

Erben und vererben

Beispielantworten

Auch das Aussehen eines Menschen ist von dessen Erbanlagen abhängig. Die Erbanlagen stammt zur Hälfte von der Mutter und zur anderen Hälfte vom Vater.

Unser Erbmaterial besteht aus Desoxyribonucleinsäure, kurz DNA.

Die Abfolge der einzelnen Bausteine der DNA unterscheidet sich von Mensch zu Mensch. Sie ist so individuell wie ein Fingerabdruck. Man spricht deshalb vom „genetischen Fingerabdruck“. Um einen genetischen Fingerabdruck zu erstellen, entnimmt man DNA aus Zellen und erzeugt in einem technischen Verfahren ein Bandenmuster von charakteristischen Bruchstücken der DNA. Im Vergleich mit anderen Bandenmustern stellt man Übereinstimmungen und Unterschiede fest und kann so z.B. einen Täter überführen, eine Vaterschaft nachweisen oder auch in der Evolutionsbiologie die Verwandtschaft von Lebewesen überprüfen.

Lebensmittel, die von gentechnisch veränderten Organismen stammen oder solche enthalten, müssen gekennzeichnet sein. Lebensmittel oder Zutaten, die nur mithilfe von gentechnisch veränderten Organismen hergestellt wurden, müssen allerdings nicht gekennzeichnet werden.

Beispiellösung zum Schreibauftrag

Zu folgenden Themen könnten entsprechende Eintragungen auf den Karten erscheinen:

- Bei der Zucht von Pflanzen und Tieren werden gentechnische Verfahren eingesetzt.
- Politiker streiten sich darüber, ob Gentechnik das Erbmaterial des Menschen verändern darf.
- Gentechnisch veränderte Pflanzen und Tiere dürfen nur mit Genehmigung freigesetzt werden.
- Manche Arzneimittel werden gentechnisch hergestellt.
- Beim Ausbruch von manchen Krankheiten (Aids, Covid 19) gerieten gentechnisch veränderte Krankheitserreger in Verdacht.
- Manche Wissenschaftler warnen vor Risiken beim Verzehr von Lebensmitteln, bei deren Erzeugung Gentechnik eingesetzt wurde.

Teilkapitel
SB S. 44 – 55

Basis
SB S. 44/45

Das Erbmateriale

Zelle – Zellkern – Chromosomen

Aufgabenlösungen

- 1 Siehe Bild 1 im Schülerbuch.
- 2 Die Chromosomen liegen im Zellkern. Sie sind die Träger des Erbmateriale und steuern die Lebensvorgänge. Sie bestehen aus langen Molekülketten, die meist ein ungeordnetes Knäuel bilden. Vor Beginn der Zellteilung ziehen sie sich zusammen und sind dann als x-förmige Strukturen erkennbar. Sie unterscheiden sich in Form und Größe. Jeder dieser Chromosomentypen kommt im Zellkern zweimal vor.
- 3 Zuerst wird ein Mikropräparat eines Chromosomensatzes hergestellt und unter dem Mikroskop fotografiert. Die einzelnen Chromosomen werden aus dem Foto ausgeschnitten und dann nach Größe und Form sortiert.
- 4 Alle Lebewesen einer Art haben in allen Körperzellen eine bestimmte, für diese Art typische Anzahl von Chromosomen. Beispiele aus der Tabelle (Bild 4) oder aus anderen Quellen.
- 5 Ein Chromosomensatz des Menschen besteht aus 23 Chromosomen ($n = 23$). In jeder Körperzelle gibt es zwei Chromosomensätze ($2n = 46$).
- 6 Da ein Karpfen 104 und ein Schachtelhalm 216 Chromosomen besitzt, kann im Vergleich mit dem Menschen nicht gelten: Je mehr Chromosomen, desto höher die Entwicklungsstufe. Da der Spulwurm 2 und der Spinat 12 Chromosomen haben, passt auch die Umkehrung nicht: Je weniger Chromosomen, desto höher die Entwicklungsstufe.

Basis
SB S. 46/47

Die Mitose

Aufgabenlösungen

- 1 Interphase (Arbeitsphase) und Mitose (Teilungsphase).
- 2 Das Teilungskörperchen teilt sich zu Beginn der Mitose und bildet den Spindelapparat. Die feinen Fasern des Spindelapparates ordnen die Chromosomen in der Zellmitte an, trennen die Doppelchromosomen in ihre beiden identischen Einzelchromosomen und ziehen diese zu den Zellpolen.
- 3 Schon ab der Befruchtung der Eizelle wird durch Zellteilungen das Wachstum ermöglicht. Aber nicht nur beim Wachsen müssen neue Zellen gebildet werden. Auch nach einer kleinen Verletzung ersetzen Zellteilungen die zerstörten Zellen. In unserem Körper müssen aber auch abgestorbene Zellen durch neue ersetzt werden. Zellteilungen spielen somit eine wichtige Rolle bei Wachstums-, Reparatur- und Erneuerungsprozessen.
- 4 Je nach gewählten Modellen (s. Schülerbuch S. 48, V1 oder V2) können die Ergebnisse hier variieren.
- 5 Phasen der Mitose: Prophase -> Metaphase -> Anaphase -> Telophase
- 6 Die Chromosomen einer menschlichen Zelle lassen sich am besten während der Metaphase (B) untersuchen. Während dieser Phase sind sie maximal kondensiert, die Kernhülle ist zurückgebildet und die homologen Chromosomen sind paarweise in der Zellmitte angeordnet.]

Werkstatt
SB S. 48

Chromosomen-Modelle

Versuche

1 Ein Chromosomenmodell bauen

Aufgabenlösungen:

1.
a)

Modell	Chromosom
nicht aufgewickelter Draht	Arbeitsform
aufgewickelter Draht	Transportform
Druckknopf	Centromer
Druckknopf mit zwei Drahtspiralen	Einzelchromosom
Druckknopf mit vier Drahtspiralen	Doppelchromosom

b)

Arbeitsschritte beim Bau des Modells	Vorgänge in der Zelle
Verbinden zweier Drahtstücke mit dem Druckknopf (Schritt b)	Einzelchromosom in Arbeitsform
Aufwickeln des Drahtes (Schritt c)	Das Chromosom zieht sich zur Transportform zusammen.
Verbinden des Drahtes mit den Druckknöpfen (Schritt d)	Chromosomen-Verdoppelung: Es entstehen zwei identische Chromosomen, die noch am Centromer verbunden sind (Doppelchromosom).
Trennen der Druckknöpfe	Trennen des Doppelchromosoms in zwei Einzelchromosomen

Bedeutung der Vorgänge für die Zelle: Da das Erbmateriale bei der Mitose auf zwei Tochterzellen verteilt wird, muss es zuvor verdoppelt werden. Zur Mitose verdichten sich die Chromosomen (kondensieren) zur Transportform. So können die Spindelfasern die Doppelchromosomen zur Äquatorialebene und dann die Einzelchromosomen zu den Zellpolen ziehen.

2 Chromosomenmodelle vergleichen

Aufgabenlösungen:

- Die mit den vorgegebenen Materialien herzustellenden Modelle können alle den Aufbau eines Chromosoms zeigen. Allerdings unterscheiden sie sich stark in ihrer Genauigkeit. Allen gemeinsam ist, dass sie aus einem anderen Material bestehen als das Original und auch einen anderen Maßstab besitzen. Der Feinbau ist nicht wiedergegeben.
- Alle hergestellten Modelle sind zunächst Strukturmodelle. Einige können auch den Charakter von Funktionsmodellen haben, z. B. lassen sich Doppelchromosomen aus Pfeifenputzern in Einzelchromosomen trennen.

Aufgabenlösungen

- 1 Allgemeine Unterschiede zwischen Modell und Original: Größe, Farbe, Form, Material, Genauigkeit. Modelle dienen der Veranschaulichung komplexer Strukturen oder Vorgänge. Entsprechend sind sie mehr oder weniger stark vereinfachte Abbilder der Wirklichkeit: Sie konzentrieren sich auf die wesentlichen Details und sind deshalb klar und übersichtlich
- 2 . Individuelle Lösung. Die Präsentation ermöglicht einen Vergleich zwischen Modell und Realobjekt. Dabei entsprechen Teile des Modells den realen Strukturmerkmalen. Diese Entsprechungen stehen im Mittelpunkt der Präsentation und lassen eine Bewertung der Leistungsfähigkeit des Modells zu.
- 3 Individuelle Lösung. Es können Papierbögen vorbereitet werden, auf denen Umrisse der Zelle, des Zellkerns und zusätzlich Teilungskörperchen bzw. der Spindelapparat aufgezeichnet sind. Auf diesen Bögen werden nun die Modellchromosomen bewegt. Sind kleine Haftmagnete vorhanden, ist auch die Wandtafel ein geeignetes Trägermedium. Falls es die Größe der Modelle zulässt, ist auch eine OHP-Projektion denkbar.
Anstelle der physischen Modelle kann über ein Präsentationsprogramm ein animierter Mitoseablauf entworfen werden. Hierfür sind einfache, leicht zu erwerbende mediale Kompetenzen erforderlich.

Werkstatt
SB S. 49

Versuch zur Mitose

Versuch

1 Kernteilung unter dem Mikroskop

Unter dem Mikroskop lassen sich Zellen in unterschiedlichen Zellstadien betrachten. Am häufigsten erkennt man Zellen während der Interphase. In ihren Zellkernen sieht man ein durch die Karminessigsäure rötlich gefärbtes Gerüst, das Chromatin. Mit etwas Glück findet man allerdings auch Zellen während der Mitose, die durch dunkelrot gefärbte Chromosomen zu erkennen sind.

Aufgabenlösungen:

1. Die Skizzen verschiedener Zellen aus dem Präparat werden mithilfe der Abbildungen zur Mitose (► SB, S. 46, B1) beschriftet.
2.
 - a) Individuelle Lösungen. Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen dem selbst hergestellten Präparat und den Darstellungen in Bild 1 können unter anderem sein: unterschiedliche Schärfe, andere Farbtönung, Zellen in unterschiedlichen Zellstadien.
 - b) Individuelle Lösungen. Mögliche Fehler bei der Durchführung: Zwiebeln sind nicht richtig gewachsen, Fixierung ist fehlgeschlagen (Zeitdruck), Färbung ist fehlgeschlagen, Wurzelspitze wurde nicht richtig zerdrückt und somit liegen zu viele Zellen übereinander.
3.
 - a) Individuelle Lösungen. Muster für die Tabelle:

Mitosestadium	Anzahl der Zellen
Interphase	
Prophase	
Metaphase	
Anaphase	
Telophase	

b) Am häufigsten finden sich im Präparat Zellen in der Interphase. Die Interphase ist die Phase einer Zelle, in der sie arbeitet, wächst und sich auf die Teilung vorbereitet. Sie ist im Vergleich zur Mitose wesentlich länger. Deshalb kommt diese Phase auch am häufigsten im Präparat vor.

Material
SB S. 50/51

Erbmaterial: die DNA

Aufgabenlösungen

1

- a) Nucleotide bestehen jeweils aus einem Zucker, der Desoxyribose, einem Phosphat und einer von vier verschiedenen organischen Basen.
- b) T-G-T-C-C-G-A

c) Individuelle Lösung. Im Textverarbeitungs- oder im Präsentationsprogramm sind die erforderlichen Modellteile mithilfe der Funktion „Einfügen“ in der Formensammlung zu finden. Sie lassen sich individuell über Zeichentools einfärben. Eine beigelegte Legende erklärt die jeweilige Farbbedeutung.

2

- a) Auf dem DNA-Doppelstrang haben die Basenpaare eine individuelle Reihenfolge. Diese Reihenfolge wird als Basensequenz bezeichnet.
- b) Das Erbmateriale eines Kindes stammt jeweils zur Hälfte von beiden Eltern. Bestimmte DNA-Abschnitte im Erbmateriale des Kindes müssen sich deshalb auch im Erbmateriale des Vaters finden.
- c) Bei eineiigen Zwillingen stimmt das Erbmateriale zu fast 100 Prozent überein.

3

- a) Die Forscher wollten überprüfen, ob der Wurzelbereich, der den Zellkern enthält, oder der Stiel der fremden Art für die Ausbildung des Hutes ausschlaggebend ist.
- b) Der Zellkern im Wurzelbereich enthält das Erbmateriale, das die Vorgänge in der Zelle steuert. Da der Wurzelbereich von der Schirmalge mit dem kleineren Hut stammt, ist zu vermuten, dass auch wieder ein kleiner Hut nachwächst.
- c) Schirmalgen bestehen aus einer einzigen Zelle. Der Zellkern liegt im Wurzelbereich. Der Stiel und der Hut enthalten kein Erbmateriale.

Basis
SB S. 52/53

Vom Gen zum Merkmal

Aufgabenlösungen

- 1 Ein Gen ist ein DNA-Abschnitt, der die Basenabfolge für ein bestimmtes Protein umfasst.
- 2 Durch die Basenabfolge des Gens (DNA-Abschnitt) ist die Aminosäureabfolge des Proteins festgelegt.
- 3 Transkription: Die Basenabfolge eines DNA-Abschnitts (eines Gens) wird in die Basenabfolge der mRNA umgeschrieben.
Translation: An den Ribosomen wird die Basenabfolge der mRNA in die Aminosäureabfolge eines Proteins übersetzt. Dabei steht jeweils ein Basentriplett für eine Aminosäure. Die Aminosäuren werden von der tRNA zu den Ribosomen transportiert und dort zu einer Kette zusammengefügt.
- 4 Die DNA befindet sich im Zellkern, die Ribosomen – Orte der Proteinbiosynthese – liegen jedoch im Zellplasma. Die mRNA ist eine Kopie eines DNA-Abschnitts. Sie verlässt den Zellkern und wandert als Botenmolekül zu den Ribosomen.
- 5 Die Basenabfolge eines Gens (DNA-Abschnitt) wird kopiert (Transkription). Die entstandene mRNA gelangt durch die Kernporen zu den Ribosomen im Zellplasma. Jeweils drei Basen der mRNA (Basentriplett) stehen für eine Aminosäure. Die tRNA (einzelne Basentriplets) transportiert die Aminosäuren zu den Ribosomen. Da entsprechende Triplets von mRNA und tRNA wie ein Schlüssel zum Schloss passen, werden die Aminosäuren an den Ribosomen in entsprechender Reihenfolge zu einem Protein verknüpft.
- 6 Kopie von AAG-CCA-TGC: UUC-GGU-ACG
Die mRNA enthält statt der Base Thymin die Base Uracil.

Infografik
SB S. 54/55

Die Meiose – Keimzellen entstehen

Aufgabenlösungen

- 1 Bei der ersten Reifeteilung werden ganze Chromosomen verteilt. Dabei erfolgt die Verteilung von mütterlichen und väterlichen Chromosomen zufällig. Der Chromosomensatz wird halbiert. Bei der zweiten Reifeteilung werden die Chromatiden getrennt. Sie läuft genauso ab wie eine Mitose. Der Chromosomensatz bleibt gleich.
-

2 Bei der Befruchtung verschmelzen zwei Keimzellen miteinander: eine Eizelle und ein Spermium. Die Halbierung des Chromosomensatzes bei der Bildung der Keimzellen ist notwendig, damit sich der Chromosomensatz nicht bei jeder Befruchtung verdoppelt.

3

- a) Siehe Infografik. [Lesestrategie Nr. 6]
- b) Siehe Infografik.

4

	Mitose	Meiose
Aufgabe	Vermehrung von Körperzellen	Bildung von Keimzellen
Ablauf	eine Teilung	zwei Reifeteilungen
Ergebnis	2 Tochterzellen, genetisch identisch mit der Mutterzelle	4 Tochterzellen (Keimzellen), nicht genetisch identisch mit der Mutterzelle
Chromosomensatz der Tochterzellen	diploid	haploid

Teilkapitel
SB S. 56 – 63

Basis
SB S. 56/57

Die Vererbung

Die Vererbungslehre

Aufgabenlösungen

1

reinerbig	Für ein bestimmtes Merkmal tragen die homologen Chromosomen das gleiche Allel.
dominantes Merkmal	Merkmal, das sich gegen ein rezessives Merkmal durchsetzt und das dann ausgeprägt wird
rezessives Merkmal	Merkmal, das sich gegen ein dominantes Merkmal nicht durchsetzt und das dann nicht ausgeprägt wird
Kreuzungsschema	Veranschaulichung der Vererbung
Allel	unterschiedliche Versionen eines Gens für ein bestimmtes Merkmal (z. B. für Blütenfarbe Rot oder Weiß)
Genotyp	Erbbild
Phänotyp	Erscheinungsbild (ausgeprägtes Merkmal)

2 Individuelle Lösungen. Als Differenzierungsmöglichkeit bietet es sich hier an, die Aufgabe 5 in das Heft ergänzen zu lassen.

3

Phänotyp	braune Maus		weiße Maus	
Genotyp	BB		bb	
Keimzellen	B	B	b	b
Kreuzungsdiagramm Merkmal: Fellfarbe B = braun b = weiß	Bb	Bb	Bb	Bb
Phänotyp	braun	braun	braun	braun

4 Die schwarzen Kaninchen, die miteinander gekreuzt wurden, müssen mischerbig gewesen sein. Ihre Keimzellen tragen somit entweder das Allel für „weißes Fell“ oder das Allel für „schwarzes Fell“. Die Nachkommen tauchen nach der Spaltungsregel in einem Verhältnis von 3 : 1 auf. Daher ist ein Viertel der Kaninchen weiß.

5 Die Unabhängigkeitsregel besagt: Kreuzt man zwei Individuen einer Art, die in Bezug auf zwei (oder mehr) Merkmale reinerbig sind und sich in diesen unterscheiden, so sind die Nachkommen der T1-Generation untereinander gleich. In der T2-Generation zeigen sich jedoch alle möglichen Merkmalskombinationen in einem Verhältnis von 9 : 3 : 3 : 1. Die Allele für verschiedene Merkmale werden also unabhängig voneinander vererbt.

6 Kreuzungsschema:

Elterngeneration																													
Phänotyp (Erscheinungsbild)	schwarz einfarbig	rotbraun gefleckt																											
Genotyp (Allele)	AABB	aabb																											
mögliche Keimzellen	AB	ab																											
Tochtergeneration 1																													
Kreuzungsschema Merkmal Fellfarbe: A für schwarz, a für rotbraun Merkmal Einfarbigkeit: B für einfarbig, b für gefleckt	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>ab</td> </tr> <tr> <td>AB</td> <td>AaBb</td> </tr> </table>			ab	AB	AaBb																							
	ab																												
AB	AaBb																												
Phänotyp	schwarz, einfarbig	schwarz, einfarbig																											
Genotyp	AaBb	AaBb																											
mögliche Keimzellen	AB, Ab, aB, ab	AB, Ab, aB, ab																											
Tochtergeneration 2																													
Kreuzungsschema	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>AB</td> <td>Ab</td> <td>aB</td> <td>ab</td> </tr> <tr> <td>AB</td> <td>AABB</td> <td>AABb</td> <td>AaBB</td> <td>AaBb</td> </tr> <tr> <td>Ab</td> <td>AABb</td> <td>AAbb</td> <td>AaBb</td> <td>Aabb</td> </tr> <tr> <td>aB</td> <td>AaBB</td> <td>AaBb</td> <td>aaBB</td> <td>aaBb</td> </tr> <tr> <td>ab</td> <td>AaBb</td> <td>Aabb</td> <td>aaBb</td> <td>aabb</td> </tr> </table>					AB	Ab	aB	ab	AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb	Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb	aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb	ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb
	AB	Ab	aB	ab																									
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb																									
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb																									
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb																									
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb																									

Zur Vereinfachung wird vorausgesetzt, dass die schwarzen einfarbigen Tiere der Elterngeneration bezüglich dieser Merkmale reinerbig sind. In der T2-Generation tauchen statistisch drei Tiere mit dem gewünschten Phänotyp auf. Eines davon ist reinerbig (AAbb), die beiden anderen sind mischerbig. Durch weitere Kreuzungen müssen die reinerbigen Tiere bestimmt werden. Sie können für die Züchtung verwendet werden.

Vererbung beim Menschen

Aufgabenlösungen

- 1 Mendel wusste nichts über Allele, Gene und Chromosomen. Er konnte daher auch noch nicht erkennen, dass einige Merkmale von mehreren Genen abhängen.
- 2 Die Hautfarbe des Menschen zeigt sich in nahezu unzähligen Variationen. Dies lässt sich dadurch erklären, dass an der Ausprägung der Hautfarbe sehr viele Gene beteiligt sind, die unabhängig voneinander vererbt und somit frei kombiniert werden können.
- 💡 3 Die Keimzellen der Mutter können die Allele für A oder B tragen. Die des Vaters tragen die Allele für B oder O. Daraus ergeben sich für das Kind folgende mögliche Blutgruppen: AB, A (Allele A0), B (Allele B0 oder BB).
- 💡 4 Eine Vaterschaft kann über die Blutgruppen nicht eindeutig nachgewiesen werden. Selbst wenn die Blutgruppe des Kindes zu der des Vaters passen würde, träfe das auch auf unzählige andere Männer zu. Beweisen lässt sich die Vaterschaft damit also nicht. Über die Blutgruppen kann man aber eine Vaterschaft sicher ausschließen. Hat der vermeintliche Vater z. B. die Blutgruppe O und das Kind die Blutgruppe AB, so ist eine Vaterschaft unmöglich. [Lesestrategie Nr. 7]
- 5 Individuelle Lösungen. Beispiele:
Ist für die Ausprägung eines Merkmals immer nur ein Gen verantwortlich?
Gelten die Mendelschen Regeln auch bei der Ausprägung eines Merkmals, das durch mehrere Gene bestimmt wird?
Wie entsteht die Augenfarbe beim Menschen?
In wie vielen Ausprägungen kommt die Augenfarbe beim Menschen vor?
Welche Ausprägungen der Augenfarbe gibt es beim Menschen?
Von wie vielen Merkmalen wird die Ausprägung der Haut schätzungsweise bestimmt?
Warum sind so viele verschiedene Ausprägungen der Hautfarbe beim Menschen möglich?
In welchen Varianten kommt das 23. Chromosom beim Menschen vor?
Wie viele Gene enthält das X-Chromosom, wie viele das Y-Chromosom?
Wie viele Blutgruppen gibt es beim Menschen und welche?
Woher kommt der Name des ABO-Systems?
Was ist ein Antigen?
Welche Antigene haben Menschen mit der Blutgruppe AB?
Welche Allele der Blutgruppen sind zu welchen Allelen dominant / rezessiv / kodominant?
[Lesestrategie Nr. 2]
- 6 Neben den Antigenen A und B kann auf den roten Blutzellen noch ein weiteres Antigen vorkommen: der Rhesusfaktor. 85 % aller Europäer/innen tragen dieses Antigen auf den roten Blutzellen. Man bezeichnet sie als rhesuspositiv (Rh +). Fehlt der Rhesusfaktor, spricht man von rhesusnegativ (rh -). Der Rhesusfaktor wird dominant vererbt. Im Genotyp ordnet man dem Allel für den Rhesusfaktor ein großes „D“ zu. Fehlt der Rhesusfaktor, so verwendet man ein kleines „d“. Der Rhesusfaktor kann genotypisch reinerbig oder mischerbig vorliegen. Neben dem ABO-System stellt das Rhesussystem eine weitere Möglichkeit dar, die Blutgruppen zu bestimmen.

Veränderungen des Erbmaterials

Aufgabenlösungen

- 1
- | Mutationsart | Erklärung |
|---------------------|--|
| Genmutation | Ein einzelnes Gen ist verändert. |
| Chromosomenmutation | Ganze Teile eines Chromosoms sind verändert. |
| Genommutation | Die Anzahl der Chromosomen ist verändert. |

○

2 Viele Mutationen haben keine Auswirkungen, da trotz der Veränderung der DNA dasselbe Protein gebildet wird.



3 Albino-Amseln sind unter anderem deswegen selten, weil die Mutation nur selten auftritt. Tiere, die diese Mutation aufweisen, sind außerdem durch ihr weißes Gefieder für Raubtiere gut sichtbar und haben daher nur selten Nachkommen, an die sie das mutierte Gen vererben.
[Lesestrategie Nr. 7]



4 Mutationen sind nicht grundsätzlich Defekte. Sie können auch keine Auswirkungen haben oder sogar einen Vorteil bieten, wenn das durch die Mutation gebildete Protein dem Lebewesen in seinem aktuellen Lebensraum einen Überlebensvorteil (z. B. weißes Fell in schneereichen Gebieten) bietet.

5



a) Es sind viele verschiedene Lösungen möglich. Lösungsbeispiel:
Veränderung eines Buchstabens: CTG GGT TAG

Verlust eines Buchstabens: ATG GGT AG

Einfügen eines Buchstabens: ATG AGG TTA G



b) Original: ATG GGT TAG → UAC CCA AUC

Veränderung eines Buchstabens: CTG GGT TAG → GAC CCA AUC

Verlust eines Buchstabens: ATG GGT AG → UAC CCA UC

Einfügen eines Buchstabens: ATG AGG TTA G → UAC UCC AAU C

Extra
SB S. 62

Leben mit Behinderung

Aufgabenlösungen



1 Sozialdienste sowie ehrenamtliche Helferinnen und Helfer nehmen sich Zeit für diejenigen, die einen erhöhten Förderbedarf haben. Sie helfen, Menschen mit Behinderung in die Gesellschaft zu integrieren und ihnen das Gefühl zu geben, Teil der Gemeinschaft zu sein. Behindertenwerkstätten, die Sozialdienste unterhalten, sind wichtige Einrichtungen, um Menschen mit Behinderung selbstwirksam und selbstständig werden zu lassen. Wie alle anderen Menschen arbeiten sie hier und können etwas leisten.



2 Individuelle Lösungen. Lösungsbeispiel:

Vorurteile	Gegenargumente
"Menschen mit einer Trisomie 21 sind dumm, können nicht gut lernen."	Die geistige Leistungsfähigkeit ist bei Menschen mit Trisomie 21 sehr unterschiedlich. Es gibt Beispiele, dass Kinder mit der richtigen Förderung auch höhere Schulabschlüsse erzielen können. CARINA KÜHNE z. B. hat den Mittelschulabschluss an einer Regelschule mit guten Ergebnissen absolviert.
"Menschen mit einer Trisomie 21 haben alle ganz bestimmte Eigenschaften."	Menschen mit Trisomie 21 haben genauso individuelle Eigenschaften, Stärken und Schwächen wie andere Menschen. CARINA KÜHNE z. B. ist ein sehr aktiver, engagierter Mensch und enttäuscht darüber, dass man ihr nichts zutraut.
"Menschen mit einer Trisomie 21 sind nicht leistungsfähig."	Menschen mit einer Trisomie 21 nehmen in den unterschiedlichsten Berufen aktiv am Arbeitsleben teil. CARINA KÜHNE z. B. ist Schauspielerin und engagiert sich aktiv für Menschen mit Behinderung.



3 Individuelle Lösungen. Mögliche Argumente:

- Leistung muss vor dem Hintergrund der individuellen Fähigkeiten beurteilt werden.
- Wer arbeitet, muss von seinem Lohn auch leben können.
- Mehr Betreuung kostet den Betrieb mehr.
- Wer mehr arbeitet oder anspruchsvollere Arbeit macht, muss auch mehr verdienen.

Extra
SB S. 63

Inklusion: gemeinsam lernen

Aufgabenlösungen



1 Individuelle Lösungen. Es kann z. B. beschrieben werden, ob ...

... behindertengerechte Einrichtungen wie Aufzüge etc. vorhanden sind bzw. welche Umbaumaßnahmen nötig wären.

... Mitschülerinnen oder Mitschüler eine Schulbegleiterin / einen Schulbegleiter haben bzw. wie dies möglich gemacht werden könnte.

... besondere Förderlehrkräfte, Therapeuten oder Pflegekräfte an der Schule arbeiten bzw. wie dies möglich gemacht werden könnte.

... allgemein eine tolerante Haltung vorherrscht und wie eventuell bestehende Berührungsängste und Vorurteile abgebaut werden könnten.

2 Beispiellösung:

- Sie bauen Berührungsängste und ggf. Vorurteile ab.
- Sie lernen, Rücksicht auf andere / Schwächere zu nehmen.
- Sie lernen ganz andere Blickwinkel kennen.
- Sie können Verantwortung für andere übernehmen.

3 Beispiellösung:

Förderschule: Eine Förderschule ist eine spezielle Schule für Kinder mit geistiger oder körperlicher Behinderung.

Regelschule: Eine Regelschule ist eine allgemeinbildende Schule, die nicht speziell dafür eingerichtet ist, Schülerinnen und Schüler mit Beeinträchtigung aufzunehmen.

Inklusion: Inklusion bedeutet, dass jede und jeder in die Gemeinschaft aufgenommen wird, ganz gleich, welche Voraussetzungen er oder sie mitbringt.

behindertengerecht: Eine Schule oder ein Gebäude ist behindertengerecht, wenn auch die Bedürfnisse behinderter Menschen darin berücksichtigt werden.

[Lesestrategie Nr. 9]

Material
SB S. 64/65

Gentechnik

Aufgabenlösungen

1

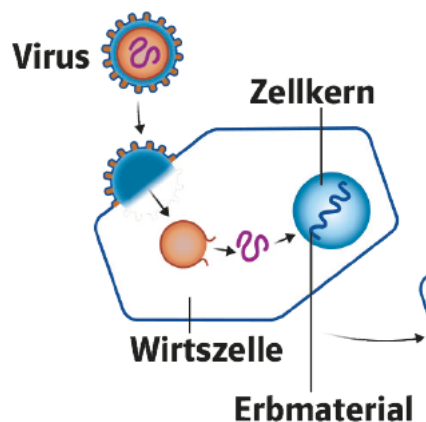
a) Mithilfe der Gentechnik können gezielte Veränderungen des Erbmaterials von Lebewesen vorgenommen werden, die dann über die gewünschten Eigenschaften verfügen. Bei diesem Gentransfer können Eigenschaften sogar von einer Art auf eine andere Art erfolgen.

b) Durch gentechnische Verfahren kann der Ertrag von Pflanzen, etwa Korn und Mais, gesteigert werden. Dies wird als grüne Gentechnik bezeichnet. Mithilfe der sogenannten roten Gentechnik können neue Medikamente entwickelt werden. Die Gentechnik, die bei der Herstellung von Alltagsprodukten eingesetzt wird, nennt man weiße Gentechnik.

2

a) Ein aus einem Bakterium entnommenes Plasmid wird mithilfe eines speziellen Enzyms geöffnet. In das geöffnete Plasmid wird anschließend ein menschliches Insulin-Gen eingesetzt. Ligasen sorgen dafür, dass das Plasmid wieder geschlossen wird. Das veränderte Plasmid wird nun in das plasmidfreie Bakterium wiedereingeführt. Auf diese Weise veränderte Bakterien werden vermehrt und produzieren das menschliche Insulin.

b)



3

a) Unter Genome Editing versteht man Methoden, mithilfe derer man das Genom sehr präzise verändern kann. Eine solche Methode ist das CRISPR/Cas-Verfahren, bei dem das Enzym (Schneideprotein) Cas9 mit

einer RNA-Erkennungssequenz versehen wird und die DNA an einer bestimmaren DNA-Sequenz schneiden kann. An der geschnittenen Stelle kann dann eine gezielte Mutation erfolgen: So kann eine ungewünschte DNA-Sequenz entfernt oder eine veränderte DNA-Sequenz eingefügt werden.

b) Individuelle Lösungen. Beispielfragen:

Wann wurde das CRISPR/Cas-Verfahren entwickelt?

Was ist ein Schneideprotein?

Was ist das CRISPR/Cas-Verfahren?

Woraus besteht das Werkzeug des CRISPR/Cas-Verfahrens?

[Lesestrategie Nr. 2]

c) Individuelle Lösungen. Antworten zu den Beispielfragen aus 3b:

Das Verfahren wurde 2012 entwickelt.

Ein Schneideprotein (Genschere) ist ein Enzym, das einen DNA-Doppelstrang aufschneiden kann.

Das CRISPR/Cas-Verfahren ist eine Methode des Genome Editing.

Beim CRISPR/Cas-Verfahren wird das Schneideprotein Cas9 verwendet und mit einer ausgewählten RNA-Erkennungssequenz bestückt.

Basis
SB S. 66/67

Transgene Pflanzen und Tiere

Aufgabenlösungen

1 Lebewesen, die artfremdes Erbmateriale enthalten, bezeichnet man als transgene Lebewesen. Beispiele: Golden Rice, Glofish-Zebrabärblinge

2 Beispiel Antithrombin: Das menschliche Antithrombin-Gen wird in Ziegen-DNA eingebaut. Diese veränderte DNA wird in die Eizelle einer Ziege eingeschleust, die dann in die Gebärmutter einer Ziege eingepflanzt wird. So entstehen ganze Herden transgener Ziegen, deren Milch gewonnen wird. Das Antithrombin in der Ziegenmilch wird gereinigt und zu einem Medikament verarbeitet, das die Blutgerinnung des Menschen hemmt.

3 Individuelle Lösung. In der auf Produkten abgedruckten Zutatenliste werden gentechnisch veränderte Stoffe gekennzeichnet. Beispiele:

- Konzentriertes Soja-Eiweiß, genetisch verändert

- Sojafleischersatz genetisch verändert

- Tomato Puree - Produced from genetically modified tomatoes

Von Gentechnik freie Produkte können ebenfalls gekennzeichnet sein. Sie dürfen keinerlei Spuren gentechnisch erzeugter Produkte enthalten. Bei der Erzeugung tierischer Produkte dürfen keine gentechnisch erzeugten Futtermittel zum Einsatz kommen.

4 Bei der Gentechnik werden artfremde Gene in die DNA von Lebewesen eingebaut. Bestimmte Eigenschaften werden so auf andere Lebewesen übertragen, die in Medizin und Landwirtschaft genutzt werden. Bei der konventionellen Züchtung werden Lebewesen mit den besten Eigenschaften für die Weiterzüchtung verwendet.

5 Individuelle Lösung. Beispiele dafür: Golden Rice schützt vor Vitamin-A-Mangel. Maispflanzen, die selbst Insektizide erzeugen, reduzieren den Spritzmitteleinsatz und steigern den Ertrag. Beispiele dagegen: Gentechnisch veränderte Nutzpflanzen könnten gesundheitsschädliche Stoffe enthalten, z. B. selbst erzeugte Insektizide. Sie könnten sich aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften ausbreiten oder Pollen auf verwandte Pflanzenarten übertragen – mit nicht bekannten Folgen.]

6

a) Individuelle Lösung.

Pro:

Es sind attraktive Fische.

Die Tiere leiden nicht unter ihren Körpermerkmalen

Leuchtende Fische richten keinen Schaden an.

Der Glofish ist ein Verkaufsschlager und deshalb von wirtschaftlichem Nutzen.

Koppelt man das Leuchtgen mit der Empfindlichkeit auf bestimmte Wasserschadstoffe, kann der Fisch Verunreinigungen anzeigen.

Contra:

Kein Tier sollte ohne wichtigen Grund genetisch verändert werden.

Die Fische werden zur reinen Belustigung gehalten und haben deshalb eine niedrige Lebensdauer.

Haltung unter unnatürlichen Bedingungen, da die Fische nur nachts oder unter UV-Licht leuchten.

Das veränderte Erbmateriale wird an die Nachkommen weitergegeben. Man kann nicht abschätzen, welche ökologischen Folgen sich aus dem Freisetzen von gentechnisch veränderten Tieren in die Natur ergeben.

- b) Individuelle Lösung. Beispiele: fluoreszierende Skalare und Zebraabuntbarsche; Leuchtkaninchen „Alba“; fluoreszierende Katzen; transgene atlantische Lachse, die schneller wachsen; transgene Mastschweine mit besserer Phosphatverwertung.

Infografik
SB S. 68/69

Stammzellen – die Alleskönner

Aufgabenlösungen

1

embryonale Stammzellen	adulte Stammzellen
innere Zellmasse des Bläschenkeims	bestimmte Zellen im Körper des Menschen nach der Geburt
pluripotent	multipotent
können sich in alle Zelltypen des Körpers differenzieren, etwa Haut-, Darm-, Blut- oder Nervenzellen	können sich in bestimmte Zelltypen differenzieren; Stammzellen des Knochenmarks bilden Blutzellen
können nur aus Embryonen gewonnen werden	können dem Körper eines Menschen entnommen werden
Verwendung ist in Deutschland durch das Embryonenschutzgesetz verboten	Verwendung ist in Deutschland erlaubt

2 Viele Entwicklungen des menschlichen Körpers vollziehen sich erst nach der Geburt, das Wachstum setzt sich noch über Jahre fort. Da zudem alle Zellen irgendwann absterben, benötigt der Körper für den Erhalt all seiner Funktionen eine fortlaufende Produktion von Zellen. Im Fall von Verletzungen müssen Bereiche repariert werden. Dies betrifft besonders Nerven-, Blut-, Darm- und Hautzellen.

3 Aus pluripotenten Stammzellen können sich alle Zelltypen im menschlichen Körper entwickeln, aus multipotenten nur bestimmte Zelltypen.

4 Während adulte Stammzellen sich nur zu bestimmten Zelltypen entwickeln können, haben embryonale Stammzellen das Potenzial, sich zu allen Zelltypen zu differenzieren. Diese Eigenschaft hofft man zur Behandlung von zahlreichen Krankheiten nutzen zu können.

Extra
SB S. 70/71

Biotechnik: Klonen

Aufgabenlösungen

1 Als Klon bezeichnet man die Gesamtheit der genetisch identischen Nachkommen eines Lebewesens. Natürliche Klone sind z. B. die Ableger oder Ausläufer von Pflanzen. Künstliche Klone entstehen, wenn Gewebestückchen, z. B. einer Möhre, auf Nährböden zu vollständigen Pflanzen herangezüchtet werden.

2 Um ein Schaf zu klonen, werden diesem Tier Euterzellen (Körperzellen) entnommen. Aus diesen gewinnt man die Zellkerne. Die Zellkerne werden auf eine entkernte Spender-Eizelle eines zweiten Schafes übertragen. Einem dritten Schaf, dem Ammentier, werden diese Eizellen in die Gebärmutter eingepflanzt. Das Ammentier trägt den Klon des ersten Schafes aus.

3 Der Charakter und bestimmte Merkmale von Lebewesen werden nicht nur durch ihre Gene bestimmt, sondern unterliegen auch dem Einfluss von Umweltfaktoren.

4 Individuelle Lösungen. Mögliche Argumente für und gegen das therapeutische Klonen:

Argumente dafür	Argumente dagegen
Gewebe und Organe könnten gezüchtet werden, die Lebenssituation von vielen Patienten könnte sich verbessern bzw. Leben könnte gerettet werden.	Embryonen werden zerstört, Leben somit vernichtet, Leben darf nicht gegeneinander aufgewogen werden.
Neue Therapieformen könnten entwickelt werden, Patienten wären nicht mehr auf dauerhafte Medikamente angewiesen.	Die Risiken sind bisher nicht vollständig absehbar.
Bei Transplantationen käme es zu keinen Abstoßungsreaktionen, sodass die Erfolgsrate deutlich erhöht werden könnte.	Es ist ein Deutschland durch das Embryonenschutzgesetz verboten.

5 Individuelle Lösungen und Bewertungen. Mit Zuchtpferden kann der Besitzer Geld verdienen. Es geht somit um privaten Gewinn. Drogenhunde werden eingesetzt, um bestehende Gesetze zu kontrollieren. Es gibt also ein öffentliches Interesse. Der Vorgang des Klonens ist aber in beiden Fällen identisch.

6 Klonen und Gentechnik werden sehr häufig gleichgesetzt. Dabei hat das eine mit dem anderen eigentlich nichts zu tun. Bei gentechnischen Verfahren wird das Erbmateriale verändert, beim Klonen wird es vervielfältigt. Klonen ist also keine Gentechnik.

7 Die Präimplantationsdiagnostik (PID) ermöglicht Diagnosen möglicher erblich bedingter Krankheiten oder sonstiger Auffälligkeiten an Chromosomen von Embryonen, die durch künstliche Befruchtung außerhalb des Mutterleibes entstanden sind. Dadurch werden Entscheidungen erleichtert, ob ein solcher Embryo zur weiteren Entwicklung in eine Gebärmutter eingepflanzt werden soll. Auch Informationen über das Geschlecht sind möglich. Manche Eltern wünschen sich für ein erblich behindertes Kind ein gesundes Geschwisterkind, das als Stammzellenspender in Frage kommt.

Die Beurteilung dieses Verfahrens erfolgt individuell. Mögliche Aspekte:

PRO

Erbkrankheiten werden vermieden.

Das Neugeborene kann als Stammzellenspender einem kranken Geschwisterkind helfen.

Für Frauen entfällt die Entscheidung über eine spätere mögliche Abtreibung, die oft mit Gewissensbelastungen verbunden ist.

Die PID wird nur in seltenen Fällen angewendet.

CONTRA

Embryonen werden aufgrund des unerwünschten Geschlechts an einer Entwicklung gehindert.

Die Entwicklung einer befruchteten Eizelle sollte nicht von bestimmten Eigenschaften abhängig sein.

Behinderten Menschen wird möglicherweise die Anerkennung und Wertschätzung entzogen.

Es gibt religiöse Bedenken.