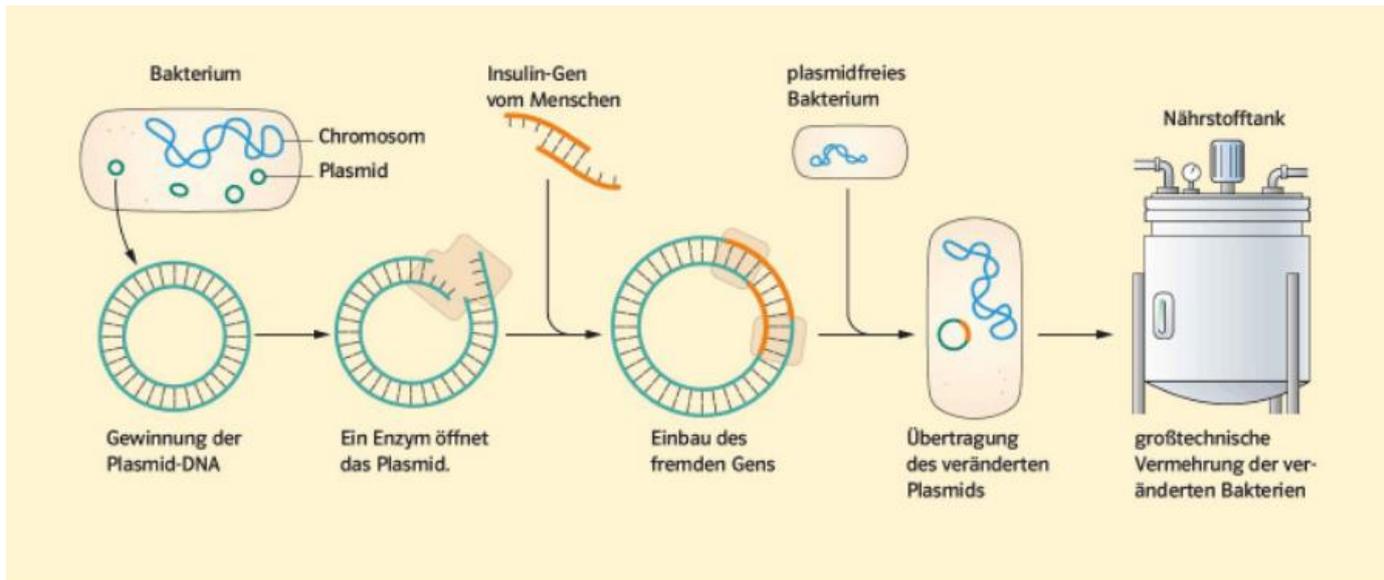


Hallo 10c!

Nach der Mutation (<https://www.youtube.com/watch?v=Ro74-BHLcaY>) widmen wir uns der „gezielten“ Veränderung des Erbguts. Lies dazu die folgenden Texte und informiere dich im Internet zum jeweiligen Thema. Unter den Texten sind ein paar Links als Startpunkte aufgelistet.

Die Themen sind in drei Abschnitte aufgeteilt: **Gentechnik**, transgene **Tiere** und transgene **Pflanzen**. Jeder Abschnitt enthält einige Aufgaben. Bearbeitet die Aufgaben jeweils schriftlich. -OER





1 Zur Produktion von Insulin werden Bakterien gentechnisch verändert.

Gentechnik verändert das Leben

Die **Gentechnik** ist ein Teilbereich der Biotechnologie. Gentechnische Methoden greifen gezielt in das Erbmaterialein und verändern es. Im Gegensatz zur herkömmlichen Züchtung kann die Gentechnik Gene nicht nur innerhalb einer Art oder naher verwandter Arten weitergeben. Es können auch Gene zwischen Bakterien, Pflanzen, Tieren und Menschen ausgetauscht werden. So können Kombinationen von Merkmalen entstehen, die die Natur nicht hätte hervorbringen können.

Gentechnik verändert schnell

Bisher kreuzten die Züchter von Nutzpflanzen und -tieren z. B. Tomaten mit Tomaten oder Pferde mit Pferden. Dabei vermehrten sie gezielt die Träger gewünschter Eigenschaften. Bei dieser Auslese-Züchtung bleibt das Erbmateriale immer innerhalb der gleichen Art. Es dauert ziemlich lange, bis man auf diese Weise das Zuchtziel erreicht: Pflanzen oder Tiere, die schneller wachsen oder ein bestimmtes Klima besser ertragen. Mithilfe der Gentechnik lassen sich gewünschte Eigenschaften viel schneller erreichen.

Bakterien – Werkzeuge der Gentechnik

Bakterien haben keinen Zellkern. Im Zellplasma liegen – zusätzlich zur übrigen DNA – kleine DNA-Ringe, die **Plasmide** (\triangleright B 1). Viele Bakterien kopieren ihre Plasmide und tauschen sie untereinander aus. Aufgrund dieser Eigenschaft lassen sich die Plasmide als „**Gen-Fähre**“ nutzen, um Fremd-Gene in eine Bakterienzelle zu transportieren.

Bakterien produzieren Humaninsulin

Diabetiker sind auf die Zufuhr von Insulin für die Blutzuckerregulierung angewiesen. Früher musste das Insulin aufwändig aus dem Blut von Schlachttieren gewonnen werden. Es war deshalb sehr teuer und der Vorrat begrenzt.

Mithilfe gentechnischer Verfahren kann man Humaninsulin heute in ausreichender Menge, in guter Qualität und zu einem günstigen Preis herstellen. Dazu baut man das Insulin-Gen des Menschen in Bakterien-Plasmide ein (\triangleright B 1). Die gentechnisch veränderten Plasmide bringt man zusammen mit plasmidfreien Bakterien in einen großen Tank. Die Bakterien übernehmen die Plasmide in ihre Zelle.

In den Tanks (▷ B2) vermehren sich die gentechnisch veränderten Bakterien massenhaft und produzieren große Mengen Insulin. Das Insulin wird aus der Flüssigkeit im Tank gefiltert, gereinigt und als Medikament aufbereitet.

Rote Gentechnik

Unter der Bezeichnung „Rote Gentechnik“ fasst man gentechnische Verfahren in der Tierzucht und in der Medizin zusammen. Heute können zahlreiche Arzneimittel und Impfstoffe gentechnisch erzeugt werden. Die Produktion von Humaninsulin ist ein Verfahren der roten Gentechnik.

Weißer und grauer Gentechnik

Andere Produktionsverfahren mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen zählen zur „Weißen Gentechnik“: Bakterien stellen z. B. bestimmte Aromastoffe oder umweltfreundliche Waschmittelzusätze her. Im Umweltschutz setzt man Bakterien z. B. ein, um verseuchte Böden aufzubereiten. Man spricht von „Grauer Gentechnik“.

Grüne Gentechnik

Gentechnische Verfahren in der Pflanzenzüchtung bezeichnet man als „Grüne Gentechnik“. Zu den ersten Erfolgen gehörten Tomatenpflanzen, in denen man ein Enzym ausschaltete, das die Zellwände bei der Fruchtreife weich und die Tomaten matschig werden lässt. Die gentechnisch veränderten Tomaten müssen nicht mehr grün geerntet werden, um den Verbraucher gut in Form zu erreichen. Sie können auf dem Feld ausreifen und ihr volles Aroma entfalten.

Gentechnik ist umstritten

Auch die herkömmliche Züchtung hat Lebewesen zum Nutzen des Menschen stark verändert. Gentechnik greift jedoch in das Erbmaterialein und überschreitet die Artgrenzen. Deshalb lehnen manche Menschen sie grundsätzlich ab. Über die ökologische Auswirkungen weiß man wenig.



2 Großtechnische Insulinproduktion

In der Natur werden die Gene innerhalb einer Art von den Eltern auf die Nachkommen übertragen. Die Gentechnik überträgt auch Gene vor einer Art auf eine andere.

Bakterien-Plasmide sind wichtige Werkzeuge, um Gene zu übertragen.

AUFGABEN

- 1 ○ Erstelle eine Mind-Map, die die Aufgabenfelder der Gentechnik darstellt.
- 2 ○ Erläutere die Unterschiede zwischen herkömmlicher Züchtung und Gentechnik.
- 3 ● Beschreibe das Verfahren der gentechnischen Insulinproduktion (▷ B1).
- 4 ● Glofish ist der Markenname für einen gentechnisch veränderten Zebraquarienfisch. Informiere dich im Internet und berichte.

Informationen zur **Gentechnik** findest du z.B. hier:

Von FUNK:

<https://www.youtube.com/watch?v=ZAz1GutJGbg>

<https://www.youtube.com/watch?v=DE11uy4spho>

Vom BR: https://www.youtube.com/watch?v=jc_iY5fnGLg

Etwas zur Genschere „CRISPR“: <https://www.youtube.com/watch?v=EBLWd0-sdhs>

Und hier: <https://www.youtube.com/watch?v=gUa2H8CcUjU>



Hier ist die Webseite der Firma *Yorktown Technologies*, welche hinter **glfish** steckt:

<https://www.glofish.com/>

In der Realität hat die nämlich nicht Sheldon Cooper aus Langeweile als Nachtlucht erfunden.

Eine echte Werbung von Tetra für den „Trend“:

<https://www.youtube.com/watch?v=Kn-eQFbrXil>

Ein Bericht aus der Zeitschrift Tierwelt dazu:

<https://www.tierwelt.ch/news/haustiere/umstrittene-leuchtfische>





1 Raupe des Maiszünslers

2 Der Goldene Reis enthält Beta-Carotin.

3 Magere Ernte: Wildkräuter verdrängen Nutzpflanzen.

Transgene Pflanzen

Das Hauptziel der Landwirtschaft ist die Produktion von Nahrungsmitteln zur Ernährung der Weltbevölkerung. Die Gentechnik ist dabei eine vielversprechende, aber umstrittene Methode, dieses Ziel zu erreichen.

Hohe Ernteverluste

Mais ist neben Gerste, Weizen und Reis eine der wichtigsten Getreidearten weltweit. Für rund eine Milliarde Menschen ist er das wichtigste Grundnahrungsmittel. Ein Teil des angebauten Maises wird jedoch regelmäßig von Schädlingen vernichtet. Hauptverursacher ist die Raupe des **Maiszünslers** (▷ B 1), einer Schmetterlingsart.

Ein Bakterium bringt die Lösung

Ein Bodenbakterium produziert ein Protein, das die Darmwand der Raupe des Maiszünslers durchlöchert. Gentechnikern ist es gelungen, das dafür zuständige Gen des Bakteriums zu isolieren und in das Erbmaterial der Maispflanze zu übertragen. Pflanzen, die in ihrem Erbmaterial ein Fremd-Gen enthalten, bezeichnet man als **transgene Pflanzen**. Der gentechnisch veränderte Mais stellt in seinen Zellen den gleichen Giftstoff her

wie das Bodenbakterium. Wenn die Raupe des Maiszünslers von diesem Mais frisst, wird ihre Darmwand zerstört.

Vitamin-A-Mangel

Vitamin-A-Mangel ist weltweit verbreitet und stellt vor allem für die Bevölkerung der Entwicklungsländer eine gesundheitliche Bedrohung dar. Die Folgen von Vitamin-A-Mangel können Erkrankungen der Augen und der Schleimhäute sein. Außerdem ist die Anfälligkeit für Infektionskrankheiten erhöht.

Das Golden-Rice-Projekt

Gentechniker fanden eine Lösung: Mithilfe von Bodenbakterien übertrugen sie ein Gen aus Maispflanzen auf den Reis. Die veränderten Reispflanzen können Beta-Carotin herstellen. Beta-Carotin ist eine notwendige Vorstufe zur Bildung von Vitamin A. Die Reiskörner der gentechnisch veränderten Pflanzen haben eine goldgelbe Farbe (▷ B 2): Daher kommt der Name **Goldener Reis** oder Golden Rice.

Weg mit der Konkurrenz

Wildkräuter auf dem Acker verursachen Jahr für Jahr große Ernteaussfälle (▷ B 3). Als

Gegenmittel setzt man Unkraut-Vernichtungsmittel, **Herbizide**, ein. Diese belasten aber auch die Nutzpflanzen. Forscher entdeckten Bakterien, die widerstandsfähig gegen ein bestimmtes Herbizid sind. Sie isolierten das betreffende Gen und übertrugen es auf Soja-, Raps- und Kartoffelpflanzen. Nun vernichtet das Herbizid die unerwünschten Kräuter und die Nutzpflanzen können ungestört wachsen. Die Landwirte müssen das Herbizid im Paket mit dem gentechnisch veränderten Saatgut von der Hersteller-Firma kaufen.

Komplizierte Kennzeichnung

Nach einer EU-Regelung müssen alle Lebensmittel gekennzeichnet werden, die ganz oder teilweise aus gentechnisch veränderten Organismen (GVO) hergestellt sind: z. B. Stärke, Mehl oder Zuckersirup aus gentechnisch verändertem Mais. Diese Lebensmittel müssen einen entsprechenden Hinweis auf dem Etikett bzw. in der Zutatenliste tragen. Dies gilt auch für Futtermittel. Lebensmittel oder Zutaten, die nur mithilfe von gentechnisch veränderten Organismen hergestellt wurden, müssen nicht gekennzeichnet werden.

Gene in Nahrungsmitteln

Gen-Mais, Gen-Soja und Gen-Tomate – solche Bezeichnungen sind irreführend. Alle Pflanzen, die wir essen, enthalten DNA und damit auch Gene. Tag für Tag nehmen

wir mit der Nahrung etwa ein Gramm DNA auf – aus Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen. Ganz gleich woher diese DNA stammt: Sie ist ein harmloser Bestandteil der Nahrung, der in Magen und Darm abgebaut wird.

Gentechnisch veränderte Pflanzen, die ein Fremd-Gen enthalten, bezeichnet man als transgene Pflanzen. Lebensmittel, die gentechnisch veränderte Organismen enthalten, müssen gekennzeichnet sein.

AUFGABEN

- 1 ○ Erläutere, was man unter transgenen Pflanzen versteht.
- 2 ○ Nenne Produkte, die den Hinweis „gentechnisch verändert“ tragen müssen.
- 3 ● Erläutere die Bedeutung genveränderter Kartoffelpflanzen im Vergleich zur herkömmlichen Herbizid-Anwendung.
- 6 ● Der Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen ist umstritten. Recherchiere im Internet und schreibe Argumente auf, die dafür bzw. dagegen sprechen.



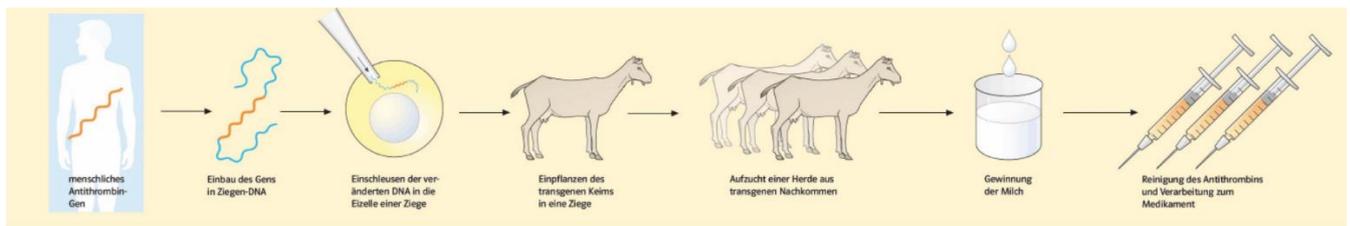
4 Gentechnisch verändertes Getreide auf dem Acker



5 Protest-Aktion: Der Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen ist umstritten.

Informiert euch z.B. hier über transgene Pflanzen:

<https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/gentechnisch-veraenderte-pflanzen-der-zweiten-generatio-10410>



Transgene Tiere

Tiere nach Plan

Gentechniker können auch artfremde Gene in die DNA von Tieren einbauen. Tiere mit Fremd-DNA nennt man **transgene Tiere**.

Medikamente aus Ziegenmilch

Ein Anwendungsbereich für transgene Tiere ist das **Gene-Pharming**. Hierbei wird das Erbmateriale von Tieren so verändert, dass diese für den Menschen nützliche Wirkstoffe herstellen. Seit dem Jahr 2008 ist in einigen EU-Ländern das erste auf diese Weise erzeugte Arzneimittel auf dem Markt: Antithrombin III. Das menschliche Antithrombin ist ein Protein, das die Blutgerinnung hemmt. Solche Blutgerinnungshemmer setzt man bei Venenerkrankungen ein. Dies soll den Patienten vor lebensbedrohlichen Thrombosen schützen. Ursprünglich isolierte man den Wirkstoff Antithrombin aus menschlichem Spenderblut.

Forscher in den USA gelang es, mithilfe gentechnischer Verfahren das Gen für das menschliche Antithrombin in das Genom von Ziegen einzuschleusen (▷ B1). Diese

transgenen Ziegen bilden das Protein und scheiden es mit der Milch aus. Mit relativ geringem Aufwand kann man den Wirkstoff zum Medikament weiterverarbeiten.

Das Euter der Ziegen erfüllt die Funktion eines **Bioreaktors**. Bioreaktoren sind im ursprünglichen Sinne Behälter, in denen man Mikroorganismen und Zellen kultiviert. Die Herstellerfirma gibt an, dass eine transgene Ziege pro Jahr dieselbe Menge Antithrombin produzieren kann, wie 90 000 Blutspenden ergeben würden.

Säugetiere als Ersatzteillager

Viele Organe des Schweines ähneln in Größe und Form denen des Menschen. Bei der Organverpflanzung vom Tier zum Menschen spielt die Gentechnik eine wichtige Rolle. Aufgrund der Immunabwehr stößt der menschliche Körper fremde Organe nach einer Transplantation oftmals ab. Gentechniker versuchen durch Einbringen menschlicher DNA-Sequenzen die fremden Zellen eines Spenderorgans zu verändern. Damit will man die Abstoßung eines transplantierten Organs unterdrücken.

Transgene Stechmücken

Bei der Bekämpfung von Stechmücken, die Krankheiten übertragen können, setzt man transgene Stechmücken ein. Dazu züchten Wissenschaftler im Labor transgene sterile Männchen, die sie später freisetzen. Nach der Paarung mit transgenen Stechmückenmännchen bringen die Weibchen lebensunfähige Nachkommen zur Welt. Auf der karibischen Insel Grand Cayman konnte man in einem Feldversuch die Population der Gelbfiebermücke um 80% reduzieren.

Leuchtende Fische für Zuhause

In das Genom eines Zebrafisch (▷ B 2) übertrug man das Fluoreszenz-Gen von Quallen oder Korallen. Dieser transgene Fisch leuchtet bei Lichteinstrahlung farbig: er fluoresziert. Gentechniker entwickelten diese transgenen Fische ursprünglich für



2 Glofish-Zebrafische

die Forschung. Später entwickelte man sie speziell für den Zierfischhandel weiter. Sie sind unter dem Namen „Glofish“ auf dem Markt.

In Deutschland sind Zucht und Handel mit gentechnisch veränderten Tieren verboten.

Gentechnisch veränderte Tiere, die ein Fremd-Gen enthalten, bezeichnet man als transgene Tiere.

AUFGABEN

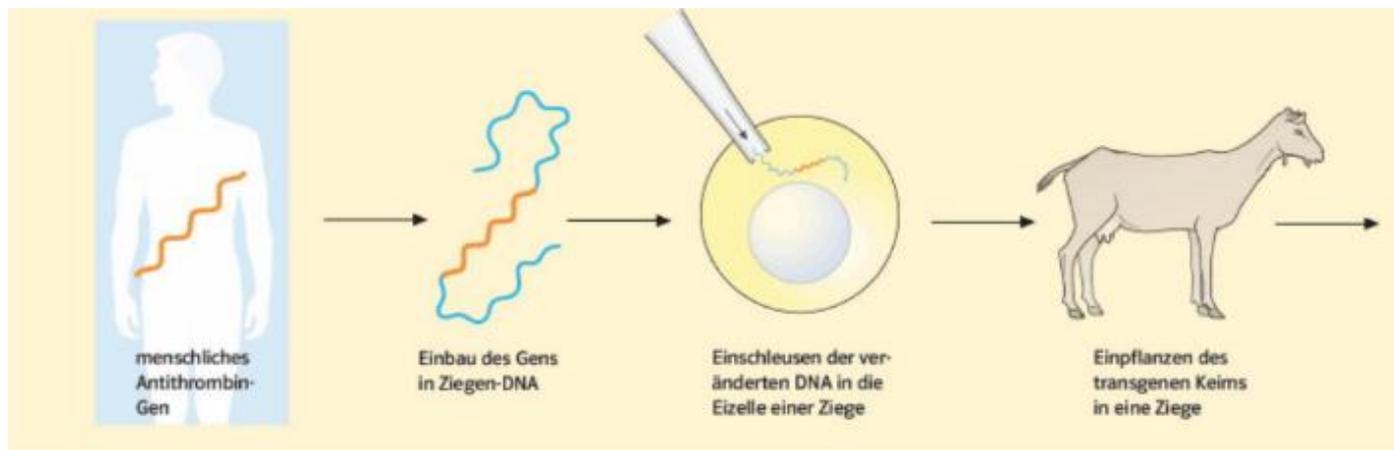
- Beschreibe das Gene-Pharming in Bild 1.
- Nenne weitere Medikamente, die mithilfe transgener Tiere hergestellt werden.
- Begründe, warum die Milch transgener Ziegen nicht zum Verzehr geeignet ist.
- Recherchiere, ob man neben Medikamenten auch andere Produkte mithilfe transgener Tiere herstellt. Stelle der Klasse deine Ergebnisse vor.
- Ein Mitschüler schlägt vor, in das Schulaquarium Glofish-Zebrafische einzusetzen.
 - Finde Argumente dafür und dagegen.
 - Triff für dich eine Entscheidung und begründe sie.
 - Informiere dich über weitere transgene Haustiere.
- „Zu meinem eigenen Vergnügen darf ich Tiere gentechnisch verändern.“ Bewerte diese Aussage.

Informiert euch z.B. hier über transgene Tiere:

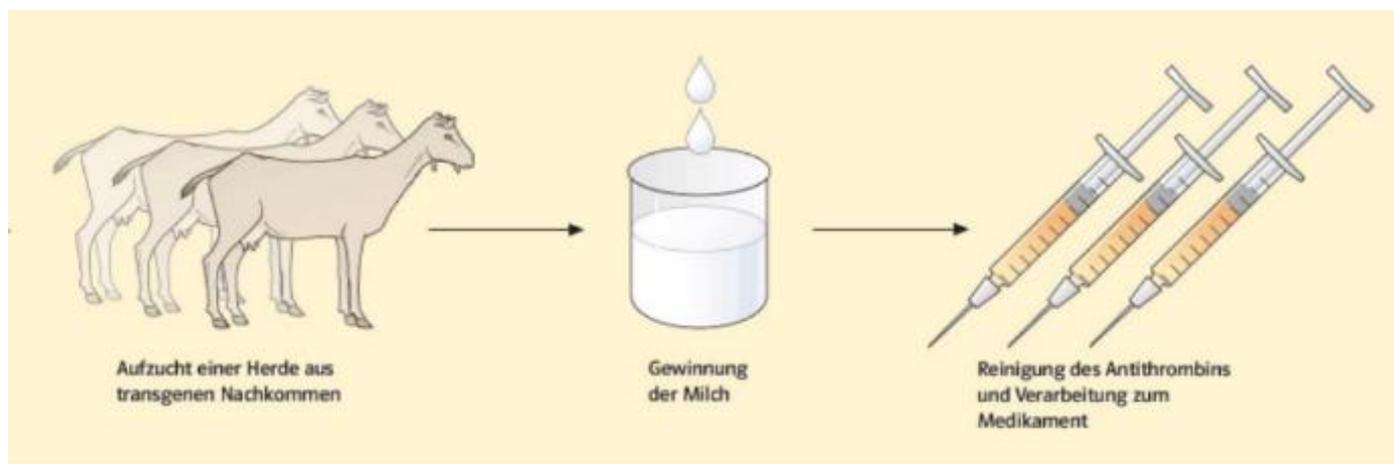
<https://www.transgen.de/tiere/670.gentechnik-tieren-stand.html>

Die Links zum Thema GloFish aus dem ersten Abschnitt dürfen hier natürlich auch benutzt werden.

Die Abbildung der transgenen Tiere gibt es hier nochmal in größer:



1 Gene-Pharming: Medikamente mithilfe transgener Tiere herstellen



Wiederholung

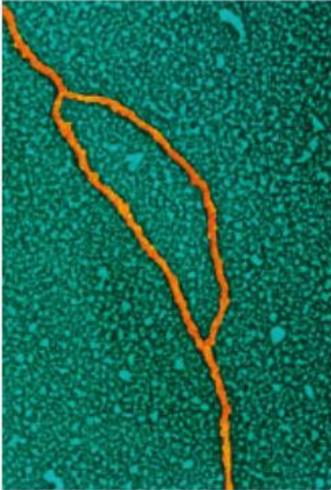
Zur Wiederholung können gut die drei Teile „Grundlagen der Genetik“ dienen:

<https://www.youtube.com/watch?v=Z0ATGYky5-k>

<https://www.youtube.com/watch?v=xC67V2LewrE>

<https://www.youtube.com/watch?v=NDy0dPRjUPk>

Zusammenfassung



1 Verdoppelung des DNA-Stranges

Lebewesen bestehen aus Zellen

Alle Lebewesen bestehen aus Zellen. Diese bilden die Grundbausteine des Lebens. In ihnen übernehmen Zellbestandteile alle wichtigen Aufgaben. Zum Beispiel stellen Mitochondrien Energie bereit.

Der Zellkern enthält das Erbmateriale

Der Zellkern enthält das genetische Material eines Lebewesens. Er steuert die Lebensvorgänge. Die DNA liegt in Form von Chromosomen im Zellkern.

Die Chromosomen

Ein Doppelchromosom besteht aus zwei identischen Einzelchromosomen, die über das Centromer miteinander verbunden sind. Eine menschliche Körperzelle enthält zwei Chromosomensätze ($n=46$). Neben den 44 Körperchromosomen enthält eine Zelle 2 Geschlechtschromosomen. Frauen besitzen zwei X-Chromosomen (XX). Männer besitzen nur ein X-Chromosom und ein Y-Chromosom (XY). Die Keimzellen enthalten nur einen Chromosomensatz ($n=23$).

Einzigartig – die DNA

Die DNA ist eine Doppelhelix. Zucker und Phosphat bilden die beiden Stränge. Sie sind jeweils durch zwei komplementäre Basen miteinander verbunden. Die Basenpaare sind stets Adenin und Thymin sowie Cytosin und Guanin. Zucker, Phosphat und die Basen bilden die Bausteine der DNA, die Nucleotide. Die Abfolge der Basenpaare bezeichnet man als Basensequenz.

Die Mitose

Die Mitose ist eine Zellteilung. Im Verlauf der Mitose entstehen aus einer Zelle zwei Tochterzellen mit gleichen Chromosomensätzen. Die Tochterzellen haben also identische Zellkerne.

Vom Gen zum Merkmal

Bei der Transkription wird die Basenabfolge eines DNA-Abschnitts in die Basenabfolge der mRNA umgeschrieben. Bei der Translation wird die Basenabfolge der mRNA in die Aminosäurenabfolge des Proteins übersetzt. Das Protein (Enzym) bewirkt die Ausprägung eines Merkmals.

Die Mendel'schen Regeln

Nach Kreuzungsversuchen mit Gartenerbsen stellte MENDEL Gesetzmäßigkeiten bei der Vererbung fest. Aus seinen Erkenntnissen lassen sich die Mendel'schen Regeln ableiten: die Uniformitätsregel, die Spaltungsregel und die Unabhängigkeitsregel.

Die Meiose – Bildung von Keimzellen

Bei der Bildung der Keimzellen wird die Anzahl der Chromosomen halbiert, sodass sich die Anzahl bei der Befruchtung nicht verdoppelt. Nach zwei Reifeteilungen entstehen Eizellen bzw. Spermien.

Mutation

Mutationen sind Veränderungen im Erbmateriale. Mutagene können eine Mutation auslösen. Es können einzelne Gene, Chromosomen oder das ganze Genom betroffen sein. Ob eine Mutation sich positiv oder negativ auf ein Lebewesen auswirkt oder ob sie ohne Wirkung bleibt, hängt oft auch von den Umweltbedingungen ab.

Modifikation

Eine Modifikation ist eine durch Umwelteinflüsse hervorgerufene Veränderung von Merkmalen.

Gentechnik

Mithilfe der Gentechnik lassen sich Gene von einer Art auf eine andere übertragen. Lebewesen, die ein Fremd-Gen enthalten, bezeichnet man als transgene Lebewesen.