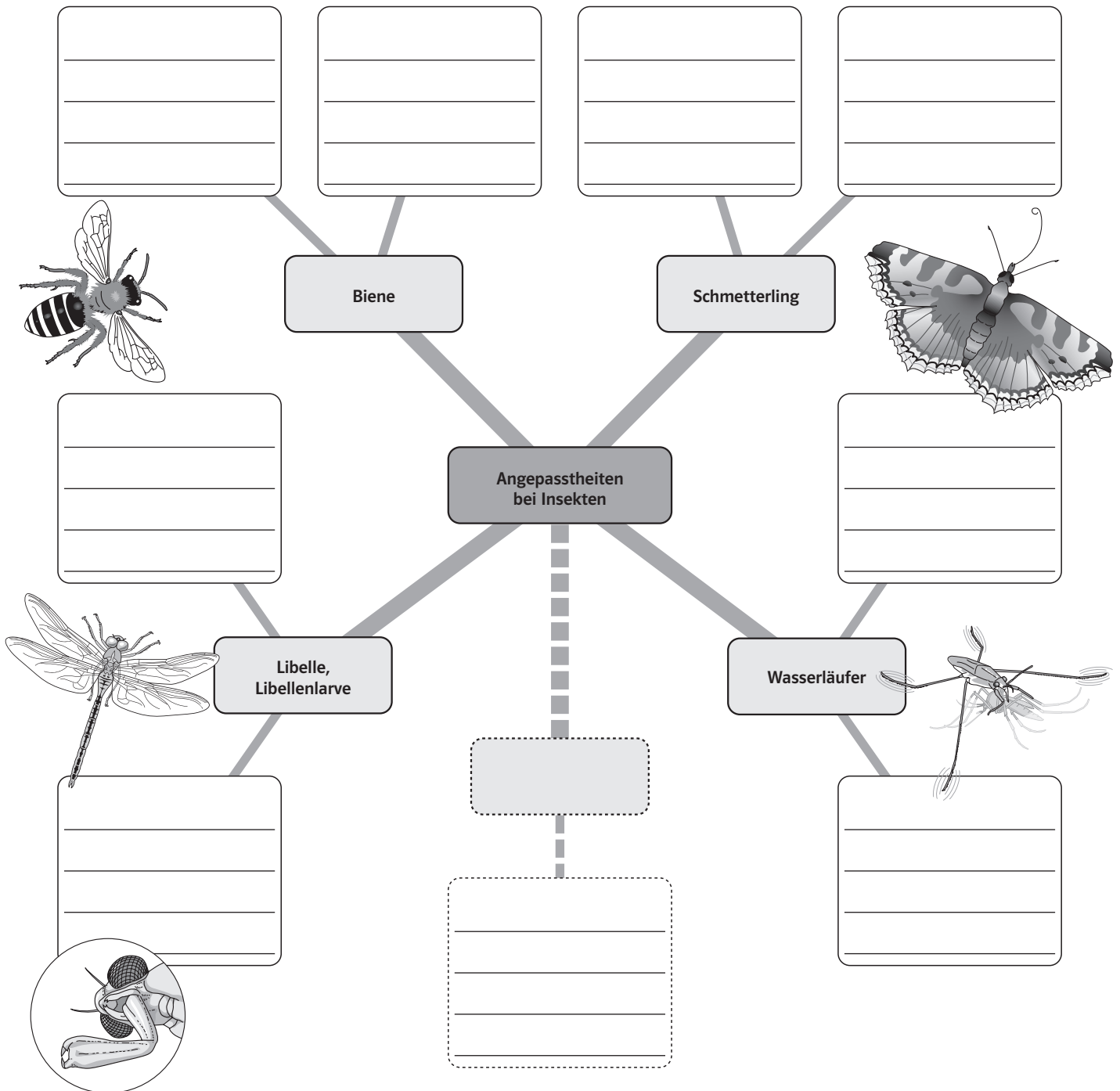
- Bei diesem Arbeitsblatt gibt es verschiedene Möglichkeiten der Differenzierung:
- Geben Sie die Begriffe der „Kennzeichen der Lebewesen“ auf dem Arbeitsblatt den Schülerinnen und Schülern nicht vor, sondern lassen sie sie selbst finden.
 - Sie können im Vorfeld mit den Schülerinnen und Schülern besprechen, was man z. B. unter Stoffwechsel versteht.
 - Sie können zur Vereinfachung bei der Aufgabe 2 die zu nennenden Organe bzw. folgende Begriffe vorgeben: Außenskelett, Innenskelett, offener Blutkreislauf, geschlossener Blutkreislauf, Lungenatmung, Tracheenatmung, Rückenmark, Bauchmark.
(Anmerkung: Die differenzierenden Aufgaben (1 und 3) finden Sie auf den Differenzierenden Arbeitsblättern (s. Daten auf DVD, Lehrerband S. 38).)
 - Lassen Sie nur die Ausprägungen (Größe, Lage, Form) der Organe und Strukturen bei der Honigbiene erarbeiten, und schneiden Sie die rechte Spalte zur Hausmaus weg bzw. besprechen Sie diese nur mündlich oder lassen diese Spalte nur einzelne Schülerinnen und Schüler mit schnellem Lerntempo bearbeiten.
 - Sie können den Vergleich zur Maus im Rahmen der Besprechung der Seiten 64/65 des Schülerbuchs wieder aufgreifen oder z. B. als Recherchehausaufgabe aufgeben.

Kompetenzerwerb

- Kompetenzbereich „Schwerpunkt Fachwissen“:** Die Schülerinnen und Schüler können Kenntnisse zum inneren Aufbau von Insekten wiedergeben und mit Konzepten verknüpfen.
Basiskonzept „Struktur und Funktion“: Durch das genaue Kennenlernen der inneren Strukturen von Insekten, auch im Vergleich zu einem Säugetier, kann der Zusammenhang zur Funktion der Organe und zu den Kennzeichen der Lebewesen hergestellt werden.

Angepasstheiten bei Insekten

Wenn du im Frühling an einem See oder auf einer Wiese spazieren gehst, tummeln sich dort nicht nur Menschen, Hunde, Enten oder Fische — wenn du genau hinschaust, entdeckst du auch eine Vielzahl unterschiedlicher Insekten.



- 1 Informiere dich und ergänze die Mind-Map, indem du in jedem ganzrandigen Feld jeweils eine Anpasstheit (Körperstruktur und Funktion) des genannten Insekts an seine Lebensweise nennst.
- 2 Ergänze ein weiteres Insekt mit einer seiner Anpasstheiten in die gestrichelten Felder.
- 3 Informiere dich und erläutere am Beispiel der Libelle, wie die Larve und wie das erwachsene Tier an ihre Lebensweisen und an ihre jeweiligen Lebensräume angepasst sind. Notiere deine Ergebnisse ins Heft.

ARBEITSBLATT

Angepasstheiten bei Insekten

Lösungen

- 1 Biene, z. B.:
 - Sammelbein zum Abbürsten des Pollens und Sammeln in der Pollentasche
 - Saugend-leckende Mundwerkzeuge zum Saugen und Auflecken von Flüssigkeiten
- Schmetterling, z. B.:
 - breite Flügel mit Schuppen zum Fliegen, zur Tarnung (oft Außenseite) und zur Abschreckung (z. B. von Vögeln: „Augen“ beim Pfauenauge)
 - langer Rüssel für die Nektaraufnahme aus tiefen Kronröhren von „Schmetterlingsblumen“
- Libelle, z. B.:
 - große Augen für die Jagd (u. a. bei Flugjägern)
 - direkte Flugmuskulatur für wendige Flugmanöver
 - Fangkorb der Beine für gefangene Insekten
 - länglicher Körper zur Flugstabilisierung
- Libellenlarve, z. B.:
 - bräunliche Färbung zur Tarnung
 - Fangmaske zum Beutefang
- Wasserläufer, z. B.:
 - kurze Vorderbeine zum Ergreifen der Beute
 - Saugrüssel zur Nahrungsaufnahme
 - Härchen auf den Tarsen fungieren als Vibrationsorgan
 - Haare auf dem Körper wirken „wasserabstoßend“
 - Leichtbauweise und dünne Beine, um sich auf der Oberflächenspannung des Wassers zu halten.
- 2 Individuelle Lösung, z. B. Laus mit Klammerbein oder anderes Beispiel aus dem Schülerbuch S. 56/57.
- 3 Der Lebensraum und die Lebensweise von Libellen und ihren Larven unterscheiden sich stark. Die Libellenlarve ist an das Leben unter Wasser angepasst. Sie besitzt z. B. Kiemen zum Atmen (3 Tracheenkiemen bei Kleinlibellen, Rektalkiemen bei Großlibellen), ist farblich getarnt und ein geschickter Räuber aufgrund der vorschnellenden Fangmaske. Das Larvenstadium dauert länger als das Leben einer Libelle als Imago. Die ausgewachsene Libelle hat den Luftraum erobert und fängt als Flug- oder Ansitzjäger kleinere Insekten. Sie ist sehr gut an ihre Lebensweise angepasst: z. B. durch ihre genau steuerbaren Flügel, ihren windschnittigen Körper und ihre großen Augen.

Praktische Tipps

Einsetzbarkeit des Arbeitsblatts

Das Arbeitsblatt kann innerhalb des Unterrichtsgangs im Rahmen der Erarbeitungs- oder Vertiefungsphase eingesetzt werden.

Differenzierende Aufgabe

Die Schülerinnen und Schüler können die vorgegebene Struktur der Mind-Map ausschneiden und auf eine Heftdoppelseite kleben, sodass nicht nur ein Insekt (Aufgabe 2), sondern noch einige weitere Insekten ergänzt werden können.

Kompetenzerwerb

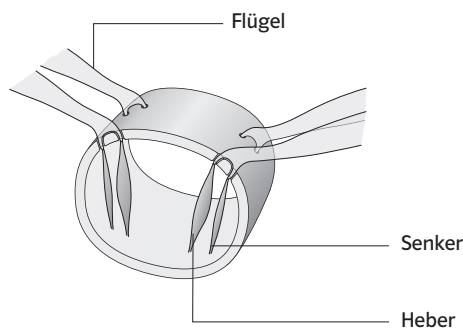
Kompetenzbereich „Schwerpunkt Fachwissen“: Die Schülerinnen und Schüler können Kenntnisse über die Angepasstheiten der Insekten wiedergeben und mit Konzepten verknüpfen.
Basiskonzepte „Struktur und Funktion“ sowie „Variabilität und Angepasstheit“: Die Schülerinnen und Schüler stellen den Zusammenhang zwischen der Ausprägung der einzelnen Körperstrukturen und ihrer jeweiligen Funktion her. Sie erkennen die Variabilität und Angepasstheit der verschiedenen Insekten an ihren Lebensraum und ihre Lebensweise.

Insekten können fliegen

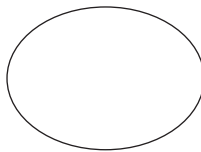
An einem Teichufer sind dir sicherlich schon einmal wendige Libellen aufgefallen, die in der Luft stehen oder ähnlich wie kleine Hubschrauber durch die Luft fliegen. Schwebfliegen können in der Luft ebenfalls auf einer Stelle fliegen wie Libellen, jedoch wirkt der Libellenflug insgesamt anders. Neben der Flügelgröße, -beschaffenheit und -form ist auch die Art der Flugmuskulatur für das charakteristische Flugverhalten eines Insekts verantwortlich. Man unterscheidet bei den verschiedenen Insektenarten die direkte und die indirekte Flugmuskulatur.

Die direkte Flugmuskulatur

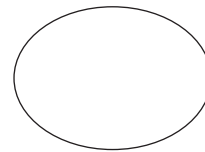
A Querschnitt Insekt mit Grundstellung der Flügel



B Flügelbewegung nach oben

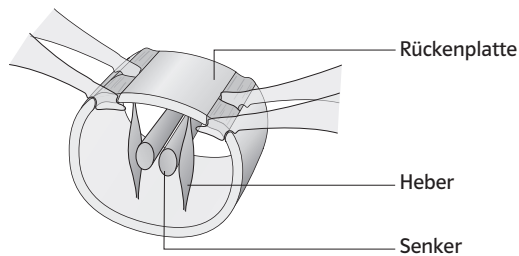


C Flügelbewegung nach unten

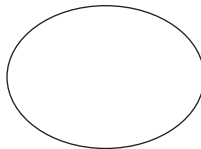


Die indirekte Flugmuskulatur

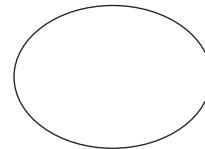
D Querschnitt Insekt mit Grundstellung der Flügel



E Flügelbewegung nach oben



F Flügelbewegung nach unten



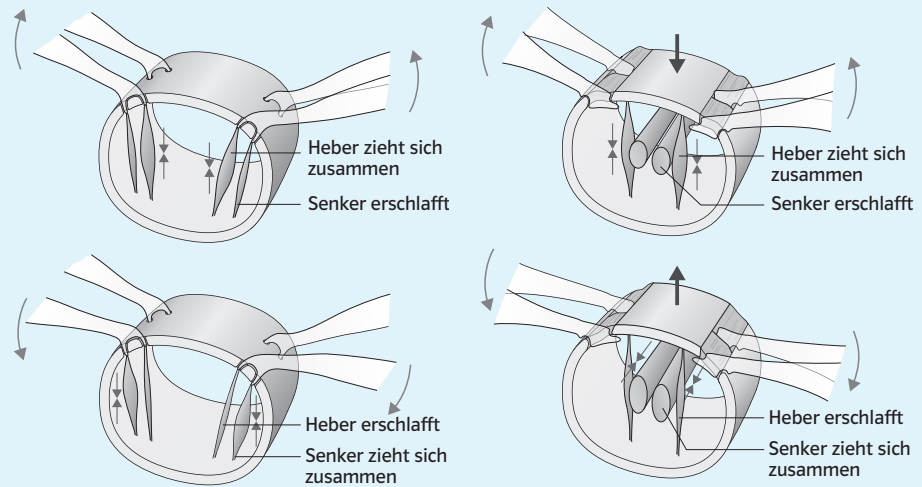
- 1 Überlege, wie sich die verschiedenen Flügelbewegungen (B, C, E, F) grafisch darstellen lassen. Übernimm dazu die Strukturen aus den dargestellten Querschnitten der Flügelgrundstellungen (A, D) und zeichne diese Strukturen entsprechend verändert bei B, C, E und F ein. Zeichne mit roten Pfeilen auch die Bewegungen der Flügel und (wo vorhanden) der Rückenplatte, sowie die Kontraktion der Muskeln ein.
- 2 Beschreibe mithilfe der Abbildungen B, C, E und F, wie die direkte Flugmuskulatur und wie die indirekte Flugmuskulatur zur Bewegung der Flügel nach oben und nach unten führt. Notiere deine Ergebnisse ins Heft.

ARBEITSBLATT

Insekten können fliegen

Lösungen

1 Individuelle Zeichnung, s. auch Schülerbuch S. 60/61, Abbildungen 2 und 4.



1 Fliegen mit direkter Flugmuskulatur

2 Fliegen mit indirekter Flugmuskulatur

- 2 Bei der direkten Flugmuskulatur setzen die Muskeln direkt an den einzelnen Flügelgelenken an. Zieht sich der innen gelegene Heber zusammen und erschlafft gleichzeitig der außen gelegene Senker, so hebt sich der Flügel. Erschlafft hingegen der Heber und der Senker zieht sich zusammen, so senkt sich der Flügel. (Der Insektenkörper ändert sich von der Form her nicht.)
 Bei der indirekten Flugmuskulatur gibt es Muskeln (Senker), die den Brustkorb in Längsrichtung durchziehen und andere Muskeln (Heber), die Rücken- und Bauchplatte der Brust miteinander verbinden. So können die Flügel durch die Muskeln nicht direkt bewegt werden, sondern die Flügel werden über die Bewegung der Rückenplatte nach oben oder unten bewegt, indem sich die Heber zusammenziehen oder dehnen. Beim Zusammenziehen der Heber wird die Rückenplatte Richtung Bauch bewegt und die Flügel heben sich. Ziehen sich die Senker zusammen und die Heber erschlaffen, bewegt sich die Rückenplatte nach oben und die Flügel bewegen sich nach unten (s. auch Lösung Aufgabe 4, Schülerbuch S. 61).

Praktische Tipps

Das Gegenspielerprinzip

Sie können als Hilfe die bildliche Darstellung des Gegenspielerprinzips beim menschlichen Arm (s. Lehrband S. 71) ausgeben mit dem Hinweis, dass das Prinzip, das Zusammenspiel aus Zusammenziehen und Entspannen eines Hebers und Senkers, bei den Insekten ebenfalls verwirklicht ist.

Zusatzaufgabe

Erkläre, weshalb Libellen in der Lage sind, sehr plötzlich in schnellem Flug die Richtung zu ändern.

Lösung: Libellen haben vier häutige Flügel, die unabhängig voneinander bewegt werden können. Dadurch sind sehr komplizierte Flugmanöver möglich.

Kompetenzerwerb

Kompetenzbereich „Schwerpunkt Fachwissen“: Die Schülerinnen und Schüler können Kenntnisse wiedergeben und mit Konzepten verknüpfen.

Basiskonzept „Struktur und Funktion“: Die Schülerinnen und Schüler lernen anhand des Aufbaus des Insektenkörpers (Gelenkansatzstellen, Muskelverläufe) die auf dem Gegenspielerprinzip basierende Funktionsweise der direkten und indirekten Flugmuskulatur bei Insekten kennen.

Der Stoffkreislauf des Waldes

Du hast bereits gelernt, dass es in einem Ökosystem Produzenten, Konsumenten und Destruenten gibt. Wenn zum Beispiel eine Maus von einem Waldkauz gefressen wird, dann gehört das zum Kreislauf des Lebens. In so einem Kreislauf gibt es keine „Abfallprodukte“. Produzenten, Konsumenten und Destruenten sorgen gemeinsam dafür, dass die Biomasse ständig wiederverwertet wird.

Damit diese Zusammenhänge im Ökosystem Wald deutlich werden, sollte Andreas als Hausaufgabe einen Text über den „Stoffkreislauf im Wald“ schreiben. Leider hat er in diesem Text 10 Fehler gemacht.

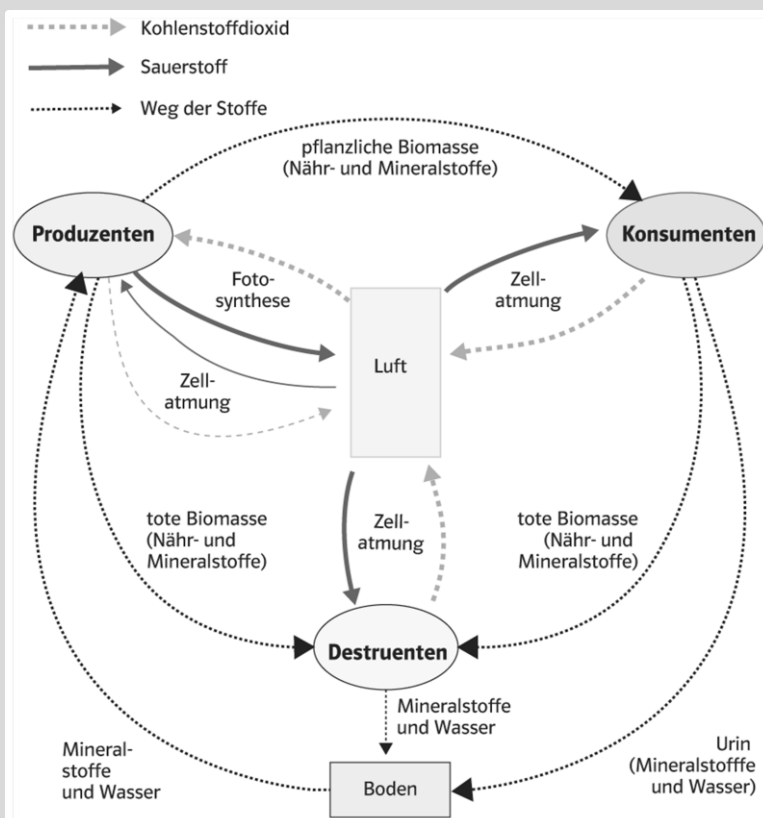
Der Stoffkreislauf des Waldes

Alle Pflanzen im Wald, wie Bäume, Sträucher oder Kräuter, erzeugen mithilfe der Sonnenenergie aus Glucose, Wasser und Mineralstoffen große Mengen an organischen Stoffen. Das sind Holz, Blätter, Nadeln oder Früchte. Dadurch wird der größte Teil des Kohlenstoffdioxids durch die Zellatmung als Biomasse gebunden. Durch die Fotosynthese wird ein kleiner Teil an Sauerstoff nachts von den Pflanzen wieder ausgeatmet und so der Luft wieder zugeführt. Von den Pflanzen ernähren sich die Konsumenten 1. Ordnung, wie z. B. Mäuse oder Buntspechte. Pflanzenfresser dienen den Konsumenten 1. Ordnung (z. B. Waldkauz, Fuchs) als Nahrungsquelle.

So nehmen sie das organische Material auf, das sie zum Überleben brauchen. Die organischen Reste, wie z. B. Kot oder tote Tiere/Pflanzen, werden von den Produzenten zersetzt.

Einige organische Substanzen werden von Bakterien und Pilzen zu anorganischen Verbindungen wie Mineralstoffe und Stärke abgebaut, die für die Produzenten zur Fotosynthese wichtig sind. Nur Destruenten und Produzenten atmen Kohlenstoffdioxid wieder aus.

Damit schließt sich der Stoffkreislauf. In einem funktionierenden Ökosystem geht manchmal ein Stoff verloren.



1 Andreas' Hausaufgabe zum „Kreislauf der Stoffe“

- 1 Lies dir Andreas' Text gut durch und markiere alle Fehler, die du findest.
- 2 Korrigiere die Fehler mithilfe der Abbildung und schreibe den korrigierten Text in dein Heft.

ARBEITSBLATT

Der Stoffkreislauf des Waldes

Lösungen

1 und 2 Alle Pflanzen im Wald, wie Bäume, Sträucher oder Kräuter, erzeugen mithilfe der Sonnenenergie aus Kohlenstoffdioxid, Wasser und Nährstoffen große Mengen an organischen Stoffen. Das sind Holz, Blätter, Nadeln oder Früchte. Dadurch wird der größte Teil des Kohlenstoffdioxids durch die **Fotosynthese** als Biomasse gebunden. Durch die **Zellatmung** wird ein kleiner Teil an Kohlenstoffdioxid nachts von den Pflanzen wieder ausgeatmet und so der Luft wieder zugeführt. Von den Pflanzen ernähren sich die Konsumenten 1. Ordnung, wie z. B. Mäuse oder **Insekten**. Pflanzenfresser dienen den Konsumenten 2. Ordnung (z. B. Waldkauz, Fuchs) als Nahrungsquelle. So nehmen sie das organische Material auf, das sie zum Überleben brauchen. Die organischen Reste, wie z. B. Kot oder tote Tiere/Pflanzen, werden von den **Destruenten** zersetzt. Einige organische Substanzen werden von Bakterien und Pilzen zu anorganischen Verbindungen wie Mineralstoffe und **Wasser** abgebaut, die für die Produzenten zur Fotosynthese wichtig sind. Destruenten, Produzenten und **Konsumenten** atmen Kohlenstoffdioxid wieder aus. Damit schließt sich der Stoffkreislauf. In einem funktionierenden Ökosystem geht **kein** Stoff verloren.

Praktische Tipps

Zum Arbeitsblatt

Das Arbeitsblatt „Der Stoffkreislauf des Waldes“ (s. Lehrband S. 31) kann gut in Partnerarbeit bearbeitet werden. So können die Partner die gefundenen Fehler vergleichen. Zur Sicherung der Lösungsergebnisse sollten Sie das Arbeitsblatt auf Folie ziehen und die Fehler markieren.

Zusatzinformation

Stoffkreisläufe

- Kohlenstoff-Sauerstoffkreislauf und Energiefluss sind gekoppelt über die Fotosynthese und Zellatmung; beide Kreisläufe gehen über Atmosphäre, Gewässer und Festland.
- Der Stickstoffkreislauf beginnt mit der Fixierung des atmosphärischen Stickstoffs; daran ist eine Vielzahl von Bodenbakterien beteiligt.
- Durch intensive Bewirtschaftung wird der Stickstoffkreislauf in zweierlei Weise beeinflusst: Bestimmte Bereiche werden stickstoffarm durch die Abfuhr großer Biomassebeträge bei der Ernte und ihre Remineralisierung durch die Destruenten an anderen Orten. Damit wird dann eine intensive N-Düngung der Agrarflächen erforderlich — wodurch wieder z. B. über den Wasserkreislauf viel Stickstoff in Bereiche gelangt, wo er eigentlich nicht benötigt wird (Kunstdünger führt zur Nährstoffübersättigung in Gewässern).
- Der Phosphorkreislauf hat kein Reservoir in der Atmosphäre, sondern folgt vom Festland ins Meer dem Wasserkreislauf. Wichtige Reservoirs sind Gesteine und natürliche Phosphatvorkommen. Ein Teil wird im Nährstoffkreislauf weitergegeben. Hieraus ergibt sich auch ein geringer Teil der Phosphatgewinnung durch Guano-Abbau. Phosphor gelangt nach Erosion, Auswaschung oder Sedimentation schnell in biologisch nicht weiter zu nutzende Meeressedimente. Ein lokaler Vorrat kann rasch erschöpft sein. Das unlösliche Phosphat muss dann über die marinen Nahrungsketten (zuletzt durch Fisch fressende Vögel) wieder emporgebracht werden.
- Die Eingriffsmöglichkeiten des Menschen sind in einem Ablagerungskreislauf vielfältig (Guano-gewinnung, Phosphatanreicherung in Gewässern über Düngung und Waschmittel). Ablagerungskreisläufe gibt es auch für Eisen, Calcium, Kalium und Magnesium.
- Der Schwefelkreislauf ist ein kombinierter Kreislauf mit einer Sediment- und einer Gasphase. An ihm sind in großem Umfang Mikroorganismen beteiligt. Erhebliche menschliche Eingriffe erfolgen über die Verbrennung fossiler Energieträger und über den Eintrag schwefelhaltiger, gasförmiger und flüssiger Substanzen aus den Kohlebergwerken.

Zusatzaufgabe

Die Schülerinnen und Schüler können sich eigene Darstellungsformen des Stoffkreislaufs in einer Gruppenarbeitsphase überlegen und, mit Abbildungsbeispielen aus der Tier- und Pflanzenwelt versehen, auf Plakaten darstellen.

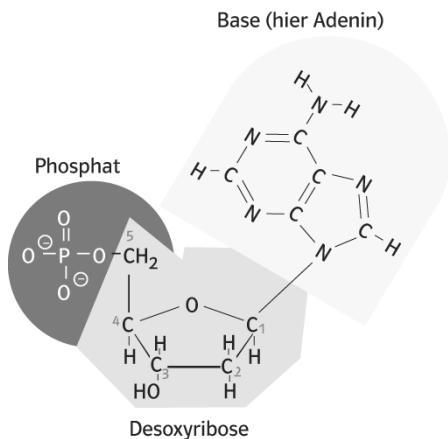
Aufbau und Struktur der DNA

Die Desoxyribonucleinsäure (DNA) zählt zu den Nucleinsäuren. Sie besteht aus miteinander verbundenen Bausteinen, den Nucleotiden. Jedes Nucleotid besitzt drei Bestandteile: eine Phosphatgruppe, ein Zuckermolekül (die Desoxyribose) und eine der vier stickstoffhaltigen Basen Adenin (A), Guanin (G), Thymin (T) oder Cytosin (C).

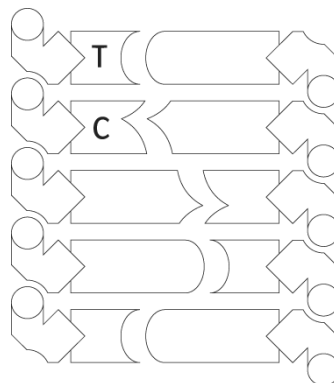
Nach dem Modell von Watson und Crick gleicht der Aufbau der DNA dem einer Leiter. Diese wird von zwei Ketten mit unzähligen Nucleotiden gebildet. Die Holme bestehen aus der Abfolge der Desoxyribose und der Phosphatgruppe der einzelnen Nucleotide. Sie bilden sozusagen das Rückgrat der DNA. Die Sprossen der „DNA-Leiter“ werden von je einer Base der beiden Nucleotidketten gebildet, die so ein Basenpaar bilden und über Wasserstoffbrücken

verbunden sind. Aufgrund der chemischen Struktur paaren immer Adenin und Thymin sowie Cytosin und Guanin miteinander. Durch diese Basenpaarung sind die beiden Nucleotidketten zueinander komplementär, d. h. gegenläufig gleich. Die Base eines jeden Nucleotids ist über die Desoxyribose mit den Holmen der „DNA-Leiter“ verbunden.

Nach dem „Prinzip der komplementären Basenpaarungen“ bestimmt die Reihenfolge der Basen in der einen Kette die Abfolge der Basen in der zweiten Kette. Die „DNA-Leiter“ windet sich schraubenförmig um eine gemeinsame, gedachte Achse. So entsteht die bekannte Doppelhelix-Struktur. Eine vollständige Drehung wird nach 10 Basen bzw. 3,4 nm erreicht. Der Abstand der Phosphate von der Achse beträgt 1 nm.



1 Aufbau eines Nucleotids



2 Aufbau eines Nucleotids

	Adenin	Cytosin	Guanin	Thymin
Mensch (Milz/Leber)	29,9 / 30,3	20,1 / 19,9	19,6 / 19,6	29,8 / 29,3
Rind (Thymus/Spermien)	28,2 / 28,7	21,2 / 20,7	21,5 / 22,2	27,8 / 27,8
Weizenkeim	26,9	23,1	23,5	26,6
Grünalge	20,2	30,2	30,6	19,8

3 Experimentelle Befunde von Chargaff zur prozentualen Häufigkeit der Basen bei verschiedenen Organismen (1950)

- 1 Erkläre, welche Schlüsse Watson und Crick aus den Untersuchungsergebnissen von Chargaff ziehen konnten, indem du diese auswertest (Abb. 3).
- 2 Nutze die Erkenntnisse aus den Untersuchungsergebnissen von Chargaff, um den DNA-Doppelstrang (Abb. 2) mit den Anfangsbuchstaben seiner Bestandteile (A = Adenin, C = Cytosin, G = Guanin, T = Thymin, Z = Zucker, P = Phosphatgruppe) zu beschriften.
- 3 Erstelle nun eine eigene Basensequenz aus mindestens 12 Basen (indem du nur die Anfangsbuchstaben der Basen nennst: z. B. AAT) und lasse einen Mitschüler oder eine Mitschülerin den dazu komplementären DNA-Strang bilden.

Basensequenz: _____

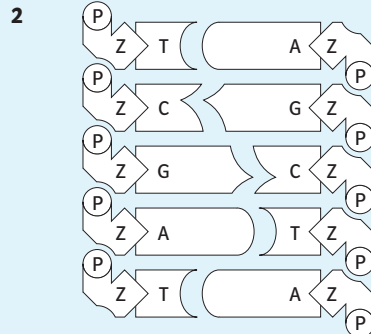
Komplementärer Strang: _____

ARBEITSBLATT

Aufbau und Struktur der DNA

Lösungen

1 Beobachtung: In der DNA jeder untersuchten Art ist die prozentuale Häufigkeit der Adeninbasen ungefähr gleich der Häufigkeit der Thyminbasen, und Guanin ist etwa so häufig wie Cytosin. Außerdem variiert das Mengenverhältnis von Art zu Art. Deutung durch WATSON und CRICK: Die Adeninbasen paaren sich mit den Thyminbasen und die Guaninbasen mit den Cytosinbasen und bilden so die Sprossen der DNA-Leiter.



3 individuelle Lösung:
z.B. AATTGCGATCCGT und TTAACGCTAGGCA

Praktische Tipps

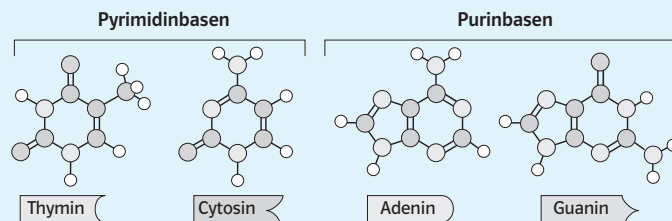
Geben Sie Ihren Schülerinnen und Schülern folgende Eselsbrücken, damit sie sich die Struktur der DNA besser merken können:

- Basen mit eckigen Buchstaben gehören zusammen: **A + T**
- Basen mit runden Buchstaben gehören zusammen: **C + G**
- Thymin und Adenin haben zusammen 12 Buchstaben und werden durch zwei Wasserstoffbrücken verbunden (außerdem ist das Z für zwei auch ein eckiger Buchstabe). Guanin und Cytosin haben zusammen 13 Buchstaben und werden durch drei Wasserstoffbrücken verbunden (außerdem ist das D für drei auch ein runder Buchstabe).

Zusatzinformation

Zur Struktur der DNA

Jedes DNA-Nucleotid enthält eine Phosphatgruppe und eine Desoxyribose, variiert aber in den Basen A, G, C oder T. Innerhalb der Basen unterscheidet man Pyrimidinbasen und Purinbasen. Die Pyrimidine Cytosin und Thymin bestehen aus einem Kohlenstoff-Stickstoff-Ring, die Purine Adenin und Guanin aus jeweils zwei Kohlenstoff-Stickstoff-Ringen.



Zwischen Adenin und Thymin bilden sich zwei Wasserstoffbrücken aus; Cytosin und Guanin sind über drei Wasserstoffbrücken miteinander verknüpft. (Eselsbrücke: Pyrimidinbasen haben ein „y“ im Namen.)

Die Phosphatgruppe eines Nucleotids ist mit dem 3'-Kohlenstoff des Desoxyribosemoleküls des nächsten Nucleotids verbunden. So entsteht eine wechselnde Abfolge von Desoxyribose, Phosphat, Desoxyribose, Phosphat usw. mit einer bestimmten Richtung.

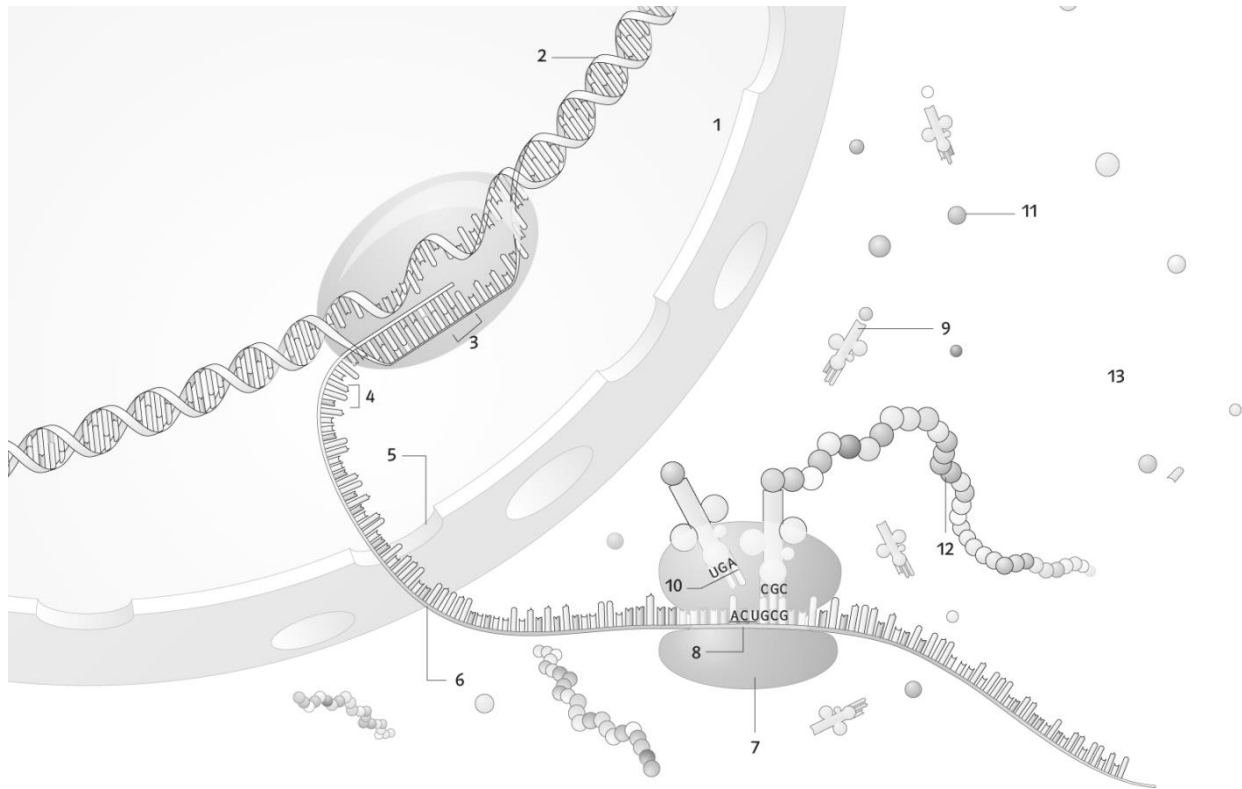
Am 3'-Ende der DNA-Kette liegt eine freie Hydroxyl-Gruppe (OH-Gruppe), am 5'-Ende eine freie Phosphat-Gruppe, die beide nicht mit einem anderen Nucleotid verbunden sind.

Basensequenzen werden immer in 5'–3'-Richtung geschrieben: TCGA bedeutet also, dass die freie 5'-Phosphat-Gruppe zum Desoxythymidin und die freie 3'-OH-Gruppe zum Desoxyadenosin gehört.

Von der DNA zum Protein

Damit aus der DNA ein Protein entsteht, das dann als Enzym- oder Strukturprotein für die Ausbildung der Merkmale eines Lebewesens sorgt, sind zwei

aufeinanderfolgende Vorgänge nötig: die Transkription, die im Zellkern stattfindet, und die Translation an den Ribosomen im Zellplasma.



1 Vorgänge bei der Transkription und Translation

- | | |
|---------|----------|
| 1 _____ | 8 _____ |
| 2 _____ | 9 _____ |
| 3 _____ | 10 _____ |
| 4 _____ | 11 _____ |
| 5 _____ | 12 _____ |
| 6 _____ | 13 _____ |
| 7 _____ | |

- 1 Informiere dich und ordne den Zahlen aus der Abbildung (1 bis 13) die entsprechenden Fachbegriffe zu: Aminosäuren, Aminosäurekette, Anticodon, Basentriplett auf der DNA (Codogen), Basentriplett auf der m-RNA (Codon), DNA, Kernpore, m-RNA, Ribosom, t-RNA, Zellkern, Zellplasma.
- 2 Erläutere mithilfe der Abbildung in deinem Heft die Entstehung einer Aminosäurekette (eines Proteins) aus der Basensequenz der DNA.
- 3 Erkläre in deinem Heft die Begriffe „Transkription“ und „Translation“.

ARBEITSBLATT

Von der DNA zum Protein

Lösungen

- | | |
|---|--|
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Zellkern 2 DNA 3 Basentriplett auf der DNA (Codogen) 4 Basentriplett auf der m-RNA (Codon) 5 Kernpore 6 m-RNA 7 Ribosom | <ul style="list-style-type: none"> 8 Codon 9 t-RNA 10 Anticodon 11 Aminosäure 12 Aminosäurekette 13 Zellplasma |
|---|--|
- 2** Zunächst werden die beiden DNA-Stränge voneinander getrennt. Nun lagern sich m-RNA-Nucleotide an den Einzelstrang an und es entsteht eine fertige m-RNA (Boten-RNA). Die m-RNA verlässt den Zellkern durch eine der Kernporen. Im Zellplasma lagert sich die m-RNA an ein Ribosom an. Im Zellplasma befinden sich t-RNA-Moleküle, die unterschiedliche Aminosäuren tragen und ein bestimmtes Basentriplett, das Anticodon, besitzen. Nacheinander lagert sich jeweils ein t-RNA-Molekül mit einem passenden Anticodon an das Codon der m-RNA an. Die Aminosäure der t-RNA wird gelöst und an die nachfolgende t-RNA gebunden. So entsteht eine lange Aminosäurekette (ein Protein).
- 3** Bei der Transkription wird ein DNA-Abschnitt in einen m-RNA-Abschnitt umgeschrieben. Bei der Translation wird die Information aus der Sequenz bzw. der Basentriplets des m-RNA-Abschnittes mithilfe der t-RNA in eine Proteinsequenz übersetzt.

Zusatzaufgabe

Lassen Sie Ihre Schülerinnen und Schüler Transkription und Translation tabellarisch vergleichen. Eventuell können Sie die Aufgabe auch auf die Replikation ausdehnen.

	Transkription	Translation	Replikation
Bau und Eigenschaften der Syntheseprodukte	RNA-Einzelstrang eines begrenzten Bereiches (m-RNA), enthält Ribose und Uracil	Aminosäurekette	DNA-Doppelstrang (komplett) enthält Desoxyribose und Thymin
Ort	Zellkern	Ribosom im Zellplasma	Zellkern
Ziel	Erstellen einer Genkopie zur Proteinbiosynthese	Erstellen einer Aminosäurekette	identische Verdopplung des Erbmateri- als
Syntheserichtung	5'—3'	—	5'—3'
Ableserichtung	3'—5'	5'—3'	3'—5'

Differenzierende Aufgabe

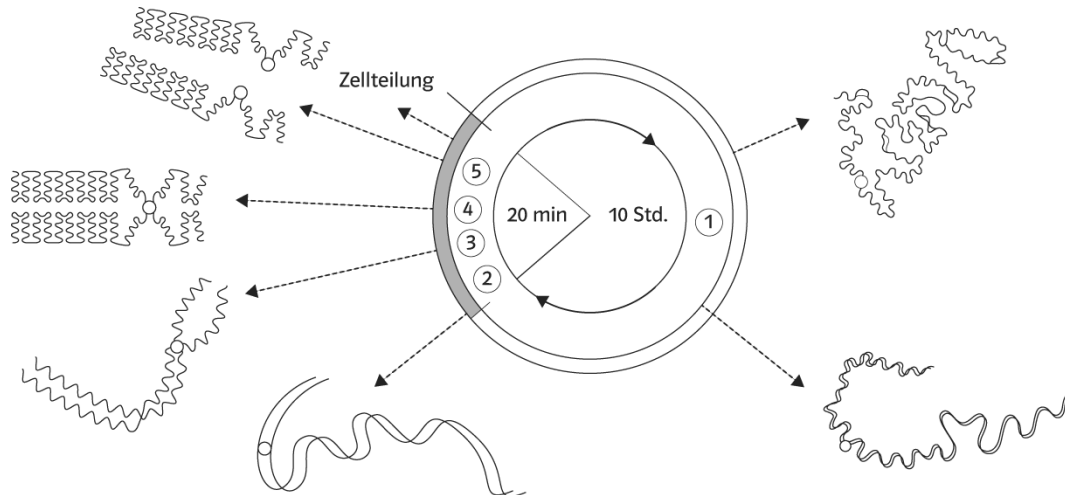
Die differenzierende Aufgabe 1 zum Arbeitsblatt finden Sie unter „Differenzierendes Arbeitsblatt“ (s. Daten auf DVD, Lehrerband S. 218).

Praktische Tipps

Eine Eselsbrücke zur Syntheserichtung von DNA und RNA:
 Von fünf nach drei wächst neue DNA und RNA herbei.

Der Zellzyklus

Wenn ein Lebewesen wächst oder sein Körper eine Verletzung reparieren muss, dann müssen sich seine Zellen auch teilen. Bei der Kernteilung, die Mitose genannt wird, ist es wichtig, dass jede Tochterzelle mit dem kompletten genetischen Material ausgestattet wird. Daher wird es vor jeder Zellteilung am Ende der sogenannten Interphase verdoppelt. Anschließend läuft die Mitose mit ihren vier Phasen ab und dann beginnt wiederum die Interphase, in der die Zellen auf die Größe der Mutterzelle heranwachsen, bevor es zu einer erneuten Teilung kommt.



Phase	Beschreibung	Abbildung
1	Telophase: In dieser Phase werden zwei Kernhüllen gebildet und es kommt zur Teilung des Cytoplasmas (Cytokinese). Außerdem beginnen sich die Einzelchromosomen zu entspiralisieren.	
2	Anaphase: Nun werden die beiden Chromatiden eines Doppelchromosoms am Centromer getrennt. Je ein Einzelchromosom wird zu einem Zellpol gezogen.	
3	Prophase: Die Doppelchromosomen verdichten sich (kondensieren) und werden als Chromosomen sichtbar. Der Spindelapparat bildet sich aus.	
4	Interphase: Dies ist der Abschnitt zwischen zwei Mitosen. Hier findet das Wachstum der Zelle und anschließend die Verdopplung der Erbsubstanz statt.	
5	Metaphase: Hier ordnen sich die Doppelchromosomen in der Äquatorialebene an und die Spindelfasern nehmen Kontakt zu den Centromeren auf.	

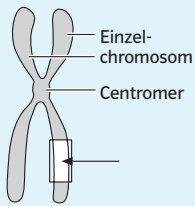
- 1 Benenne die Phasen 1–5 des Zellzyklus, indem du sie mit den richtigen Beschreibungen verbindest.
- 2 Ordne anschließend auch die passenden Bilder den Phasen und Beschreibungen zu.
- 3 Begründe, dass die genaue Verteilung der Einzelchromosomen auf beide Zellen so wichtig ist.

ARBEITSBLATT

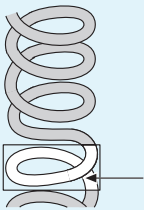
Der Zellzyklus

Lösungen

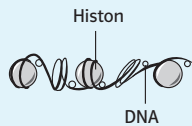
Chromosom in der Metaphase



2 Einzelchromosomen bilden ein Chromosom



Der Chromatinfaden bildet Schleifenstrukturen



Der DNA-Faden ist zur Stabilisierung um Histone gewickelt.

1 und 2

Phase	Beschreibung	Abbildung
1	Telophase: In dieser Phase werden zwei Kernhüllen gebildet und es kommt zur Teilung des Cytoplasmas (Cytokinese). Außerdem beginnen sich die Einzelchromosomen zu entspiralisieren.	
2	Anaphase: Nun werden die beiden Chromatiden eines Doppelchromosoms am Centromer getrennt. Je ein Einzelchromosom wird zu einem Zellpol gezogen.	
3	Prophase: Die Doppelchromosomen verdichten sich (kondensieren) und werden als Chromosomen sichtbar. Der Spindelapparat bildet sich aus.	
4	Interphase: Dies ist der Abschnitt zwischen zwei Mitosen. Hier findet das Wachstum der Zelle und anschließend die Verdopplung der Erbsubstanz statt.	
5	Metaphase: Hier ordnen sich die Doppelchromosomen in der Äquatorialebene an und die Spindelfasern nehmen Kontakt zu den Centromeren auf.	

3 Wenn in einer der beiden Tochterzellen Einzelchromosomen fehlen, dann fehlen bestimmte Teile des genetischen Materials, sodass wichtige Funktionen nicht mehr ausgeführt werden. Die Zelle kann nicht überleben.

Praktische Tipps

Eselsbrücke für den Zellzyklus

Um sich die Phasen des Zellzyklus besser merken zu können, bieten sich folgende Merksätze als Eselsbrücken an:

Ich plaudere munter am Telefon oder *Ich protokolliere Mitose am Telefon.*

Interphase — Prophase — Metaphase — Anaphase — Telophase.

Zusatzinformation

Zustand der DNA während der Mitose (s. Randabbildung)

In der Prophase liegen die Chromosomen als dünne, fädige Strukturen vor. Da die Replikation bereits erfolgt ist, bestehen sie jeweils aus zwei Einzelchromosomen und bilden sogenannte Doppelchromosomen. Am Ende der Prophase kondensieren die Doppelchromosomen. Sie werden durch Histone, bindende Proteinmoleküle, aufgewickelt und verdreht, sodass sie sich verkürzen, verdicken und letztendlich sichtbar werden. In der Metaphase ordnen sich die Doppelchromosomen in der Äquatorialebene an. Hier werden sie in der Anaphase von den Spindelfasern, die an den Centromeren sitzen, in zwei Einzelchromosomen getrennt und dann zu den entgegengesetzten Zellpolen gezogen. Dort beginnen die Einzelchromosomen zu decondensieren, sodass sie nach Abschluss der Telo- und Interphase wieder erneut repliziert werden können.

Ohne die starke Kondensation der Chromosomen wäre eine korrekte Trennung und Verteilung der Einzelchromosomen nicht möglich, da die Chromosomen sehr lang sind. Das längste menschliche Chromosom ist im decondensierten Zustand ca. 7,3 cm, im kondensierten Zustand während der Metaphase jedoch nur noch 10 µm lang.

Zusatzaufgabe

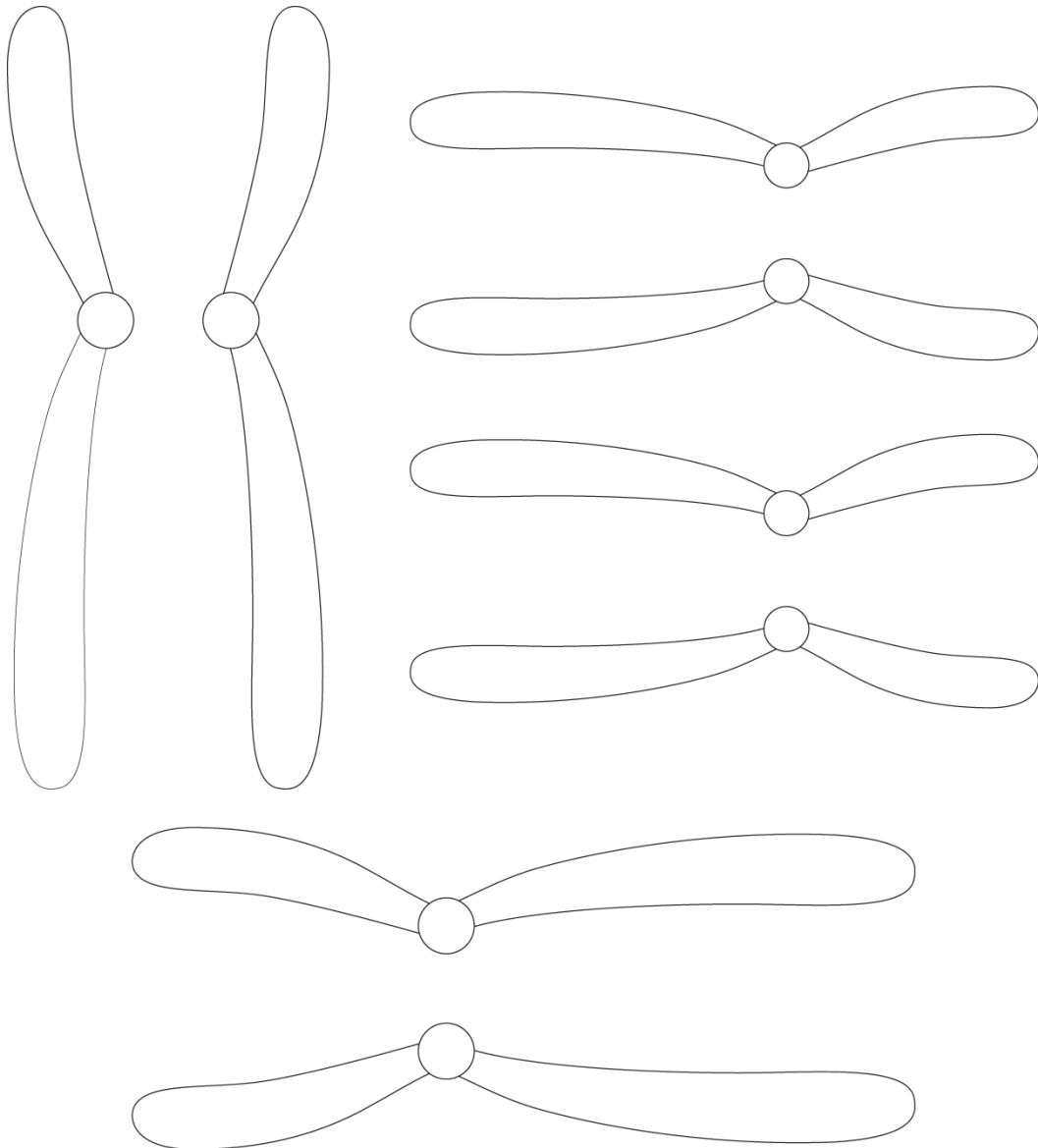
Berechne, wie viele Zellen aus einer einzigen Zelle an einem Tag entstehen können, wenn sich die Zellen jede Stunde teilen.

Lösung: $2^{24} = 16\,777\,216$, also ca. 17 Millionen

Chromosomen zum Ausschneiden

Vorgänge lassen sich besonders gut verstehen und erklären, indem man sie mithilfe von Bildern oder einem Modell nachstellt, auch wenn man die Wirklichkeit dabei meistens nicht vollständig abbilden kann.

Mit den hier abgebildeten Einzelchromosomen von insgesamt vier Doppelchromosomen kannst du die mitotische Teilung einer Zelle darstellen.



- 1 Male die vier verschiedenen Doppelchromosomen mit Buntstiften in vier verschiedenen Farben aus. Schneide die Einzelchromosomen aus, stelle die Prophase dar und dokumentiere sie.
- 2 Stelle anschließend die anderen Phasen der Mitose dar und dokumentiere sie auch jeweils.

ARBEITSBLATT**Chromosomen zum Ausschneiden****Lösungen**

1 und 2 s. Schülerbuch

Praktische Tipps**Hinweis zum Arbeitsblatt**

Dokumentation: Wie die Schülerinnen und Schüler die einzelnen Phasen dokumentieren, hängt von den Gegebenheiten ab. So können diese z. B. mit dem Smartphone fotografiert werden (s. Praktische Tipps „Einsatz des Smartphones“) oder abgezeichnet werden.

Meiose: Dieses Arbeitsblatt kann in abgewandelter Weise auch eingesetzt werden, wenn die Meiose behandelt wird).

Verfeinerung des Modells

Teilen Sie an die Schülerinnen und Schüler DIN-A3-Blätter aus und lassen Sie sie auf diese Kreise zeichnen, die die Zelle symbolisieren. Mithilfe dieser Kreise lassen sich die einzelnen Phasen der Mitose (Meiose) besser verdeutlichen, da die Schülerinnen und Schülern nun auch die Spindeln und Spindelfasern einzeichnen und die Zellteilung (Cytokinese) verdeutlichen können.

Darstellung an der Tafel oder auf dem Overheadprojektor

Wenn Sie die Chromosomen auf dem Arbeitsblatt mit dem Kopierer vergrößern und sie nach dem Ausschneiden mit Magnetklebeband versehen, können Sie die Modelle auch an einer Magnettafel verwenden. Diese Vorgehensweise bietet sich zur Sicherung an. Auch auf dem Overheadprojektor ist die Vorstellung der Ergebnisse vor der ganzen Klasse möglich. Kopieren Sie dazu das Arbeitsblatt einfach auf Folie.

Einsatz des Smartphones

Da die meisten Schülerinnen und Schüler heute ein Smartphone besitzen, bietet es sich an, es an dieser Stelle für die Präsentation der Unterrichtsergebnisse einzusetzen. Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler dazu Fotos von den einzelnen Phasen machen. Diese können anschließend z. B. per Kabel oder E-Mail auf einen Rechner übertragen und präsentiert werden.

Sie können die Schülerinnen und Schüler auch ein Stopp-Motion-Video der Mitose- (oder Meiose-) vorgänge erstellen lassen. Dazu müssen die Schülerinnen und Schüler ihre Chromosomen zwischen zwei Fotos jeweils ein wenig verschieben. Da die Herstellung des Videos relativ lange dauert, bietet sich diese Aufgabe auch als eine zusätzliche Hausaufgabe oder eine Ersatzleistung an.

Modellkritik

Sprechen Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern darüber, dass die ausgeschnittenen Chromosomen als Modell nicht vollständig die Wirklichkeit abbilden. So bleibt z. B. bei diesem Modell die molekulare Struktur der Chromosomen unberücksichtigt (und es ist bei der Meiose kein Crossingover möglich). Zudem stehen die vier Doppelchromosomen für einen beliebigen Chromosomensatz.