

Vorwort

Benutzungshinweise

Teil I Sekundarstufe I

A. Die Zelle

A.2 Wir machen den Mikroskopierführerschein – Lerntheke

D. Blütenpflanzen

D.1 *Bau und Vermehrung*

D.1.4 Samenpflanzen – von der Samenkeimung bis zur Blüte

F. Wirbeltiere

F.5 *Säugetiere*

F.5.17 Rind und Huhn – Zwei Nutztiere im Vergleich

G. Mensch

G.3 *Blut und Blutkreislauf*

G.3.4 Der Blutkreislauf des Menschen – ein lebenswichtiges Circulationssystem

G.6 *Steuerung und Regelung*

G.6.6 Blutzuckerregulation und Diabetes mellitus – fiktiver Diabetikerschick

G.7 *Immunsystem und Abwehr*

G.7.4 Infektionskrankheiten – Krankheitserreger erkennen

Siehe auch → Sekundarstufe II → C.4 Immunbiologie – Lernerfolgskontrolle und Klausuraufgaben

H. Genetik

H.3 Den Zellteilungsvorgängen auf der Spindel in Stationenlernen zur Mitose und Meiose

H.6 Aufbau und Struktur der DNA – der Code des Lebendigen

I. Ökologie

I.1 *Grundzüge von Ökosystemen*

I.1.12 Zusammenleben im Wald – Beziehungen zwischen Lebewesen

I.2 *Mensch und Umwelt*

I.2.6 Der Klimawandel und seine Auswirkungen – die paar Grad machen keinen Unterschied?

K. Evolution

K.5 Der *Homo-heidelbergensis*-Unterkiefer von Mauer – ein Mystery

Teil II: Sekundarstufe II

B. Genetik

B.2 Molekulargenetik

B.2.15 Epigenetik – Die Software unserer Gene

B.2.16 Genschere CRISPR/Cas9 – Comeback der Mammuts?

B.4 Angewandte Genetik

B.4.3 Biologischer oder gentechnischer Pflanzenschutz? – Klausuraufgaben

C. Immunbiologie

C.4 Immunbiologie – Lernerfolgskontrolle und Klausuraufgaben

E. Stoffwechselphysiologie

E.1 Autotrophe Lebewesen

E.1.4 Fotosynthese filmisch inszeniert – Licht- und Dunkelreaktion

F. Ökologie

Siehe auch → B.4.3 Biologischer oder gentechnischer Pflanzenschutz? – Klausuraufgaben

G. Reizphysiologie

G.1 Neurophysiologie

G.1.7 Neuronen – Prinzip der elektrischen und stofflichen Informationsübertragung

I. Evolution

Siehe auch → Sekundarstufe I → K.5.1 *Homo-heidelbergensis*-Unterkiefer von Mauer – ein Mystery

I.D.1.4

Blütenpflanzen

Samenpflanzen – von der Samenkeimung bis zur Blüte

Ein Beitrag von Klaus Brauner

Mit Illustrationen von Sylvana Timmer



© loveyday12/istock/Getty Images Plus

Unter welchen Bedingungen keimen Samen? Wie ist eine Blüte aufgebaut? Warum gibt es unterschiedliche Fruchttypen? Um alle diese Fragen beantworten zu können, arbeiten Ihre Schüler mit Naturobjekten und lernen Vorgänge an Blütenpflanzen durch gezielte Beobachtungen und Experimente kennen. Darüber hinaus machen sie sich mit Grundgesetzen des Lebendigen vertraut und üben sich in naturwissenschaftlichen Arbeitstechniken ein.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 6

Dauer: 9 Unterrichtsstunden (Minimalplan: beliebig)

Kompetenzen: 1. Entwicklung einer Samenpflanze beschreiben; 2. Aufbau einer Pflanze beschreiben, Blütendiagramm erstellen; 3. Verschiedene Verbreitungstypen von Samen nennen; 4. Naturwissenschaftliche Arbeitstechniken üben

Thematische Bereiche: Botanik, Samenpflanzen



M 5

Wie ist eine Blüte aufgebaut?

**Materialien**

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Lupe | <input type="checkbox"/> Tulpenblüte |
| <input type="checkbox"/> Schere | <input type="checkbox"/> Kirschblüte |

Aufgabe 1

Lies dir den folgenden Info-Text zum Aufbau einer Blüte durch.

Alle Blüten sind grundsätzlich gleich aufgebaut und bestehen aus den gleichen Blütenbestandteilen: Zunächst bilden die meist großen und fleischigen **Kelchblätter** den Kelch. Nach innen folgen die häufig auffälligen und farbigen **Blütenblätter** der Krone.



© Klaus Brauner

Blütenblätter und Kelchblätter bilden zusammen die Blütenhülle. Zusätzlich besteht eine Blüte aus den männlichen und weiblichen Blütenorganen. Die **Staubblätter**, bestehend aus **Staubbeutel** und **Staubfaden** sind die männlichen Blütenorgane. Das weibliche Blütenorgan, der **Stempel**, besteht aus dem **Fruchtknoten**, welcher die Samenanlagen enthält, sowie dem **Gründel** und der klebrigen **Narbe**.

Aufgabe 2

Betrachte die Blüte einer Tulpe mit einer Lupe von außen und von innen. Beschreibe, was du jeweils erkennen kannst.

Aufgabe 3

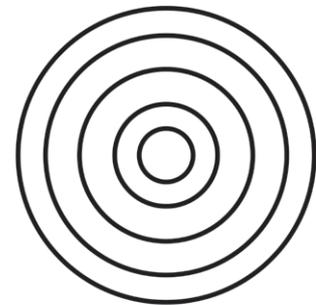
- a) Erstelle das Legebild der Blütenbestandteile einer Tulpe. Gehe dafür folgendermaßen vor:
Löse die Teile der Blüte von außen nach innen vorsichtig ab und ordne sie der Reihe nach in Kreisen an.

- b) Erstelle ein Blütendiagramm der Tulpe.
Als Hilslinien können dir 5 Kreise (siehe Abbildung rechts).
Merke: Das Blütendiagramm ist eine vereinfachte schematische Darstellung des Querschnitts durch eine Blüte.

- c) Benenne die einzelnen Blütenteile im Blütendiagramm mit den folgenden Begriffen:

Fruchtknoten, äußere und innere Blütenblätter, Narbe, Staubblätter

Hinweis: Gib jeweils auch die Anzahl der Blütenbestandteile an.

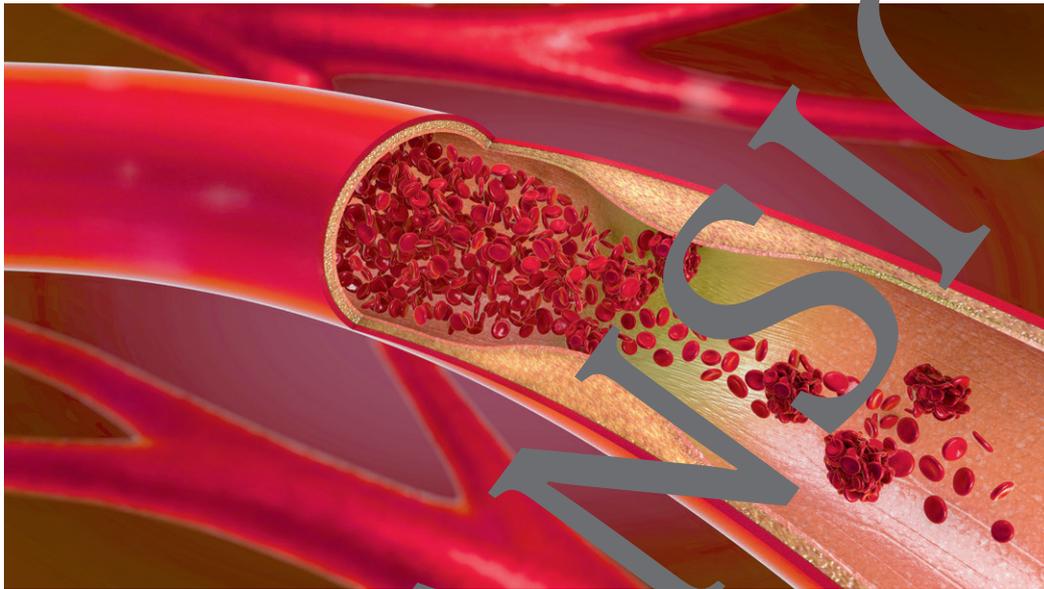


I.G.3.4

Mensch

Der Blutkreislauf des Menschen – ein lebenswichtiges Organsystem

Ein Beitrag von Dr. Detlef Eckebrecht
Mit Illustrationen von Sylvana Timmer



Der Blutkreislauf und das Herz sind wohl die wichtigsten Strukturen im menschlichen Körper, ohne die das Leben nicht funktionieren würde. Im Verlauf der Grundstufe I lernen die Schülerinnen und Schüler den menschlichen Körper nicht nur als Ganzes kennen, sondern auch, dass er aus einzelnen Organen bzw. Organsystemen besteht, die aus Geweben und die wiederum aus Zellen bestehen. Die räumliche Spezialisierung im Organismus ist möglich, weil zwei Funktionen so realisiert sind, dass sie jede Zelle im Körper erreichen. Dabei handelt es sich einerseits um die Verteilung von Stoffen und Wärme und andererseits um die Verfügbarkeit von Informationen. Aus dieser Perspektive soll hier der Blutkreislauf behandelt werden.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 7–10

Dauer: 6–8 Unterrichtsstunden

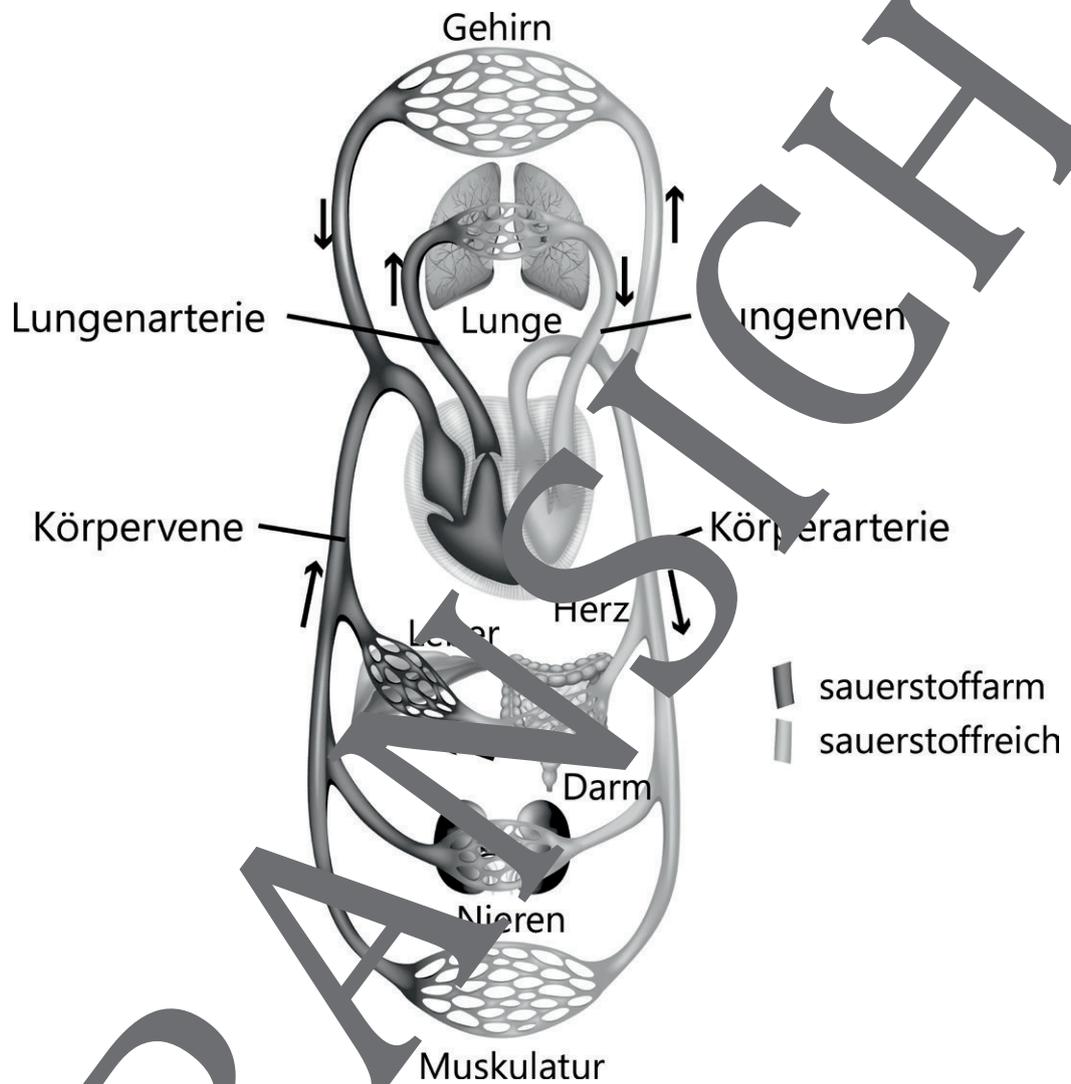
Kompetenzen: 1. Den Blutkreislauf des Menschen beschreiben; 2. Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten; 3. Aufbau und Funktion des Herzens beschreiben

Thematische Bereiche: Humanbiologie

M 6

Der Blutkreislauf des Menschen im Überblick

Der Blutkreislauf des Menschen besteht aus einer Körperschleife und einer Lungenschleife. In Arterien fließt das Blut unter hohem Druck vom Herzen weg, in Venen bei niedrigem Druck zum Herzen hin.



© Syvann Sommer

Fast überall im Blutkreislauf gilt die Abfolge Herz – Arterie – Kapillaren – Vene – Herz. Es gibt jedoch eine Ausnahme. Erkläre dies und erläutere die Bedeutung der Ausnahme, die du in der Abbildung erkennen kannst.

I.H.6

Genetik

Aufbau und Struktur der DNA – der Code des Lebendigen

Ein Beitrag von Simone Homeier

Mit Illustrationen von Sylvana Timmer



© RAABE 2021

© YinYang/Getty Images

In diesem Beitrag erarbeiten die Schülerinnen und Schüler anschaulich und handlungsorientiert den Aufbau und die Struktur der DNA. Sie entnehmen Informationen u. a. aus übersetzten Auszügen des Originalbriefs von Francis Crick und leiten daraus den Aufbau und die Struktur der DNA ab. Ein selbsterstelltes DNA-Modell und die Durchführung eines Schülerversuchs eignen sich zum prozessbezogenen Kompetenzerwerb und -erweiterung.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 8–9

Dauer: 6 Unterrichtsstunden

Kompetenzen:

1. Eigenschaften des DNA-Aufbaus und der DNA-Struktur beschreiben und skizzieren; 2. Strukturmodell entwickeln, bauen und erklären; 3. Eigenschaften des genetischen Codes erläutern;
4. Experiment zur DNA-Isolation selbstständig durchführen

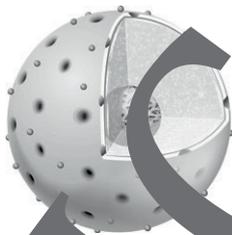
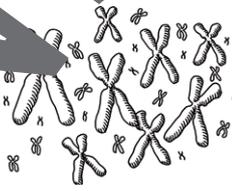
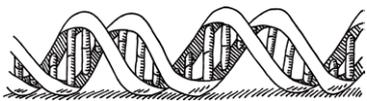
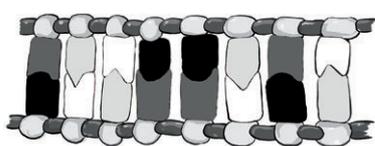
Thematische Bereiche: Genetik

Aufbau und Struktur der DNA

M 4

Aufgabe 1

Ordne die Wörter den richtigen Definitionen und den entsprechenden Abbildungen zu, indem du sie mit den gleichen Zahlen nummerierst.

Struktur	Definition	Abbildung
Der Zellkern	Ein Abschnitt auf der DNA, der die Information für die Entwicklung und Ausprägung von Eigenschaften eines Lebewesens enthält	
Die Doppelhelix	Ein langes Molekül, das sich in allen Lebewesen befindet und die Erbinformation im Zellkern trägt	
Die DNA (Strickleitermodell)	Ein rundliches Zellorganell, das die Erbsubstanz in Form von Chromosomen enthält	
Das Gen	Zwei parallele Stränge, die schraubenartig umeinander gewickelt sind	
Die Chromosomen	Y-förmige Gebilde aus stark gewickelten, verdichteten DNA-Fäden	

© von oben nach unten: ttsz/iStock/Getty Images Plus; Frank Ramspott/Digital Vision Vectors; Julia Lenzmann

Aufgabe 2

Stelle in einem Informationstext den Zusammenhang zwischen den folgenden Fachbegriffen dar:

DNA – Gen – Molekül – Doppelstrang – Chromosomen – Zellkern – Gen

I.I.1.12

Ökologie

Zusammenleben im Wald – Beziehungen zwischen Lebewesen

Ein Beitrag von Silvia Wenning

Mit Illustrationen von Hans Schumacher



© RAABE 2021

© rclassenlayouts/iStock/ Getty Images Plus

„Vor lauter Bäumen den Wald nicht mehr sehen“ – wer kennt diese Redensart und vor allem Situationen, in denen diese Metapher vollkommen zutrifft, nicht? Dieser Beitrag bringt Klarheit und Struktur in das Thema Wald. Die Schüler lernen anhand eines Stationenlernens und optional einer Exkursion individuelle Aspekte des Waldes im Detail kennen. Dabei eignen sie sich selbstständig unter anderem Wissen zu Nahrungsketten im Wald, Spuren von Tieren sowie zu den Stockwerken des Waldes an und begreifen den Wald als Ökosystem.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 7-8

Dauer: 1-10 Unterrichtsstunden

Kompetenzen: 1. Selbstständiges Arbeiten an Stationen; 2. Erwerb von Artenkenntnis; 3. Erlernen ökologischer Leitprinzipien und Wechselwirkungen; 4. Die Stockwerke des Waldes benennen; 5. ökologische Nischen im Hinblick auf die Anpasstheit von Lebewesen an ihren Lebensraum beschreiben; 6. Nahrungsketten und Nahrungsnetze erstellen; 7. Zuordnen der Begriffe Produzent, Konsument und Destruent

Thematische Bereiche: Ökologie, Zoologie, Botanik



M 12

Station 9 b: Die Waldmaus – Nahrungsketten und Nahrungsnetze

Stationskarte

In der Natur ernähren sich die meisten Lebewesen von verschiedenen Tieren und Pflanzen und werden selbst von vielen Räubern gefressen. Solche vernetzten Nahrungsketten nennt man Nahrungsnetz. Schnecken werden z. B. auch von Füchsen gefressen, die wiederum auch Mäuse fressen. Nüsse und Zapfen werden von Spechten und Eichhörnchen gefressen. Eichhörnchen und Fische fressen auch Eicheln.

Merke:

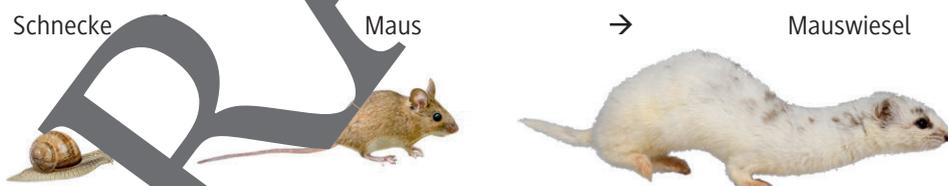
Eine Nahrungskette gibt an, wer von wem gefressen wird.

Ein Nahrungsnetz stellt alle in einem Ökosystem miteinander verbundenen Nahrungsketten dar.

Aufgabe 1

Erstelle eine Nahrungskette aus den Informationen zu der Waldmaus. Verwende einen Pfeil: Er bedeutet: „wird gefressen von“. Die Spitze zeigt immer auf den Räuber.

Beispiel:



© Schnecke: Thinkstock; Maus: Ocs 12/iStock/Getty Images Plus; Mauswiesel: VictorTyakht/iStock/Getty Images Plus

Aufgabe 2

Zeichne ein Nahrungsnetz mit einigen ausgewählten Tieren und Pflanzen.

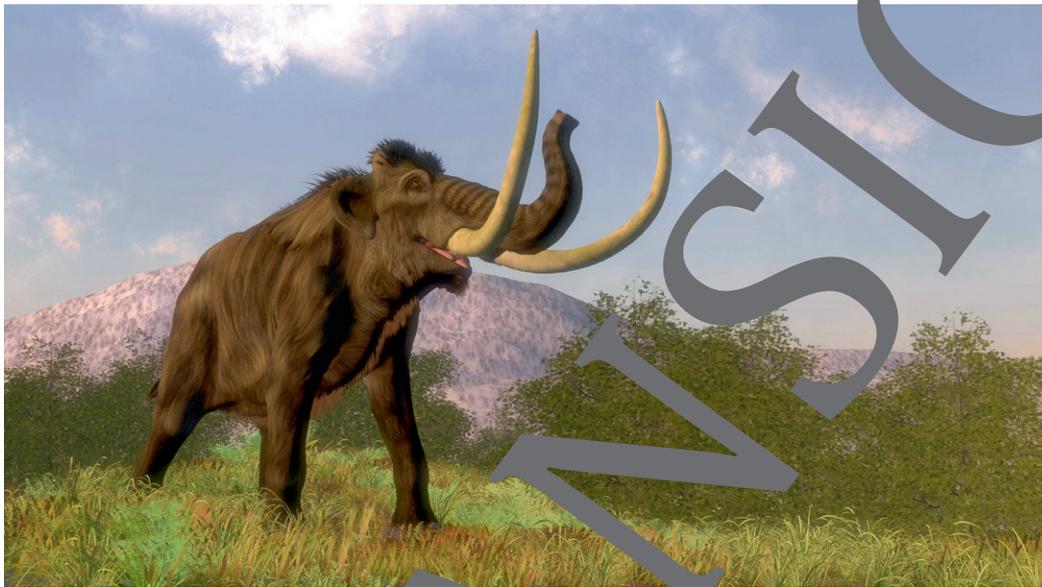
Tipp: Du kannst auf der Tippkarte nachschauen, wie ein Nahrungsnetz aufgebaut ist.

B.2.16

Genetik

Genschere CRISPR/Cas9 – Comeback der Mammuts?

Ein Beitrag von Theresa Abel und Dr. Monika Pohlmann
Mit Illustrationen von Hans Schumacher und Sylvana Timmer



Obwohl letzte Vertreter des Wollhaarmammuts, *Mammuthus primigenius*, bereits vor etwa 4000 Jahren ausgestorben sind, sehen Wissenschaftler die Möglichkeit, das Wollhaarmammut „wieder aufleben“ zu lassen. Denn mithilfe der neuesten Genschere CRISPR/Cas9 ist es möglich, das Genom einer Asiatischen Elefantenart zu verändern, dass einzelne Gensequenzen ausgeschnitten und „typische Mammutgene“ eingesetzt werden können. Ihre Schüler beschäftigen sich in dieser Einheit mit dem Aufbau und der Funktion der Genschere CRISPR/Cas9 sowie mit den ethischen Fragen, die ein mögliches Comeback von Wollhaarmammuts mit sich bringt.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: Biologie II

Dauer: 5 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 5)

Kompetenzen: 1. Pyrosequenzierung als molekulargenetisches Sequenzierungsverfahren beschreiben; 2. Aufbau und Funktionsweise der Genschere CRISPR/Cas9 kennen; 3. Entscheidungsmöglichkeiten im ethischen Konflikt abwägen

Thematische Bereiche: Genetik, Paläogenetik, Kompetenzbereich Bewertung

M 2

Wie wird Mammut-DNA sequenziert?



© PopTech 2010/CC-BY SA 2.0/
wikimedia commons

Beth Shapiro ist eine Paläogenetikerin. Sie untersucht täglich genetisches Material von ausgestorbenen Tieren. Aus Knochen und uraltem Gewebe kann sie aDNA (ancient DNA) extrahieren und mit modernen Sequenzierungsverfahren die Reihenfolge der Nukleotide bestimmen. Anhand der aDNA kann sie viele wichtige Informationen über das ausgestorbene Wollhaarmammut gewinnen. Zuerst hat sie acht sehr gut erhaltene Proben aus Knochen eines Wollhaarmammuts erhalten, das im sibirischen Permafrost gefunden wurde. Ihr und ihrem Team ist es gelungen, 28 Millionen Genpaare aus den Proben zu sequenzieren. Doch das war kein leichtes Unterfangen ...

Aufgaben

1. Erklären Sie stichwortartig den Prozess der Pyrosequenzierung (Text A).
2. Erstellen Sie ein Flussdiagramm zum Ablauf der Pyrosequenzierung und beschreiben Sie den Fachbegriff mit eigenen Worten in Ihrem Glossar. Erläutern Sie die Technik der Pyrosequenzierung an Ihrem Diagramm dem Plenum.
3. Stellen Sie Hypothesen auf, welche Probleme bei der Sequenzierung von aDNA auftreten könnten. Fertigen Sie dazu eine Mindmap an, in der Ihre Vermutungen festhalten. Vergleichen Sie Ihre Vermutungen mit denen Ihres Lernpartners.
4. Bearbeiten Sie Text B und vergleichen Sie Ihre Hypothesen mit den Aussagen im Text. Erweitern Sie ggf. Ihre Mindmap.
5. Beschreiben Sie die Verwandtschaftsbeziehungen der sequenzierter Mammut-DNA zu anderen Gruppen von Lebewesen im Kreisdiagramm und deuten Sie das Ergebnis der Mammut-DNA-Sequenzierung.

A: Die Sequenzierung alter DNA

Sehr häufig ist die DNA ausgestorbener Tiere, die man untersuchen will, nur in äußerst geringen Mengen verfügbar. Um aber weitere Analysen der aDNA durchführen zu können, muss die nutzbare DNA vervielfältigt werden, bevor man die Sequenzen der DNA bestimmen kann. Für die Erforschung alter DNA ist aber die Entwicklung der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) von entscheidender Bedeutung. Beth Shapiro und ihr Team nutzten eine neuere Sequenziermethode, die sogenannte Pyrosequenzierung, die kostengünstiger und deutlich schneller verläuft als das bis zu diesem Zeitpunkt etablierte PCR-Verfahren. Bei der Pyrosequenzierung findet die PCR in einer Öl-Wasser-Emulsion statt. Mit diesem Verfahren können einzelne DNA-Fragmente in kürzester Zeit millionenfach kopiert werden. Die Synthese des komplementären Stranges kann anschließend in Echtzeit Nukleotid für Nukleotid verfolgt werden, was bedeutet, dass die Pyrosequenzierung nach dem Prinzip des *Sequencing by Synthesis* erfolgt. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte der PCR und der Pyrosequenzierung dargestellt.



II.E.1.4

Stoffwechselphysiologie

Fotosynthese filmisch inszeniert – Licht- und Dunkelreaktion

Ein Beitrag von Renate Ruhwinkel



© RAABE 2021

© Yasuhide Fumoto/DigitalVision

In dieser Einheit für die gymnasiale Oberstufe werden Ihre Schüler, wie es grünen Pflanzen gelingt, die Energie des Sonnenlichts in chemische Energie umzuwandeln. Dies verlangt die Auseinandersetzung mit abstrakten Vorgängen auf Ebene der Elektronen und der Moleküle der Elektronentransportketten und des Calvin Zyklus. Eine motivierende und effektive Art, sich diesen Vorgängen zu nähern, ist die Erstellung eigener Erklärvideos, wie sie in dieser Einheit Anwendung findet.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: Sek II

Dauer: 12 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 6 Stunden)

Kompetenzen: 1. Bedeutung, Ort und molekulare Vorgänge beim lichtabhängigen und lichtunabhängigen Teil der Fotosynthese kennen; 2. Kriterien eines guten Erklärvideos nennen; 3. Storyboard für ein filmisches Projekt erstellen; 4. Ein Filmprojekt technisch umsetzen

Thematische Bereiche: Botanik, Stoffwechselphysiologie



M 5

Die lichtabhängige Reaktion der Fotosynthese

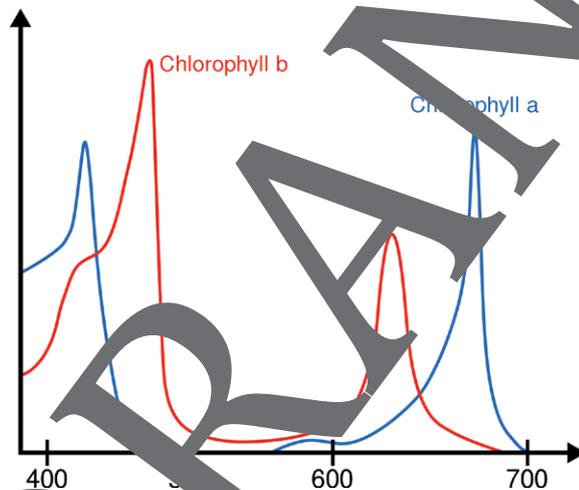
Aufgaben

1. Lesen Sie sich den Info-Text aufmerksam durch und machen Sie sich die dort beschriebenen Vorgänge deutlich.
2. Entwickeln Sie ein Storyboard, in dem Sie ein Erklärvideo planen, das mithilfe von vorgeschriebenen Modellen die Vorgänge bei der lichtabhängigen Reaktion der Fotosynthese visualisiert und erklärt.
3. Setzen Sie das Storyboard filmisch um (Legetechnik und/oder Stop-Motion).

Info-Text

Die lichtabhängige Reaktion der Fotosynthese findet in der Thylakoidmembran statt. In der Membran sind verschiedene Proteinkomplexe eingelagert, die es ermöglichen, dass mithilfe der Energie des Sonnenlichts Elektronen auf einen Akzeptor (NADP^+) übertragen werden und zusätzlich ATP gebildet wird.

Die bei diesem Prozess entscheidenden Moleküle sind die Chlorophyllmoleküle, die sich im Reaktionszentrum der Fotosysteme I und II bilden. Chlorophylle sind kompliziert gebaute Farbstoffmoleküle, die in der Lage sind, bestimmte Wellen des sichtbaren Lichts zu absorbieren. Beide Chlorophylltypen (Chlorophyll a und b) absorbieren blaue und violette Anteile des Lichts. Die Reaktionszentren der beiden Fotosysteme I und II unterscheiden sich leicht in ihren Absorptionsmaxima (Fotosystem II = P680 mit dem Absorptionsmaximum bei 680 nm und Fotosystem I = P700 mit dem Absorptionsmaximum bei 700 nm).



© Dan Gagliardi/CC BY-SA 4.0/wikimedia commons

Im ersten Schritt der lichtabhängigen Reaktion werden die Photonen des Lichts über andere Pigmente, die sogenannten Lichtsammelkomplexe, an die Chlorophyllmoleküle im Reaktionszentrum weitergeleitet und dort aufgenommen. Diese Energiezufuhr durch Absorption führt zu einer Anregung von Elektronen, d. h., Elektronen der im Molekül enthaltenen Atome werden auf ein höheres Energieniveau angehoben. Dort angekommen können sie abgegeben werden, was dazu führt, dass im Chlorophyllmolekül eine Elektronenlücke entsteht.

Im Fotosystem II, das Chlorophyll a und b sowie Carotinoide enthält, werden die bei der Abgabe der angeregten Elektronen fehlenden Elektronen aus der Fotolyse des anwesenden Wassers ersetzt.

Fotolyse des Wassers: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- + \frac{1}{2} \text{O}_2$.

Impressum

RAAbits Biologie Sek I/II
2021

ISSN: 0945-8832
ISBN: 978-3-8183-0820-9

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre in Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einfache, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Unter Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung in Klassensatzstärke zu vervielfältigen. Jede darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis: § 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung abgedruckt oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. GEMA-meldepflichtig.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und ggf. angefragt.

In unseren Beiträgen sind wir bemüht, die für Experimente nötigen Substanzen mit den entsprechenden Gefahrenhinweisen zu kennzeichnen. Dies ist ein zusätzlicher Service. Dennoch ist jeder Experimentator selbst angehalten, sich vor der Durchführung der Experimente genauestens über das Gefährdungspotenzial der verwendeten Stoffe zu informieren, die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen sowie alles ordnungsgemäß zu entsorgen. Es gelten die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sowie die Dienstvorschriften der Schulbehörde.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH
Ein Unternehmen der
Rotebühlstraße
70178 Stuttgart
Telefon +49 711 62900
Fax +49 711 62900-60
meinRAABE@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Lena Hörmann

Satz: Röser Media GmbH & Co. KG Karlsruhe

Illustrationen: Julia Lenzmann, Hans Schumacher, Sylvana Timmer, Oliver Wetterauer,

Dr. Wolfgang Zettlmeier

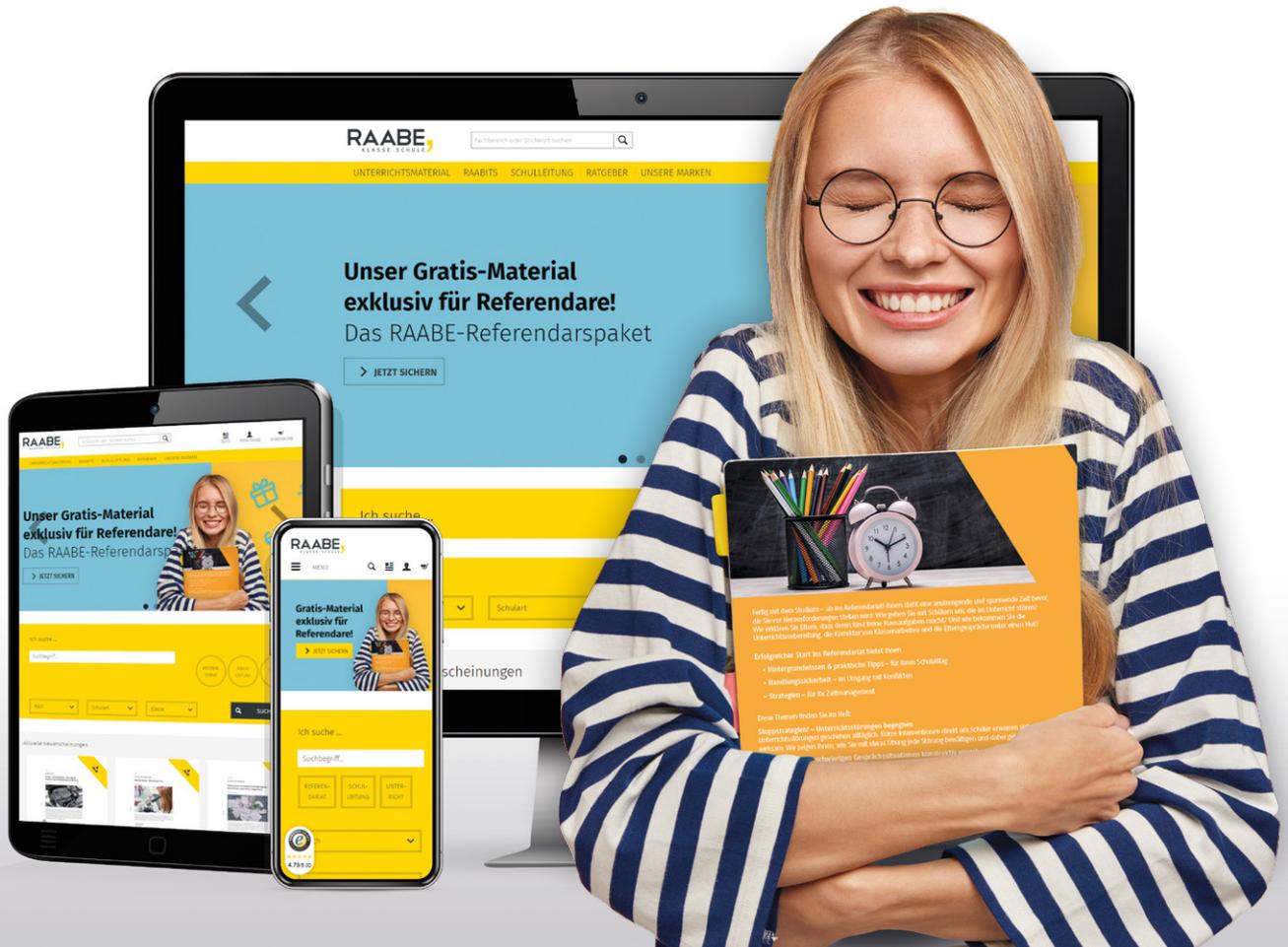
Bildnachweis Titel: tampatra/Getty Images Plus

Druck: SDV Direct World GmbH, Dresden

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 4.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Sichere Zahlung per Rechnung,
PayPal & Kreditkarte



Exklusive Vorteile für Abonnent*innen

- 20% Rabatt auf alle Materialien für Ihr bereits abonniertes Fach
- 10% Rabatt auf weitere Grundwerke



Käuferschutz mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de