

Ziele

Die Schüler sollen die DNA als chemische Substanz kennenlernen und in ein biochemisches Verfahren der DNA-Isolierung eingeführt werden.

Sachanalyse

Die DNA (= Desoxyribonukleinsäure) ist die wohl bedeutendste biochemische Substanz auf der Erde, da sie das Erbgut aller Lebewesen speichert. DNA kommt in jeder Zelle vor. Von daher ist die Beschaffung des Basismaterials nicht schwierig. Gute Erfahrungen habe ich mit der Isolierung von DNA aus Zwiebeln gemacht. Die Isolierung der DNA erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst müssen die Zellwände aufgebrochen werden. Dies geschieht durch mechanische Zerkleinerung und den Einsatz von Salz. Mithilfe von Waschmitteln, in denen Proteasen, also eiweißspaltende Enzyme, enthalten sind, werden die Proteine von der DNA getrennt. Anschließend wird das Gemisch auf ca. 60 °C erhitzt. Dies bewirkt die Trennung der DNA-Hälften in einsträngige DNA. Beim Übergießen mit eiskaltem Alkohol fällt die DNA als milchige Substanz zwischen Alkohol und dem Zwiebelfiltrat aus. In dieser Phase ketten sich die Nukleotide wieder zu einem langen DNA-Makromolekül zusammen. Man kann beobachten, wie die ausgefällte DNA immer länger wird. Sie hat eine fädige Struktur, die man mit etwas Geschick aufwickeln kann.

Die Isolierung der DNA ist der erste Schritt in der Gentechnik. Nach Isolierung der DNA wird diese in einem zweiten Schritt vervielfältigt. Dies geschieht mit einem Verfahren, das PCR (englisch *polymerase chain reaction* = Polymerase-Kettenreaktion) genannt wird. Im dritten Schritt gentechnischer Veränderungen schneidet man die DNA auf. Schließlich fügt man ein neues, oft artfremdes Gen ein.

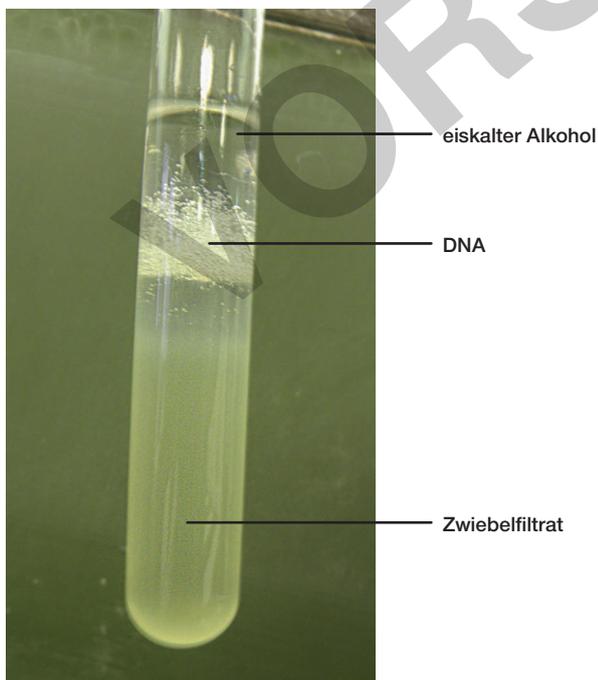
Methodische Hinweise

Achten Sie bei diesem Versuch darauf, dass Ihre Schüler den Versuchsanweisungen genau folgen. Sonst gelangen sie nicht zu einer erfolgreichen Isolierung der DNA.

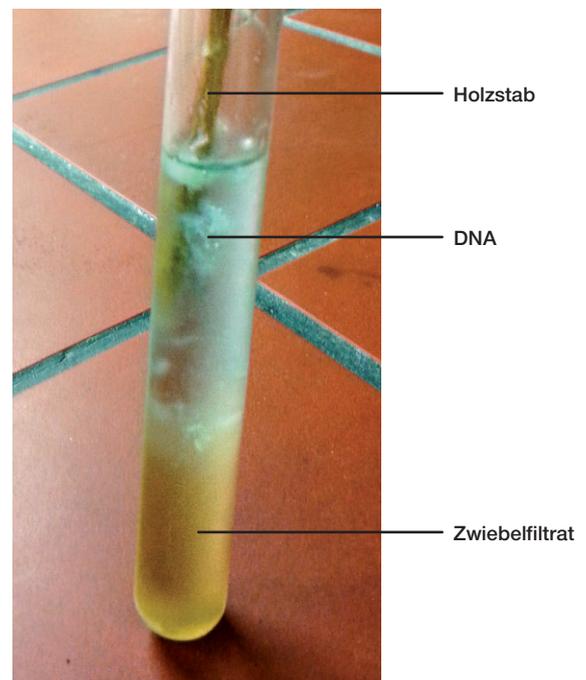
Tipp

Der Alkohol muss wirklich eiskalt sein. Am besten stellen Sie schon vor dem Versuch kleine Alkohol-Portionen ins Eisfach. Statt des Waschmittels können Sie auch Protease verwenden. Dieses Enzym ist aber teuer.

Ergebnis



DNA wird mit einem Holzstab aufgedreht



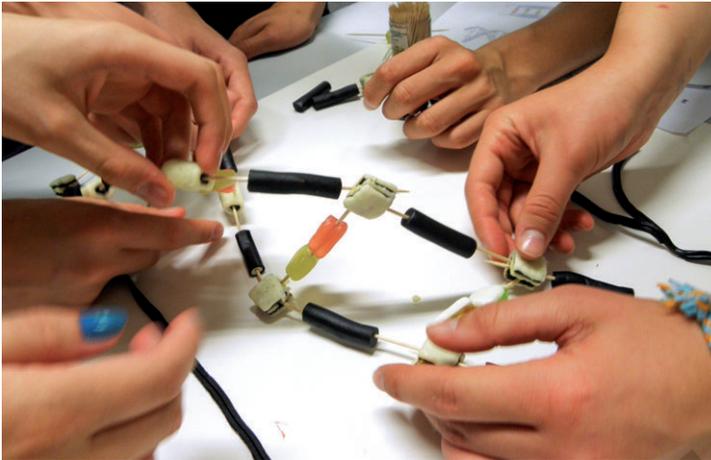
Auftrag

Baut ein DNA-Modell aus Süßigkeiten.

Material

Süßigkeiten (z. B. Konfekt, verschiedene Sorten), Zahnstocher

Durchführung



Informiert euch zuerst über den Aufbau eines DNA-Moleküls. Wählt aus dem Süßigkeitenassortiment verschiedene Teile aus: vier verschiedene Gummidrops z. B. symbolisieren die Basen Adenin, Thymin, Guanin und Cytosin.

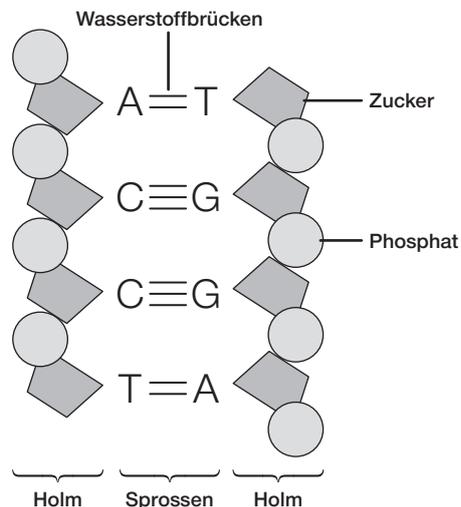
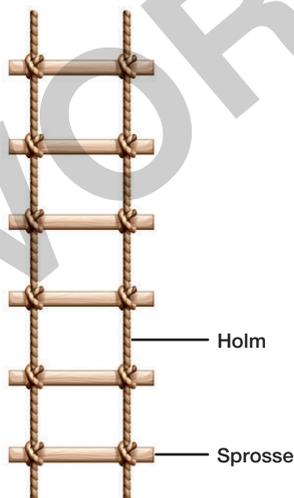
Sucht geeignete Fruchtgummisorten oder Lakritz für den Zucker (Desoxyribose) und das Phosphat. Diese bilden die zwei Außenstränge, die Holme. Sie müssen im regelmäßigen Wechsel zusammengefügt werden, z. B. mit Zahnstochern oder einem Bindfaden.

Strickleiter

Ihr benötigt:

Holme: Sie bestehen aus Zuckermolekülen (Desoxyribose) und Phosphatresten. Die Sprossen werden jeweils aus zwei Basen gebildet.

Strickleiter



Adenin (A) und Thymin (T) liegen sich gegenüber.
Cytosin (C) und Guanin (G) liegen sich gegenüber.

Schreibt auf, welche DNA-Sequenz ihr gebaut habt:

Ziele

Schüler sollen erkennen, dass für die Übermittlung der Erbinformation in die Proteinbiosynthese ein Botenmolekül, die mRNA, notwendig ist und verstehen, wie das Prinzip der Transkription funktioniert.

Sachanalyse

In der Transkription wird die Erbinformation, die als DNA-Sequenz vorliegt, durch die RNA-Polymerase abgelesen und zu den Orten der Proteinbiosynthese, den Ribosomen, gebracht. Dadurch entsteht die messenger-RNA, kurz mRNA. Sie ist einsträngig, viel kürzer als die DNA und entspricht der Länge eines Gens. Auch sie setzt sich aus Nukleotiden mit vier verschiedenen Basen zusammen. Im Unterschied zur DNA enthält sie Uracil statt Thymin. Die Basen Adenin, Guanin und Cytosin sind identisch. Die mRNA liest also die Information von der Länge eines Gens, welches für die Synthese eines bestimmten Proteins codiert, ab. Wenn ein Protein zusammengesetzt werden soll, wandert die mRNA in den Zellkern, die DNA öffnet sich an der Stelle des Gens. Dann wird am codogenen Strang – so heißt die Hälfte der DNA, von der die Information abgelesen wird – die Sequenz der DNA abgelesen. Dabei setzen sich die RNA-Nukleotide über die Basenpaarung komplementär an den DNA-Strang an, bis die Information eines Gens vollständig ist. Dann löst sich die mRNA und wandert mit dieser Information durch die Kernporen bis zu den Ribosomen.

Woran erkennt die mRNA den Beginn und das Ende eines Gens? Bestimmte Basentriplets, also Sequenzen von drei aufeinanderfolgenden Basen, kündigen den Anfang, andere das Ende eines Gens an. Der Start-Codon ist AUG, die Stopp-Codone haben die Sequenz UGA, UAA oder UAG.

Dass die mRNA sich die Teile einer Gensequenz auch noch aus größeren Einheiten herauschneiden muss (Spleißen) und dazu zwischen Introns (DNA-Sequenzen ohne Information für das Gen) und Exons (genexprimierende Sequenz) unterscheiden muss, wird in der Sekundarstufe I nicht thematisiert.

Kompetenzen

Schüler erwerben Kompetenzen in der Veranschaulichung abstrakter, nicht sichtbarer Vorgänge. Die Kooperationsfähigkeit wird gefördert.

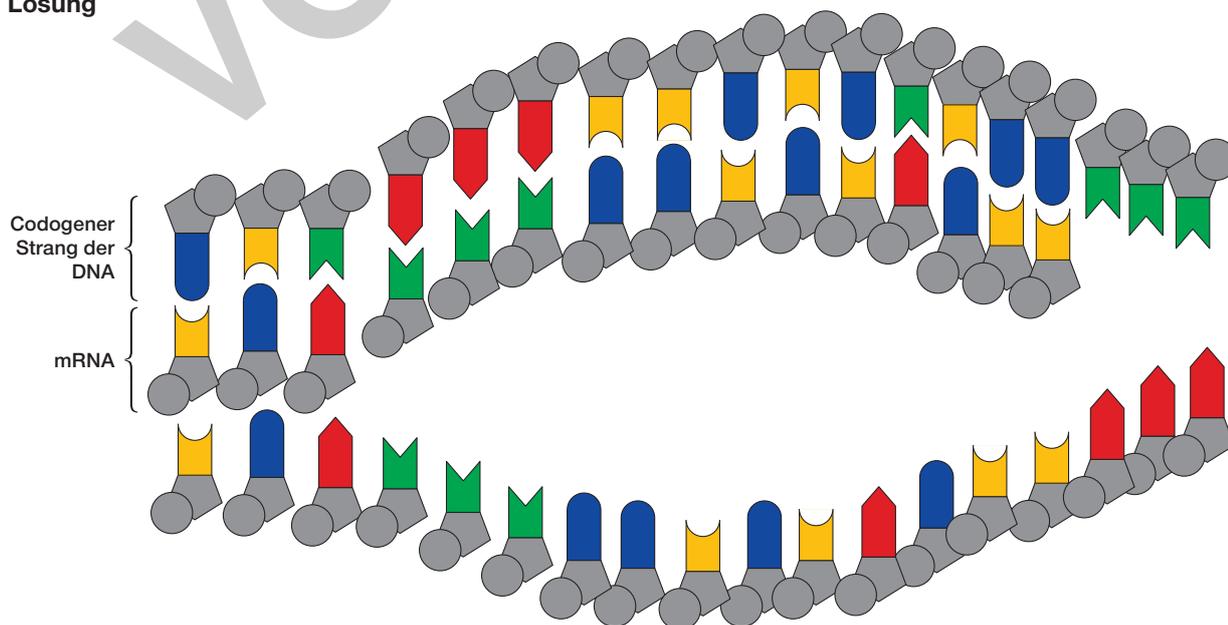
Methodisches Vorgehen

Es bietet sich an, arbeitsteilig die Schüler in Gruppen die Replikation, die Transkription und die Translation darstellen zu lassen. Die fertigen Poster dienen zur Erklärung. Wenn sie gut gemacht sind, können sie über längere Zeit als Lernplakat hängen bleiben.

Tipps

Benutzen Sie die Folie auf S. 30, um das Fachwissen über die Transkription zu sichern. Der zweite Teil der Folie betrifft die Translation. Sie können hieran die Zusammenhänge eines komplexen Prozesses erklären.

Lösung





Auftrag

Die Geheimsprache der mRNA soll entschlüsselt werden.

Material

Moderationskarten, Filzmarker, Klebestreifen

Durchführung

Bildet Zweiergruppen. Die Sprache der DNA ist ein echter Geheimcode. Jeweils drei Basen enthalten die Information zum Bau einer Aminosäure. Sind genug Aminosäuren aneinandergereiht, entsteht daraus ein Protein.

Nehmt eine Moderationskarte. Schreibt darauf ein Basentriplett, das ihr euch aus dem Code-Quadrat weiter unten auf der Seite herausucht. Gebt die Karte nun an eine andere Gruppe weiter. Sie soll herausfinden, für welche Aminosäure die drei Basen stehen und den Namen auf die Rückseite der Karte schreiben. Überprüft, ob die andere Gruppe die Geheimsprache richtig gelöst hat.

Und so geht ihr vor:

Lest hier die zweite Base ab.

Lest hier die erste Base ab.

Man kommt auf die Aminosäure Phenylalanin.

Lest hier die dritte Base ab.

Erste Base	Zweite Base				Dritte Base
5' Ende	U	C	A	G	3' Ende
U	Phe Phe Leu Leu	Ser Ser Ser Ser	Tyr Tyr Stopp Stopp	Cys Cys Stopp Trp	U C A G
C	Leu Leu Leu Leu	Pro Pro Pro Pro	His His Gln Gln	Arg Arg Arg Arg	U C A G
A	Ile Ile Ile Met (Start)	Thr Thr Thr Thr	Asn Asn Lys Lys	Ser Ser Arg Arg	U C A G
G	Val Val Val Val	Ala Ala Ala Ala	Asp Asp Glu Glu	Gly Gly Gly Gly	U C A G

Notiert hier die Basentriplets und die dazugehörigen Aminosäuren, die ihr benutzt habt.

Basentriplets: _____

Aminosäuresequenz: _____

Auftrag

Baut Fehler in das Ablesen der DNA-Sequenz ein. So stellt ihr das Zustandekommen von Mutationen dar.

Material

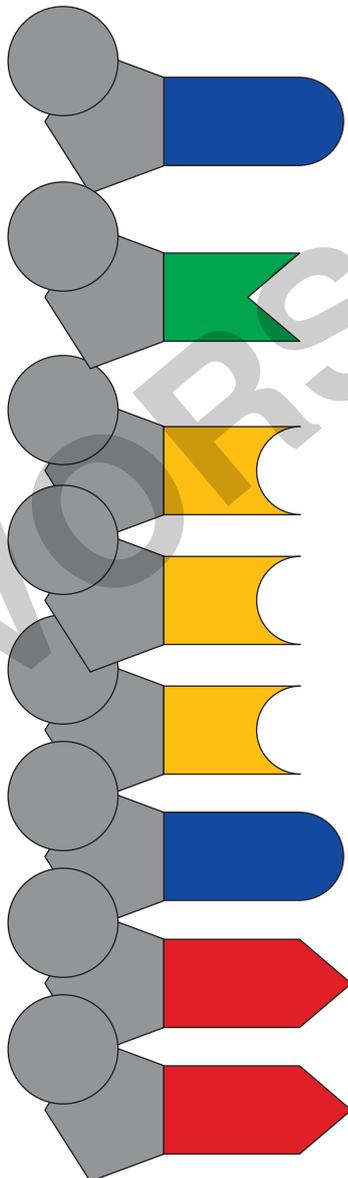
Vorlage (unten auf der Seite) oder Poster mit der Darstellung der DNA-Replikation (S. 8), weitere Nukleotide zum Ausschneiden (S. 9)

Durchführung

Bildet Gruppen. Informiert euch im Biologiebuch über Ablesefehler bei der DNA-Replikation und stellt folgende Fehler dar:

1. Einbau einer zusätzlichen Base
2. Vertauschen zweier Basen
3. Auslassen einer Base
4. Auslassen eines Basentriplets.

Geht arbeitsteilig vor. Jede Gruppe wählt einen Ablesefehler. Präsentiert den Fehler der Klasse und diskutiert die Auswirkungen auf die Proteinbiosynthese. Wie gravierend ist die Wirkung?





Auftrag

Diskutiert anhand der Geschichte über den Sinn, einen Gentest machen zu lassen, um zu erfahren, ob man von einer genetisch vererbaren Krankheit betroffen ist.

Material

Belinda ist 16 Jahre alt. Ihre Mutter ist gerade schwer an Brustkrebs erkrankt und bekommt in den nächsten Tagen eine Brust abgenommen. Danach steht ihr noch eine Chemotherapie bevor. Hoffentlich überlebt ihre Mutter das alles, denkt Belinda, sie braucht sie doch noch. Vor zwei Jahren erst ist ihre Tante an Brustkrebs gestorben. Ihre Oma, die Mutter ihrer Mutter, ist auch früh verstorben. Sie hatte Eierstockkrebs. Belinda kann sich kaum an sie erinnern. Sie war erst zwei Jahre alt, als ihre Großmutter beerdigt wurde.

Als Belinda ihre Mutter im Krankenhaus besucht, wird sie von einem Arzt angesprochen. Er sagt: „Weißt du, dass in deiner Familie Brustkrebs erblich ist?“ Belinda möchte wissen: „Was heißt denn erblich? Bekomme ich nun auch Brustkrebs?“ Der Arzt antwortet: „Nicht unbedingt. Aber die Wahrscheinlichkeit, dass du in deinem Leben einmal an Brustkrebs oder Eierstockkrebs erkranken wirst, liegt viel höher als in anderen Familien.“ Belinda hakt nach: „Ja, aber wie können Sie das wissen? Ich lebe doch gesund. Ich rauche nicht und trinke weniger Alkohol als meine Freunde.“ Der Arzt erwidert: „Wir können einen Test machen. Dabei prüfen wir die Gensequenz für ein bestimmtes Gen, das auf dem 17. Chromosom liegt. Dieses Gen hat den Namen BRCA1. Wir haben herausgefunden, dass deine Mutter dieses veränderte Gen in sich trägt. Die Wahrscheinlichkeit, dass sie es an dich weitergegeben hat, liegt bei 50 %. Bei den Frauen, die dieses Gen in sich tragen, kommt es in 60 bis 80 % der Fälle zu Brustkrebs und in 30 bis 40 % zu Eierstockkrebs. Ich empfehle dir, einen Gentest machen zu lassen.“

Das ist zu viel für Belinda. Tränen schießen ihr in die Augen. Sie rennt hinaus und möchte nur noch weg.

Durchführung

Lies Belindas Geschichte durch. Markiere Wörter, die du nicht verstehst und lass sie dir erklären.

Was würdest du Belinda raten? Wie würdest du dich entscheiden?

Würdest du einen Gentest machen lassen? Begründe deine Entscheidung.

Sammele hier Stichpunkte deiner eigenen Gedanken zu der Möglichkeit, einen Gentest machen zu lassen.

