

Mecklenburg-Vorpommern



Musterabitur ab 2025

Biologie

Leistungskurs

Prüfungsaufgaben

Hinweise für den Prüfling

- Aufgabenbearbeitung:** Die Prüfung besteht aus vier Aufgaben zur Auswahl. Bearbeiten Sie drei von vier Aufgaben.
- Geben Sie auf der Reinschrift Ihren Namen sowie die bearbeiteten Aufgaben an und nummerieren Sie die Seiten Ihrer Arbeit fortlaufend.
- Für die Bewertung gilt die Reinschrift.
- Entwürfe können nur dann ergänzend herangezogen werden, wenn sie zusammenhängend konzipiert sind und die Reinschrift etwa drei Viertel des erkennbar angestrebten Gesamtumfangs beträgt.
- Die Lösungen sind in einer sprachlich einwandfreien und mathematisch exakten Form darzustellen. Alle Lösungswege müssen nachvollziehbar sein.
- Alle Prüfungsunterlagen sind vollständig zurückzugeben.
- Bearbeitungszeit:** Die Bearbeitungszeit beträgt einschließlich Auswahlzeit 300 Minuten.
- Bewertung:** Für jede Aufgabe werden zur Benotung maximal 40 Bewertungseinheiten (BE) vergeben.
- Für jede Teilaufgabe werden zur Benotung Bewertungseinheiten vergeben, deren Maximalzahl neben der Aufgabenstellung angegeben wird.
- Grundlage der Bewertung ist § 36 der Abiturprüfungsverordnung in der derzeit geltenden Fassung.
- Hilfsmittel:** Ihnen stehen folgende Hilfsmittel zur Verfügung:
- an der Schule zugelassenes Tafelwerk ohne Musterlösungen
 - Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung in gedruckter oder digitaler Form
 - zweisprachige Wörterbücher in gedruckter oder digitaler Form für Prüflinge mit nichtdeutscher Herkunftssprache (Erstsprache-Deutsch/Deutsch-Erstsprache)

Überblick zu den Aufgaben und Materialien

Aufgabe 1: Rosmarin und Rispenhirse

Material 1
Material 2
Material 3

Aufgabe 2: Schmerz

Material 4
Material 5
Material 6
Material 7

Aufgabe 3: Rüsseltiere – damals und heute

Material 8
Material 9
Material 10
Material 11
Material 12

Aufgabe 4: Thalassämie

Material 13
Material 14
Material 15

1 Rosmarin und Rispenhirse

40 BE

In dieser Aufgabe untersuchen Sie Anpasstheiten grüner Pflanzen in Bezug auf die CO₂-Fixierung, auch mithilfe der Mikroskopie.

- 1.1 Fertigen Sie auf der Grundlage eines herzustellenden Querschnittpräparates vom Laubblatt des Rosmarins eine beschriftete mikroskopische Zeichnung an. 22 BE

Nach Fertigstellung der Zeichnung ist das Präparat unter dem Mikroskop der Aufsicht führenden Lehrkraft vorzuzeigen.

Beschriften Sie den Laubblattquerschnitt (M 1, Abb. 1).

Hinweis:

Sollte die Anfertigung des Präparates nicht gelingen, wird Ihnen eine entsprechende Abbildung gegen den Abzug von sechs Bewertungseinheiten zur Verfügung gestellt.

- 1.2 Stellen Sie die Unterschiede der Laubblattquerschnitte in einer Tabelle dar. 8 BE

Leiten Sie die Zugehörigkeit der Pflanzen zum Mechanismus der CO₂-Fixierung nach dem C₃- bzw. dem C₄-Schema ab.

- 1.3 Ordnen Sie Hirse und Rosmarin begründet den Kurven A und B in den Abb. 2 und 3 aus M 2 zu. 6 BE

- 1.4 Erklären Sie anhand der Blattmerkmale eine Anpasstheit des Rosmarins an seinen Standort. 4 BE

2 Schmerz

40 BE

Schmerz gehört zu unseren möglichen, wenngleich unangenehmen Sinneswahrnehmungen. Gleichwohl verfügt unser Organismus über Möglichkeiten zur Schmerzhemmung. Außerdem ist Schmerz neurobiologisch gut erforscht ist und es gibt wirksame Schmerzmittel in der Medizin.

- 2.1 Beschreiben Sie die molekularen Vorgänge bei Entstehung und Verlauf eines Aktionspotenzials am Axon eines Neurons (M 3). 8 BE
- 2.2 Stellen Sie ein Verfahren zur Messung von Aktionspotenzialen an Axonen dar. 10 BE
- Vergleichen Sie die Aktionspotenziale der Testgruppen auch unter Berücksichtigung der Codierung des jeweiligen Schmerzreizes (M 3).
- 2.3 Erläutern Sie den Einfluss von Oxytocin auf die Schmerzwahrnehmung (M 4). 8 BE
- 2.4 Erklären Sie die Wirkungsweise von Lidocain an einer Nervenzelle (M 5). 6 BE
- 2.5 Ein nicht schmerzendes, aber aufgrund von Mangeldurchblutung geschädigtes Raucherbein muss amputiert werden. Diskutieren Sie die Verwendung eines zur Vermeidung von Phantomschmerzen geeigneten Anästhesieverfahrens bei der Operation (M 6, M 5). 8 BE

3 Rüsseltiere – damals und heute

40 BE

In dieser Aufgabe bearbeiten Sie die morphologische und physiologische Anpasstheit ausgestorbener und heute noch existierender Rüsseltiere an ihren jeweiligen Lebensraum sowie die Möglichkeit, Merkmale ausgestorbener Organismen auf heute lebende Artverwandte mittels Gentechnik zu übertragen.

- 3.1 Erklären Sie mithilfe von M 7 die Anpasstheiten des Afrikanischen Steppenelefanten und des Wollhaarmammuts an die jeweiligen vorherrschenden klimatischen Verhältnisse. 6 BE
- 3.2 Beschreiben Sie die Versuchsergebnisse in M 8 und erläutern Sie diese im Hinblick auf die Fähigkeit des afrikanischen Steppenelefanten zur Konstanthaltung seiner Körpertemperatur von rund 36 °C. 10 BE
- 3.3 Analysieren Sie anhand von M 9 die Anpasstheit des Wollhaarmammuts an niedrige Temperaturen auf molekularer Ebene im Vergleich zum Afrikanischen Steppenelefanten. 10 BE
- 3.4 Beschreiben Sie das Editieren des asiatischen Elefantengenoms mit Hilfe des CRISPR/Cas-Verfahrens anhand von M 10. 6 BE
- 3.5 Einen Organismus mit Eigenschaften eines Mammuts zu rekonstruieren, kann die Forschung voranbringen. Einige Forscher plädieren daher dafür, dies zu versuchen. 8 BE
Bewerten Sie das Editieren des Elefantengenoms vor dem Hintergrund des Forschungsfortschrittes anhand von M 11.

4 Thalassämie

40 BE

Die β -Thalassämie ist eine erbliche Form der Blutarmut, die auf Zypern stark verbreitet ist. Seit wenigen Jahren gibt es eine Therapie, die sich gentechnische Verfahren zu Nutze macht.

- 4.1 Leiten Sie den Erbgang der β -Thalassämie ab (M 14) und begründen Sie, welcher der beiden dargestellten Familienstammbäume (M 15, Abb. 18) sich auf die Vererbung von β -Thalassämie beziehen könnte. Geben Sie für diesen Stammbaum alle möglichen Genotypen der Personen 1 bis 6 an. 7 BE
- 4.2 Beschreiben Sie die Wirkungsweise von Zynteglo® auf zellulärer und molekularer Ebene (M 12, M 13, Abb. 17). 10 BE
- 4.3 Beschreiben Sie die bei A in der Zeichnung ablaufenden Vorgänge auf molekularer Ebene (M 13, Abb. 17). 9 BE
- 4.4 Nicht alle behandelten Patienten sprechen auf die Therapie mit Zynteglo® an und es sind sogar schwerwiegende Nebenwirkungen denkbar. Stellen Sie je eine begründete Hypothese auf, woran das liegen könnte (M 13). 4 BE
- 4.5 Bewerten Sie aus ethischer Sicht das Eugenik-Programm Zyperns zur Eindämmung der β -Thalassämie (M 14) auf Grundlage von je zwei Pro- und Kontraargumenten. 10 BE

Mecklenburg-Vorpommern



Musterabitur ab 2025

Biologie

Leistungskurs

Materialbeilage

Überblick zu den Aufgaben und Materialien

Aufgabe 1: Rosmarin und Rispenhirse

Material 1
Material 2

Aufgabe 2: Schmerz

Material 3
Material 4
Material 5
Material 6

Aufgabe 3: Rüsseltiere – damals und heute

Material 7
Material 8
Material 9
Material 10
Material 11

Aufgabe 4: Thalassämie

Material 12
Material 13
Material 14
Material 15

Aufgabe 1 Rosmarin und Rispenhirse

Material 1 zu Aufgabe 1

Rosmarin und Rispenhirse

Rosmarin (*Rosmarinus officinalis*) ist eine bekannte Gewürz- und Arzneipflanze. Der immergrüne Strauch erreicht Höhen von bis zu 2 Metern.

Seit mindestens zwei Jahrtausenden wird die Pflanze kultiviert. Wilde Vorkommen findet man an sonnigen und trockenen Standorten des westlichen Mittelmeergebietes.

Die Rispenhirse oder Echte Hirse (*Panicum miliaceum*) kennen wir hierzulande hauptsächlich als Vogelfutter. Als Getreide für die menschliche Ernährung wurde sie schon vor sehr langer Zeit angebaut. Auch auf dem Gebiet der heutigen Bundesrepublik ist die Rispenhirse in vielen bronzezeitlichen Fundstellen nachgewiesen worden. Bis vor etwa hundert Jahren wurde sie in sandigen und trockenen Gebieten, zum Beispiel in Brandenburg, auch noch angebaut. Die Pflanze wird bis etwa 1,5 Meter groß, die langen und schmalen Blätter weisen eine raue Behaarung auf.

Laubblatt der Rispenhirse

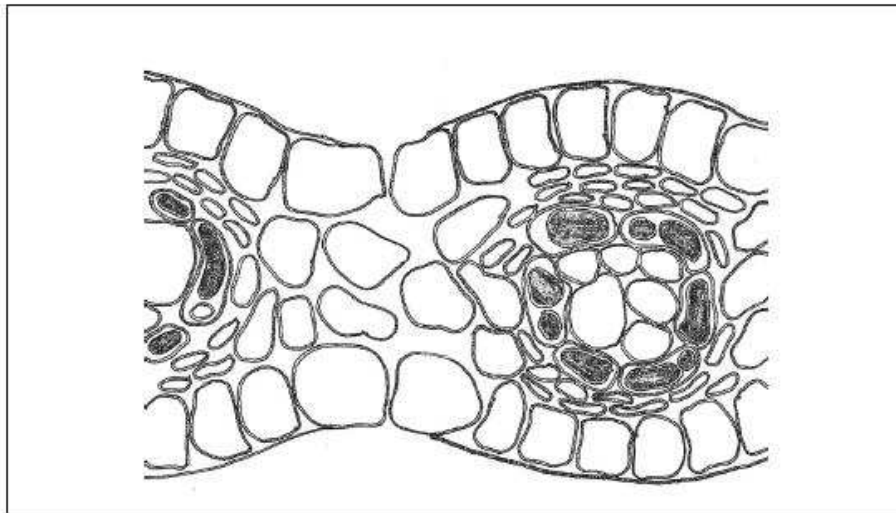


Abb. 1: Schematisierte Aufnahme eines Querschnittes des Laubblatts der Rispenhirse, IQB

Material 2 zu Aufgabe 1

Kohlenstoffdioxid-Aufnahme bei Pflanzen

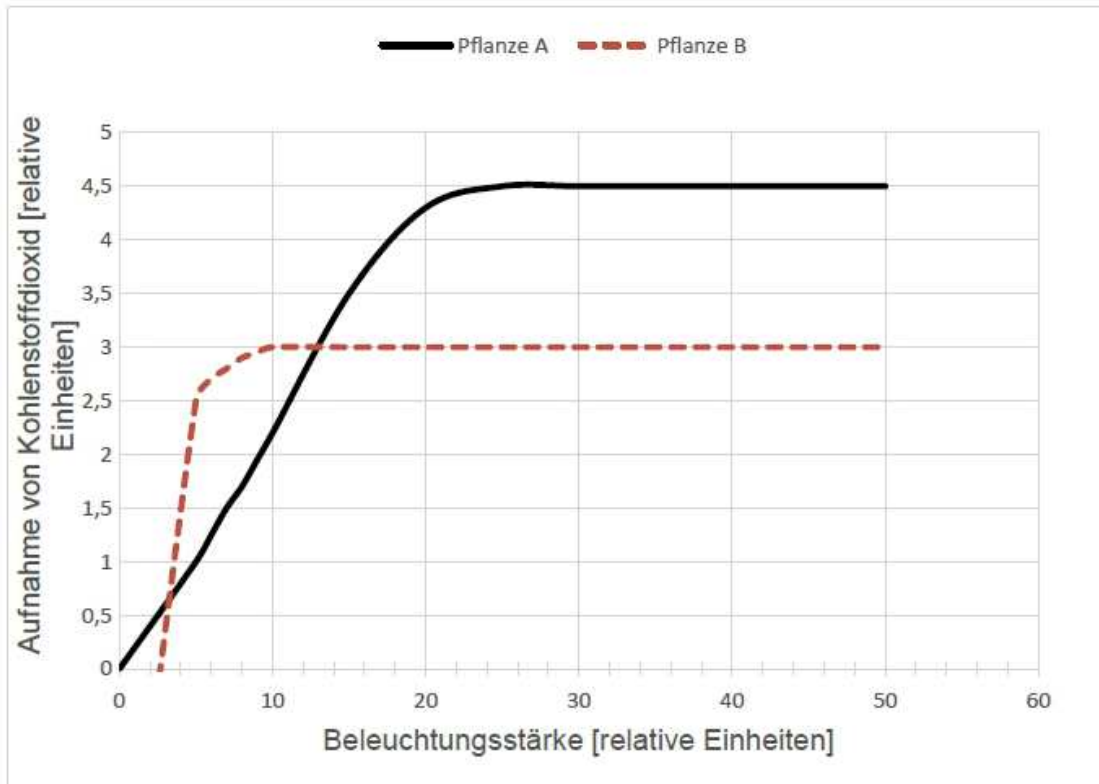


Abb. 2: Lichtintensität, IQB, in Anlehnung an Nabors, 2010, S. 225.

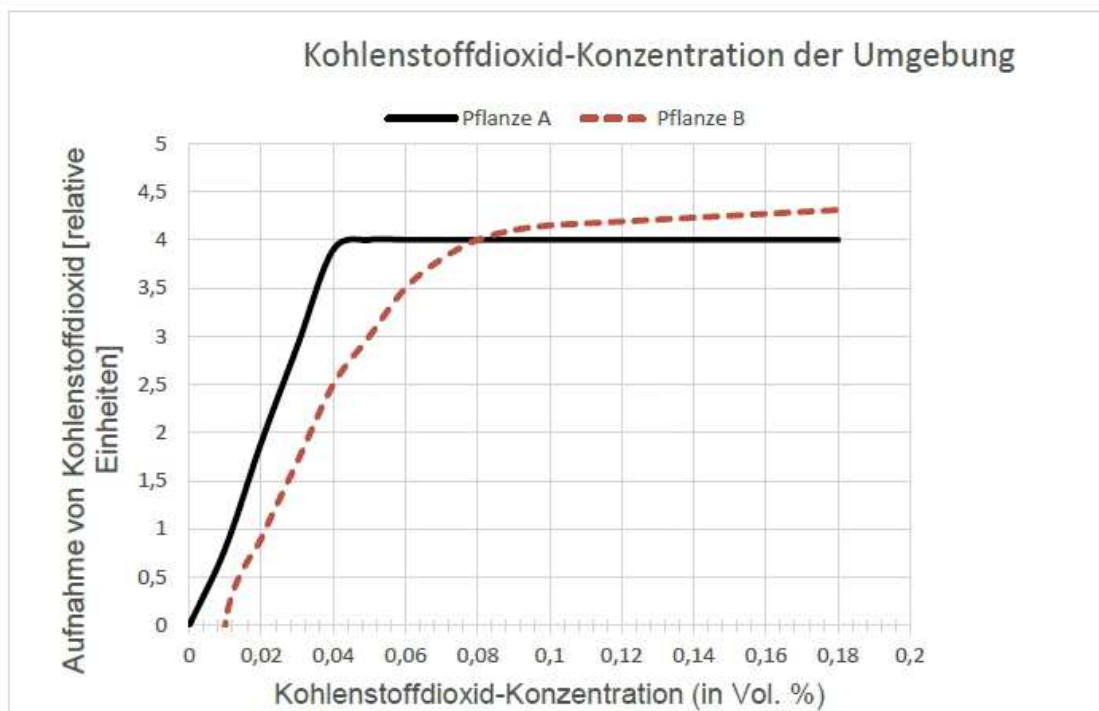


Abb. 3: Kohlenstoffdioxid-Konzentration der Umgebung, IQB, in Anlehnung an Nabors, 2010, S. 226.

Aufgabe 2 Schmerz

Material 3 zu Aufgabe 2

Aktionspotenziale bei chronischen Schmerzen

Zur Wahrnehmung von Schmerz kommt es, wenn Schmerzrezeptoren spezifischer Sensoren im Gewebe mechanisch oder chemisch gereizt werden und Aktionspotenziale auslösen. Wird die ausgelöste Erregung über die Axone dieser sensorischen Zellen daraufhin zu bestimmten Arealen im Gehirn geleitet, kommt es durch neuronale Aktivität in bestimmten Gehirnarealen zu einem Schmerzerlebnis. Die Wahrnehmung von Schmerz wird darüber hinaus auch durch psychische und soziale Faktoren beeinflusst und ist somit ein sehr subjektives Empfinden. Dies gilt insbesondere für chronische, also über längere Zeit andauernde Schmerzen. Man vermutet, dass die dauerhafte Wahrnehmung von Schmerz über efferente Nervenbahnen sogar einen verstärkenden Einfluss auf die Entstehung des Schmerzes haben können.

Für die Medizin ist das Phänomen Schmerz von Interesse. In einer Studie wurde die Frage untersucht, welche neurophysiologischen Auswirkungen chronische Schmerzen im peripheren Nervensystem haben. Dazu wurden Kniegelenke von Ratten einer Testgruppe durch Injektion von reizenden Substanzen in den Zustand einer chronischen Gelenkentzündung versetzt. Anschließend hat man bei diesen Tieren sowie bei Ratten aus einer unbehandelten Kontrollgruppe leichte Schmerzreize am Knie gesetzt. Die Ergebnisse der nachfolgend ermittelten Erregung von Nervenfasern auf Höhe des Rückenmarks sind in Abb. 4 aufgezeigt.

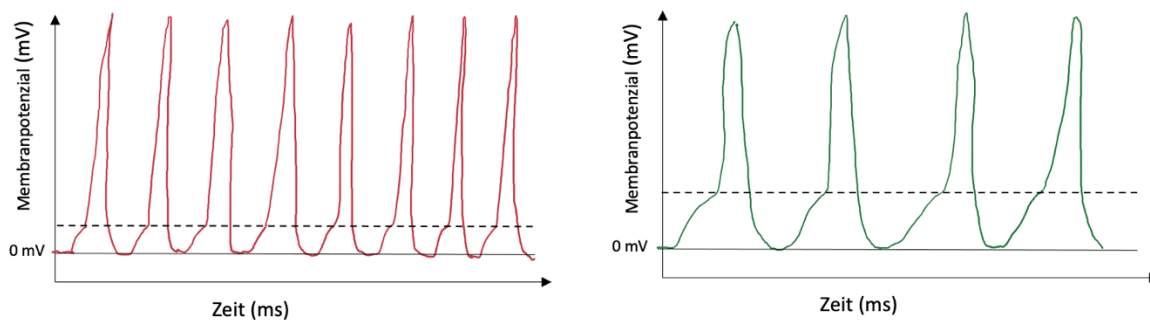


Abb.4: Aktionspotenziale in Axonen von Schmerzrezeptoren (rot / links: Testgruppe; grün / rechts: Kontrollgruppe), in Anlehnung an Bird et al., 2006, S. 3ff.

Material 4 zu Aufgabe 2

Einfluss von Oxytocin auf die Schmerzwahrnehmung

Oxytocin ist ein Hormon, das in der Hirnanhangdrüse (Hypothalamus) produziert wird. Forschende fragen sich, ob Oxytocin eine Rolle bei der Schmerzwahrnehmung spielt. Es ist seit längerem bekannt, dass bei Schmerzpatienten eine erhöhte Konzentration des Hormons im Blut gemessen werden kann. Ergebnisse neuerer Forschungsdaten zu diesem Phänomen sind in der nachfolgenden Abb. 5 dargestellt.

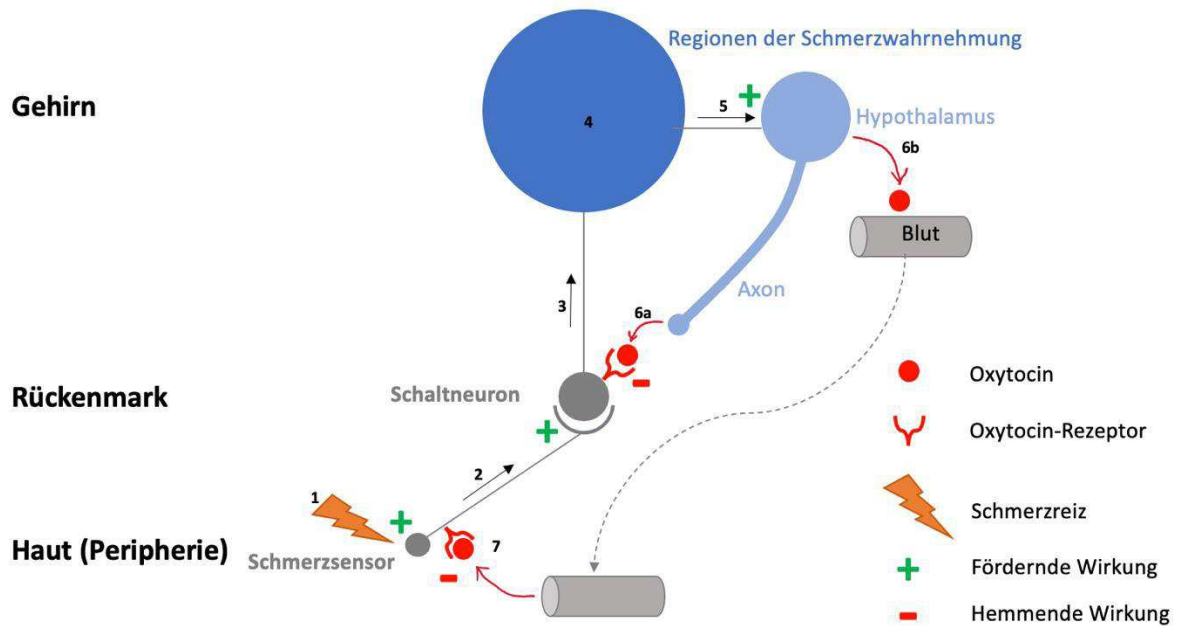


Abb 5: Einfluss von Oxytocin auf die Schmerzwahrnehmung (schematisch), IQB

Material 5 zu Aufgabe 2

Lokalanästhesie

Die chirurgische Versorgung kleinerer Wunden gehört zur alltäglichen Arbeit von Ärztinnen und Ärzten. Das Reinigen und Nähen würde aber selbst bei kleineren Wunden weitere starke Schmerzen verursachen. Durch eine örtliche Betäubung (Lokalanästhesie) ist es jedoch leicht möglich, die Wundversorgung für den Patienten schmerzfrei vorzunehmen. Dazu kann man beispielsweise Lidocain in die betroffenen Hautbereiche rund um eine Wunde und somit in die Umgebung von Schmerzrezeptoren injizieren. Abb. 6 und 7 zeigen die Wirkung eines Lokalanästhetikums am Beispiel von Lidocain.

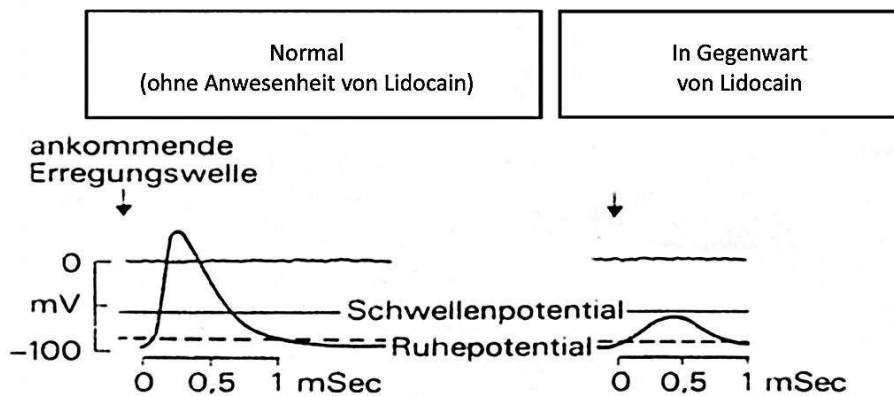


Abb.6: Schematische Darstellung des Erregungsvorganges an der Nervenmembran vor und nach Einwirkung von Lokalanästhetika, Biel, 2013, S. 235.

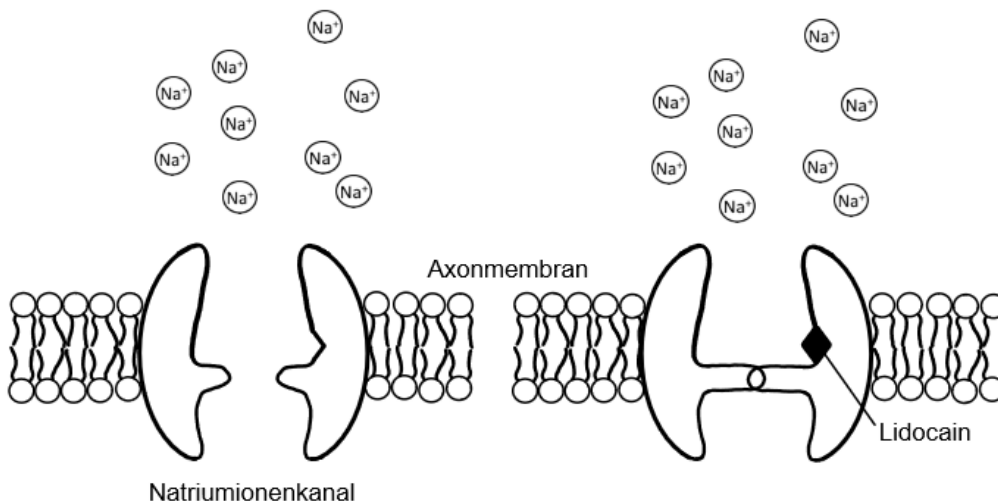


Abb. 7: Vereinfachte Darstellungen zur Wirkung von Lidocain, IQB

Material 6 zu Aufgabe 2

Phantomschmerz

Eine Amputation ist aus medizinischer Sicht ein vergleichsweise einfacher Eingriff. Allerdings berichten Patienten danach oft über Schmerzempfindungen in den amputierten Körperteilen. Solche Schmerzen bezeichnet man in der Medizin als Phantomschmerzen.

Operative Eingriffe können nur unter Anästhesie (altgriechisch, Empfindungslosigkeit) durchgeführt werden. Bei einer Allgemeinanästhesie erhalten Patienten neben Schlaf- auch Schmerzmedikamente, meist Opioide. Diese binden an bestimmte Rezeptoren im Gehirn, wodurch die Schmerzwahrnehmung während des operativen Eingriffs stark herabgesetzt wird. Die Regionalanästhesie ermöglicht durch eine vorübergehende Injektion von Lokalanästhetika (M 3) um größere Nervenfaserbündel herum die Betäubung größerer Körperregionen. Eine typische Variante ist die Spinalanästhesie. Dabei wird eine Kanüle zwischen zwei Wirbelkörpern der unteren Lendenwirbelsäule hindurch eingeführt, um dort das Rückenmark mit einem Lokalanästhetikum zu umspülen. Da auf dieser Höhe die Nerven des Unterbauchs, der Leiste und der Beine vom Rückenmark abgehen, können Operationen in diesen Körperbereichen gut durch dieses Betäubungsverfahren durchgeführt werden. Weitere Medikamente sind dann nicht oder kaum notwendig.

Aufgabe 3 Rüsseltiere – damals und heute

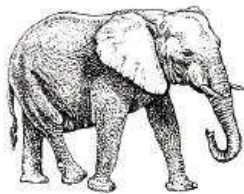
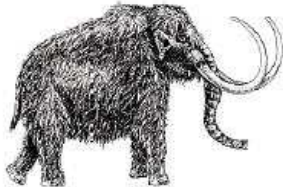
Material 7 zu Aufgabe 3

Afrikanischer Steppenelefant und Wollhaarmammut – ein Vergleich

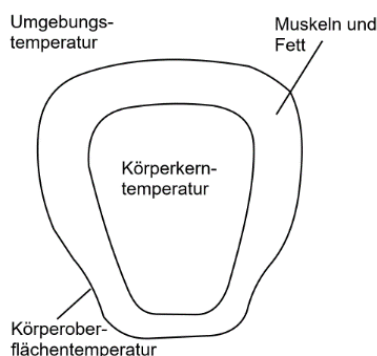
Die Vorfahren der Elefanten lebten vor ca. 7 Millionen Jahren im tropisch-warmen Afrika. Vor rund zwei Millionen Jahren wanderte eine Teilpopulation nach Norden ab und verbreitete sich in Eurasien. Aus diesen Steppenmammuts (*Mammuthus trogontherii*) entwickelten sich vor rund 800.000 bis 600.000 Jahren in Sibirien die Wollhaarmammuts (*Mammuthus primigenius*), die sich auch über eine Landverbindung in Nordamerika verbreiteten. Die letzten Wollhaarmammuts starben wahrscheinlich zur Zeit der Pharaonen um 3 700 v.Chr. aus. Heute leben noch drei Elefantenarten in Afrika (Afrikanischer Steppenelefant, Waldelefant) und in Asien (Asiatischer Elefant).

Der Afrikanische Steppenelefant ist das größte aktuell existierende, landlebende Säugetier.

Tabelle 1: Vergleich: Afrikanischer Elefant und Wollhaarmammut

Afrikanischer Steppenelefant (♂)	Wollhaarmammut (♂)
	
Klima	
subtropisch	subarktisch, boreal
Umgebungstemperatur	
0 °C – 40 °C	-30 °C – 14 °C
Schulterhöhe	
2,9 m - 3,7 m	3 m - 3,5 m
Gewicht	
ca. 6 t	ca. 5 - 8 t
Fettschicht	
gering	8 - 9 cm

Quelle: IQB, in Anlehnung an Wasmann-Frahm, 2010, S.18.



1 cm	Seitenlänge	4 cm
6 cm ²	Oberfläche (O)	96 cm ²
1 cm ³	Volumen (V)	64 cm ³
6 : 1	O : V — Verhältnis	1,5 : 2

Abb. 8: Körpertemperatur – Umgebungstemperatur, IQB, in Anlehnung an Wasmann-Frahm, 2010, S.18.

Abb. 9: Oberflächen-Volumen-Verhältnis, IQB, in Anlehnung an Wasmann-Frahm, 2010, S.18.

Material 8 zu Aufgabe 3

Versuche zur Thermoregulation beim Afrikanischen Steppenelefanten

In den Hochländern Afrikas, dem Lebensraum des Afrikanischen Steppenelefanten, steigen die Temperaturen im Sommer auf 40 °C, während es nachts durchaus zu Frost kommen kann. Elefanten haben keine Schweiß- und Talgdrüsen. Ihre Ohren sind besonders frostempfindlich. Die äußeren Ohren des Afrikanischen Steppenelefanten sind auffällig groß und von einem dichten Netz an Adern durchzogen. Die Adern können sich zusammenziehen (Vasokonstriktion) oder erweitern (Vasodilatation). Diese Mechanismen werden neuronal gesteuert. Wenn ein Afrikanischer Steppenelefant seine Ohren hin und her bewegt, kommt es zu einer Luftbewegung auf der Ohrenoberfläche.

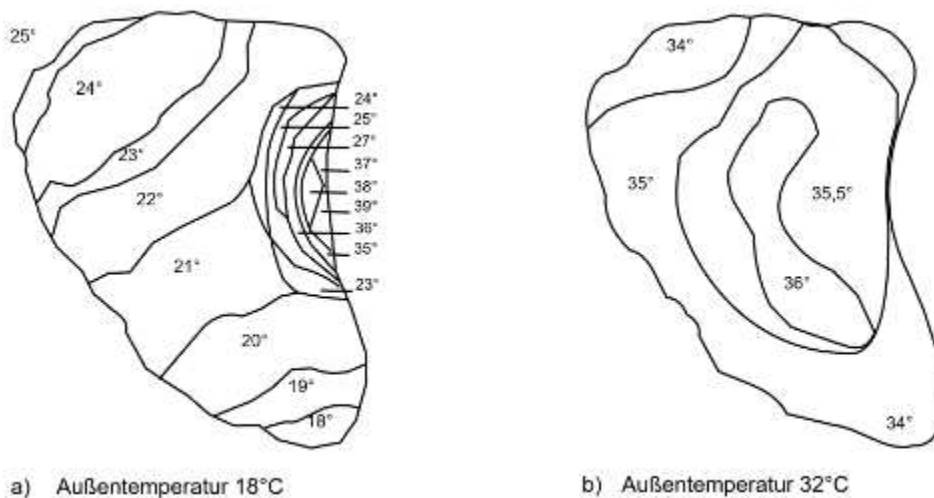


Abb. 10: Oberflächentemperatur der Ohren bei unterschiedlichen Außentemperaturen, IQB, in Anlehnung an Nieder, 2012, S. 53.

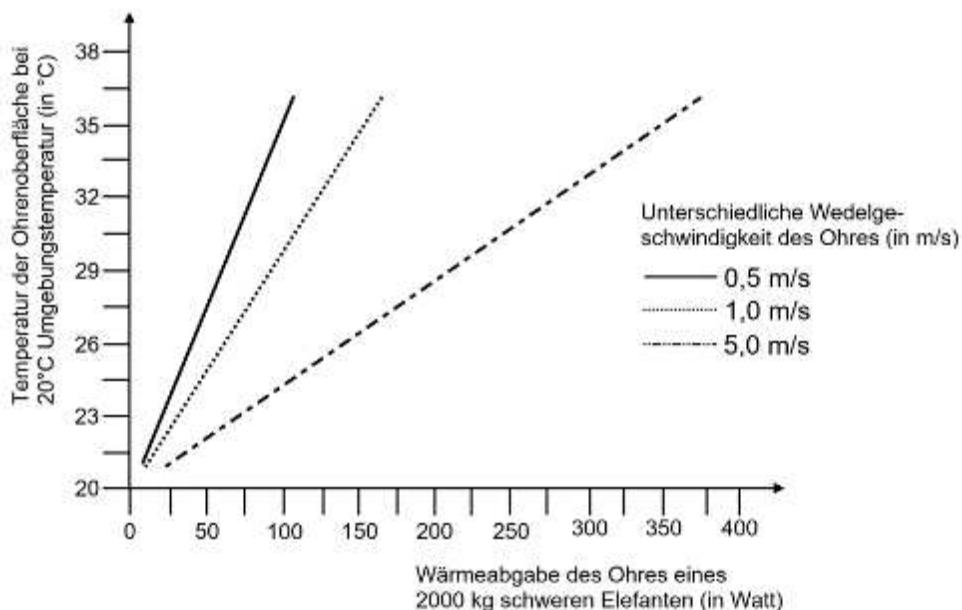


Abb. 11: Modellversuch zur Wedelgeschwindigkeit bei 20 °C Umgebungstemperatur, IQB, in Anlehnung an Nieder, 2012, S. 53.

Material 9 zu Aufgabe 3

Überleben in der eiszeitlichen Steppe

Immer wieder werden gut erhaltene Wollhaarmammuts im Permafrostboden Sibiriens gefunden. Um die Anpassungen der Mammuts an niedrige Temperaturen auf molekularer Ebene zu untersuchen, entschlüsselten Paläophysiologen die DNA eines 43 000 Jahre alten Exemplars aus Sibirien und verglichen sie mit dem Erbgut heutiger Elefanten. Sie analysierten die Gene, welche für das Hämoglobin codieren. Hämoglobin besteht aus vier Protein-Untereinheiten: Aus zwei α -Globinen und zwei β -Globinen. Die Bindung des Sauerstoffs an das Hämoglobin ist von der Temperatur abhängig.

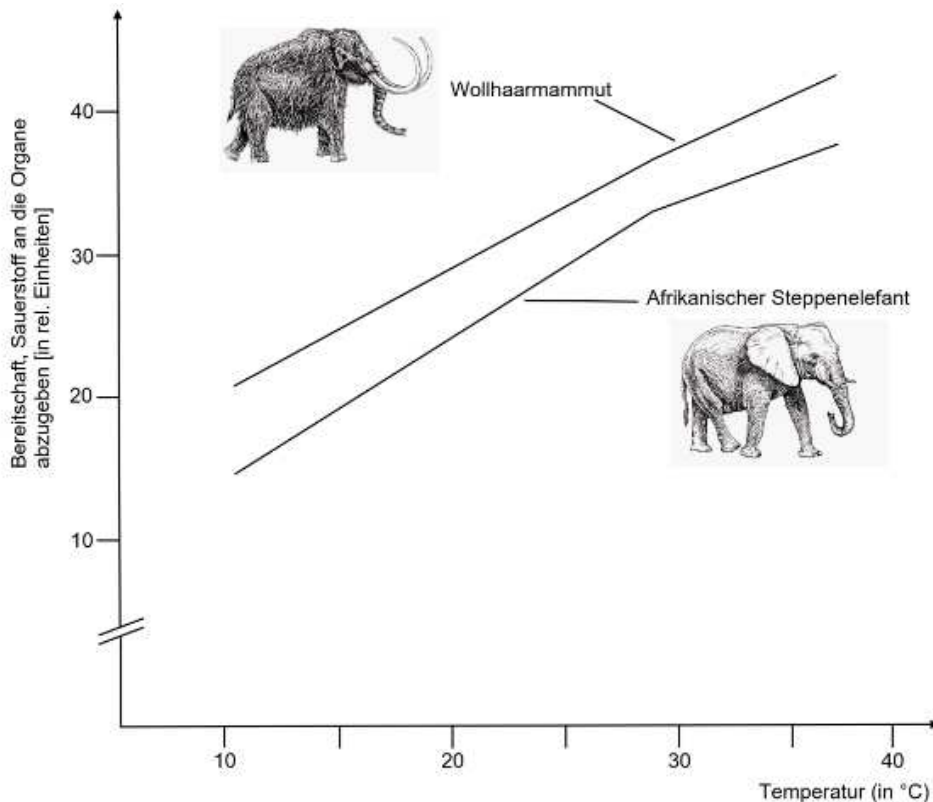


Abb. 12: Bindungseigenschaften des Hämoglobins von Mammut und Afrikanischem Steppenelefant in Abhängigkeit von der Temperatur, IQB, in Anlehnung an Menke, 2014, S. 52.

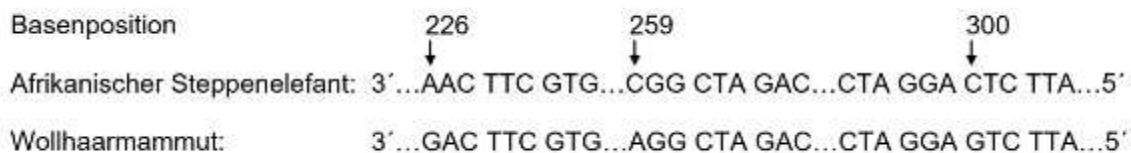


Abb. 13: Teilsequenz des codogenen Stranges der β -Globin-Gene, IQB, in Anlehnung an Menke, 2014, S. 52.

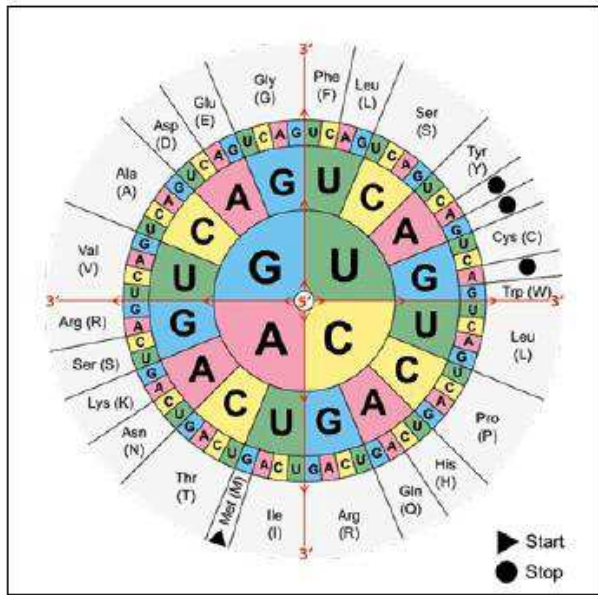


Abb. 14: Codesonne, Pixabay, 2009.

Material 10 zu Aufgabe 3

CRISPR-Cas9 und die Zukunft der Gentechnik

Im Jahr 2020 wurden der französischen Mikrobiologin Emmanuelle Charpentier und ihrer amerikanischen Kollegin Jennifer Doudna für die Entdeckung eines neuen „Werkzeugs“ der Gentechnik der Nobelpreis verliehen. Dieser als CRISPR/Cas-System bezeichnete Molekülkomplex fungiert als Genschere, die sehr präzise eingesetzt werden kann.

Das CRISPR/Cas-Verfahren bietet theoretisch einen Weg, genetische Informationen von Organismen gezielt zu verändern (Editieren). So verfolgt eine Arbeitsgruppe an der Harvard University unter der Leitung von George Church die Idee, ein Wollhaarmammut mit Hilfe des aktuell existierenden asiatischen Elefanten wieder erstehen zu lassen. Die Voraussetzung der Arbeitsgruppe ist die vollständige Sequenzierung des Genoms von zwei Wollhaarmammuts, die vor 200.000 bis 60.000 Jahren gestorben sind. Zu den Zielen gehören u. a. die Veränderung der Hämoglobinstruktur, die Ausbildung einer Fettschicht und eines dichten Haarkleides beim asiatischen Elefanten.

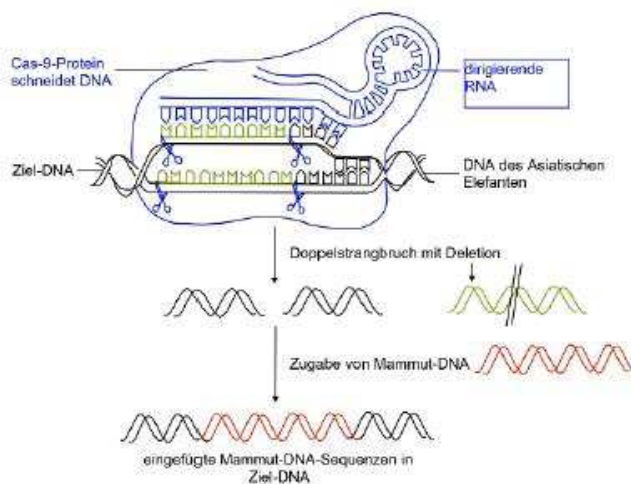


Abb. 15: CRISPR/Cas9-Technologie an Beispiel DNA des asiatischen Elefanten, IQB, in Anlehnung an Weber, 2015, S. 191.

Material 11 zu Aufgabe 3

Auferstehung im Labor: der Mammutfant

Das erfolgreiche Einfügen von Erbinformationen in ein bestehendes Genom ist durch die CRISPR-Cas-Technik enorm vereinfacht worden. Eine hundertprozentige Sicherheit, nur an gewünschten Erbgutstellen Veränderungen zu erzeugen, gibt es jedoch noch nicht. Das Auslösen neuer Mutationen im Zielorganismus bleibt daher weiterhin bestehen. Zum Beispiel beträgt in pluripotenten Stammzellen des Menschen die Effizienz von CRISPR-Cas9 zur gezielten Veränderung etwa 2 – 5 %. Das Editieren von Elefantengenomen erfolgt in Elefantenembryonen, welche durch In-Vitro-Fertilisation erzeugt werden müssten. Die Embryonalentwicklung von derartigen Hybriden (Elefant/Mammut) ist bislang nicht gesichert. Die erfolgreiche Sequenzierung des Mammutgenoms gibt zudem keine Auskunft über Art und Anzahl der gewünschten Allele. Bei einer erfolgreichen Genom-Editierung des asiatischen Elefanten kommt es zu phänotypisch stark veränderten Nachkommen, deren Akzeptanz innerhalb der Herde ungewiss ist. Die neu entstandenen Merkmale lassen keine Aussage über die ökologische Potenz in Bezug auf den Ökofaktor Temperatur zu.

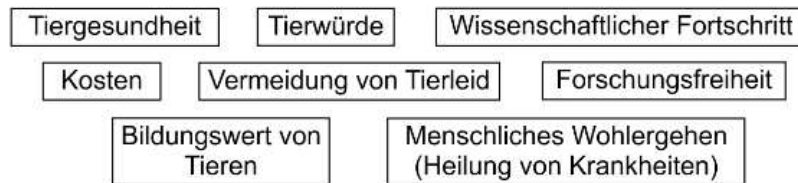


Abb. 16: Wertepool – Tierethik, IQB, in Anlehnung an Lübeck, 2018, S. 19.

Aufgabe 4 Thalassämie

Material 12 zu Aufgabe 4

Thalassämien und die Gentherapie mit Zynteglo®

Als Thalassämien (griechisch für „Mittelmeeranämie“) werden Erbkrankheiten bezeichnet, bei denen durch einen Gendefekt der rote Blutfarbstoff Hämoglobin nicht ausreichend gebildet bzw. gesteigert abgebaut wird. Die verschiedenen Thalassämie-Varianten werden nach den Globinen benannt, die in nicht ausreichender Menge vorliegen: α - und β -Thalassämien. Die meisten Mutationen treten vor allem in einstigen Malariagebieten im Mittelmeerraum (Malta, Sardinien, Sizilien, Griechenland, Zypern, Türkei) auf. Auf Zypern ist die Erbkrankheit besonders häufig (siehe M 14).

Thalassämien können schon wenige Monate nach der Geburt schwere Krankheitssymptome hervorrufen, nämlich sobald der Organismus anstatt des fetalen Hämoglobins HbF das Hämoglobin A0, welches aus zwei α - und zwei β -Ketten besteht, produzieren sollte. Zu diesen Krankheitssymptomen zählen u. a. Wachstumsstörungen, Fehlbildungen innerer Organe, Knochenbrüchigkeit, Atemnot sowie schwerer Blutmangel. Zentrales Element einer Therapie sind deshalb lebenslange, regelmäßige Bluttransfusionen, die jedoch wegen der damit verbundenen Anreicherung von Eisen-Ionen in Organen wie Leber oder Herz nicht unproblematisch sind. Gentherapeutische Ansätze, wie sie in den letzten Jahren entwickelt wurden, zielen hingegen darauf ab, den vorliegenden genetischen Defekt zu beheben.

Zynteglo® ist eine solche Gentherapie. Bei ihr wird in einem ersten Schritt das Erbgut von Blutstammzellen verändert. Diese Zellen werden Patienten entnommen und im Labor mit Lentiviren behandelt, die als Genfähren fungieren (M 13). Die veränderten Blutstammzellen werden dann einmalig direkt in das Blut gegeben. Für das Gelingen der Therapie müssen sich die Patienten zuvor einer Chemotherapie unterziehen.

Material 13 zu Aufgabe 4

Lentivirale Vektoren

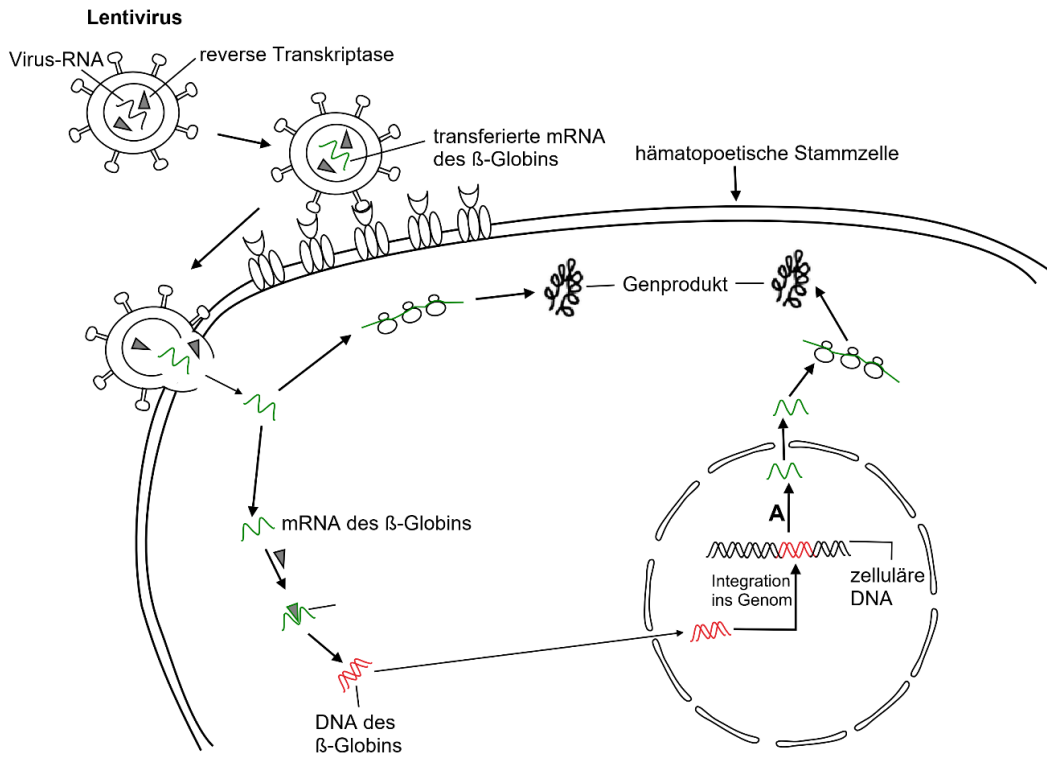


Abb. 17: Wirkungsweise von Zynteglo® auf der Basis von lentiviralen Vektoren, in Anlehnung an: <https://microbewiki.kenyon.edu>.

Material 14 zu Aufgabe 4

Eugenik auf Zypern

Zypern ist ein Land mit besonders häufigem Auftreten der β -Thalassämie. Einer von sieben Einwohnern des Landes trägt die defekte Erbinformation, ohne selbst erkrankt zu sein. Sind beide Eltern Konduktoren, beträgt das Risiko für ein Kind, an Thalassämie zu erkranken, 25 Prozent. Auch wenn die Erkrankung unbehandelt tödlich verläuft, ist ein Überleben bis ins Erwachsenenalter möglich, jedoch nur mit beträchtlichem Aufwand, nämlich wöchentlichen Bluttransfusionen und teuren Medikamenten. Durch diese Maßnahmen verlängert sich die Überlebenszeit der Erkrankten erheblich. Weil dadurch die Zahl der zu behandelnden Personen allerdings stetig zunimmt, brachte dies die Ressourcen des Gesundheitswesens auf Zypern an ihre Grenzen. In den 1970er Jahren wurde beispielsweise ein Fünftel des zypriotischen Gesundheitshaushaltes für Medikamente zur Behandlung von Thalassämie ausgegeben, die genauso wie die Bluttransfusionen den Betroffenen kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

Seit 1976 gibt es daher auf Zypern ein für die Einwohner freiwilliges und ebenfalls kostenloses Eugenik-Programm, um eine weitere Zunahme der Thalassämie-Erkrankungen zu verhindern. Nahezu jeder erwachsene Einwohner weiß auf Grund eines Gentests, ob er oder sie Konduktor für den Gendefekt ist. Das Programm beinhaltet auch die genetische Beratung von Paaren mit Kinderwunsch sowie das Angebot einer Pränataldiagnostik. Rund ein Viertel dieser untersuchten Schwangerschaften wird daraufhin abgebrochen.

Da in den 1970er Jahren viele Einwohner Zyperns entweder selbst von Thalassämie betroffen waren oder betroffene Familienangehörige hatten, stieß diese freiwillige Eugenik auf eine prinzipiell breite Akzeptanz. Die Maßnahmen führten dazu, dass zum einen die Zahl der erkrankten Neugeborenen beträchtlich sank und zum anderen die Lebensdauer und Lebensqualität der Patienten anstiegen.

Material 15 zu Aufgabe 4

Familienstammbäume

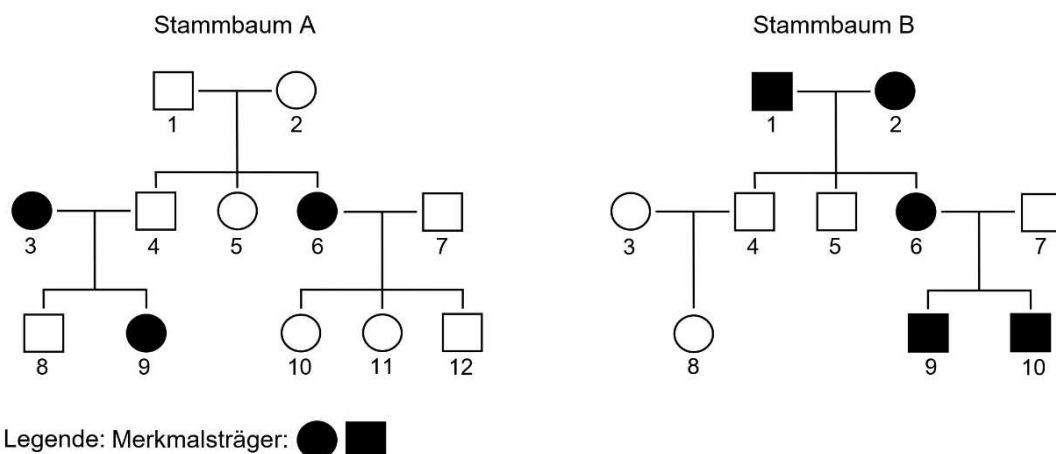


Abb. 18: Zwei Familienstammbäume, IQB

Mecklenburg-Vorpommern



Musterabitur ab 2025

Biologie

Leistungskurs

Musterlösung

1	Rosmarin und Rispenhirse	Komp	AFB	BEs												
1.1	<p>Mikroskopieren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einstellung des Mikroskops: 2 BE - Qualität des Präparates: 2 BE - Übereinstimmung von Präparat und Zeichnung: 2 BE <p><i>Vergabe der BE durch die prüfende Fachlehrkraft entsprechend des verbalen Urteils der Aufsicht führenden Fachlehrkraft laut Protokoll.</i></p> <p>Zeichnen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anfertigung einer Zeichnung in entsprechender Form und Größe <p>Beschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rosmarin: 1 Kutikula , 2 obere und untere Epidermis, 3 Palisadenparenchym, 4 Schwammparenchym, 5 Interzellulare, 6 Spaltöffnung, 7 Leitbündel, 8 Haar - Rispenhirse: 9 Mesophyll, 10 Leitbündel mit Leitbündelscheide - <i>dieselben Begriffe werden nicht doppelt gezählt: (1 Kutikula, 2 obere Epidermis, 5 Interzellulare, 6 Spaltöffnung, 8 untere Epidermis)</i> 	E1 E7 E8 K9	I/ II	22												
1.2	<p>Darstellung der Unterschiede in einer Tabelle:</p> <table border="1" data-bbox="316 1182 1046 1870"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rosmarin</th> <th>Rispenhirse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Assimilationsparenchym</td> <td>zweischichtig: Palisaden- und Schwammparenchym</td> <td>Zweischichtig, aber radiär um Leitbündel angeordnet (Kranztyp): Leitbündelscheidenzellen und Mesophyllzellen</td> </tr> <tr> <td>Umgebung der Leitbündel</td> <td>um Leitbündel kleine, meist chloroplastenfreie Scheidenzelle</td> <td>Leitbündelscheidenzelle mit zahlreichen, großen Chloroplasten</td> </tr> <tr> <td>Spaltöffnungen</td> <td>Blattunterseite</td> <td>Blattunter- und Blattoberseite</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> - -Rispenhirse zählt zu den C₄-Pflanzen, - -Rosmarin zählt zu den C₃-Pflanzen. <p>Begründung entsprechend der untersuchten Blattmerkmale (jeweils ein Merkmal zur Begründung), mögliche Merkmale: Anordnung der Spaltöffnungen,</p>		Rosmarin	Rispenhirse	Assimilationsparenchym	zweischichtig: Palisaden- und Schwammparenchym	Zweischichtig, aber radiär um Leitbündel angeordnet (Kranztyp): Leitbündelscheidenzellen und Mesophyllzellen	Umgebung der Leitbündel	um Leitbündel kleine, meist chloroplastenfreie Scheidenzelle	Leitbündelscheidenzelle mit zahlreichen, großen Chloroplasten	Spaltöffnungen	Blattunterseite	Blattunter- und Blattoberseite	S1 S5 K2 K9	II/ III	8
	Rosmarin	Rispenhirse														
Assimilationsparenchym	zweischichtig: Palisaden- und Schwammparenchym	Zweischichtig, aber radiär um Leitbündel angeordnet (Kranztyp): Leitbündelscheidenzellen und Mesophyllzellen														
Umgebung der Leitbündel	um Leitbündel kleine, meist chloroplastenfreie Scheidenzelle	Leitbündelscheidenzelle mit zahlreichen, großen Chloroplasten														
Spaltöffnungen	Blattunterseite	Blattunter- und Blattoberseite														

	Bau des Assimilationsparenchyms, Bau der Leitbündelscheide, Bau der Leitbündelscheidenzellen.			
1.3	<p>In den Abbildungen ist die Abhängigkeit der Aufnahme von Kohlenstoffdioxid und damit indirekt der apparenten Fotosyntheserate zweier Pflanzen in Abhängigkeit von Lichtintensität und Kohlenstoffdioxidkonzentration dargestellt.</p> <p>Es handelt sich jeweils um die Gegenüberstellung von C₃- und C₄-Pflanzen.</p> <p>Der Mechanismus der zweifachen Fixierung von Kohlenstoffdioxid bei C₄-Pflanzen ermöglicht hohe Fotosyntheseleistungen an Standorten mit hohem Licht- und ausreichendem Wasserangebot.</p> <p>C₄-Pflanzen können bei höheren Beleuchtungsstärken im Gegensatz zu C₃-Pflanzen weiter Kohlenstoffdioxid aufnehmen.</p> <p>Die Hirse entspricht jeweils der Pflanze A. Rosmarin entspricht der Pflanze B.</p>	S7 K2	I-III	6
1.4.	<p>Rosmarin kommt wild an sonnigen und trockenen Standorten vor und zeigt entsprechende Angepasstheiten.</p> <ul style="list-style-type: none"> - mehrschichtiges Palisadenparenchym → Lichtnutzung oder - dicke Kutikula, Unterseite eingerollt, Haare, wenig Interzellulare → Verdunstungsschutzstellen 	S2	II/III	4
	12 BE in AFB I, 20 BE in AFB II, 8 BE in AFB III	Summe:		40

2	Schmerz	Komp	AFB	BEs
2.1	<p>Die Beschreibung umfasst wesentliche Veränderungen der Membranleit-fähigkeit für Natrium- und Kaliumionen und die daraus resultierenden Ionenströme:</p> <p>Durch Reizspannung erfolgt Depolarisierung der sich im Ruhepotenzial befindlichen Membran. Durch Öffnung einzelner Na⁺-Kanäle und dem Einstrom von Natriumionen sinkt die an der Membran anliegende Spannung.</p> <p>Erreicht die Spannung an der Membran einen Schwellenwert, erfolgt eine vollständige Depolarisierung durch Öffnung weiterer, spannungs-gesteuerter Na-Kanäle. Durch den weiteren Einstrom von Natriumionen wird ein positives Potenzial erreicht (Overshoot).</p> <p>Schließen sich die Na⁺-Kanäle bei gleichzeitiger Öffnung spannungsgesteuerter K⁺-Kanäle, kommt es durch den Ausstrom von Kaliumionen zur Repolarisierung.</p>	S1 K5	I	8

	<p>Der im Vergleich zum Na⁺-Einstrom größere Ausstrom von Kaliumionen führt zur kurzfristigen Hyperpolarisation des Neurons.</p> <p>Nach dem Schließen der K⁺-Kanäle stellt sich durch die kontinuierliche Tätigkeit der Na⁺- K⁺-Pumpe erneut das Ruhepotenzial ein.</p>			
2.2	<p>Die Messung von Potenzialdifferenzen zwischen der Spitze einer intrazellulären Elektrode und einer Referenzelektrode in der das Neuron umgebenden Lösung wird schematisch dargestellt. Dabei werden folgende Strukturen, Materialien und Geräte sachlogisch aufeinander abgestimmt aufgeführt: Neuron, Mess- und Referenzelektrode, Stromkreis, Oszilloskop und Verstärker. Es wird überdies dargestellt, dass sich das Neuron in physiologischer Kochsalzlösung befindet.</p> <p>Beim Vergleichen werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede vor dem Hintergrund geeigneter Kriterien aufgeführt:</p> <p>Im Hinblick auf den grundlegenden Kurvenverlauf sind die Aktionspotenziale (AP) an Nervenzellen beider Gruppen gleich. Selbiges gilt für die Amplitude der jeweiligen AP.</p> <p>Der Schwellenwert liegt an Nervenzellen von Tieren der Testgruppe bei einer vergleichsweise geringeren Membranspannung. Die Dauer der einzelnen AP ist an Nervenzellen von Tieren der Testgruppe kürzer als an Nervenzellen von Tieren der Kontrollgruppe.</p> <p>Der Vergleich der AP-Frequenzen zeigt schließlich auf, dass bei der Modellierung eines chronischen Schmerzzustandes etwa die doppelte Frequenz der AP bei gleicher Reizung auftritt, als dies bei Nervenzellen der Kontrollgruppe der Fall ist.</p>	S1 S2 E9 K5 K9	I/ II	10
2.3	<p>Die schmerzhemmende Wirkung von Oxytocin wird unter Berücksichtigung der Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung erläutert.</p> <p>Folgende Aspekte werden aufgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Infolge eines peripheren Schmerzreizes und anschließender Erregungsleitung ins Gehirn wird Oxytocin ausgeschüttet. - Aus den Endverzweigungen von Axonen des Hypothalamus ausgeschiedene Oxytocin-Moleküle (OM) binden im Rückenmark an spezifische Oxytocin-Rezeptoren (OR). In der Folge wird die Erregungsleitung in afferenten Axonen gehemmt. - OM werden auch in das Blut abgegeben. In der verletzten Haut diffundieren die OM in das Gewebe und binden an afferente Fasern an OR. Dies bewirkt eine Hemmung der Erregungsleitung zum Gehirn. - In beiden Fällen resultiert daraus eine minimierte Erregungsleitung in die entsprechenden 	S4 E9 K2	II	8

	Hirnregionen, was mit einer reduzierten Schmerzempfindung einhergeht.			
2.4.	<p>Die Erklärung der Wirkung von Lidocain auf zellulärer/molekularer Ebene bezieht sich auf proximale Ursachen und stellt anhand einer fachlich angemessenen Kausalkette die unterbrochene Erregungsleitung in der Nervenzelle dar, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lidocain-Moleküle binden an spannungsgesteuerte Natriumionenkanäle an der Axonmembran, was in der Folge zur Blockade des Transportkanals führt (Verlust der Funktionsfähigkeit). - Eine vollständige Depolarisation ist aufgrund der blockierten spannungsabhängigen Na⁺-Transportkanäle unterbunden (Materialbezug: Schwellenwert wird nicht erreicht), AP können daher nicht mehr ausgelöst werden. 	S2 K2 K5 K7	II	6
2.5	<p>Es wird dargelegt, dass bei einer Amputation unter Regionalanästhesie (Spinalanästhesie) operationsbedingte Schmerzreize nicht zur Aktivität von Schmerzarealen im Gehirn führen, weil die entsprechende Erregungsleitung durch Lokalanästhetika unterbrochen wird. Da das betreffende Bein auch bisher keine Schmerzen verursacht und während der Amputationen kein Schmerzempfinden möglich ist, kann eine Minimierung von späteren Phantomschmerzen angenommen werden. Gegenüberstellend wird erfasst, dass Opiate zwar während der Operation die Schmerzempfindung hemmen, die Schmerzreize aber dennoch zur neuronalen Aktivität in den entsprechenden Hirnregionen führen. Für das Auftreten von Phantomschmerzen wird dies im Vergleich zur Regionalanästhesie als begünstigend eingeschätzt.</p>	S4 K5	III	8
	12 BE in AFB I, 20 BE in AFB II, 8 BE in AFB III		Summe:	40

3	Rüsseltiere – damals und heute	Komp	AFB	BEs
3.1	<p>Strukturiertes Darstellen der jeweiligen Anpassungen des Afrikanischen Steppenelefanten und des Wollhaarmammuts an unterschiedliche Klimate. Zurückführen der Anpassungen auf den Zusammenhang zwischen Oberflächen/ Volumenverhältnis und Wärmeabgabe, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Körpervolumen eines Tieres entspricht dem Ort der Wärmeproduktion, Körperoberfläche entspricht dem Ort der Wärmeabgabe; - afrikanische Steppenelefanten sind sehr große Tiere → großes Körpervolumen produziert viel Körperwärme → Abgabe der Wärme über die relativ 	S1 S2	I/II	6

	<p>kleine Körperoberfläche gering → Gefahr an Überhitzung steigt;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oberflächen-/Volumenverhältnis für den Afrikanischen Steppenelefanten ungünstig → zusätzliche Mechanismen zur Wärmeabgabe nötig → z. B. große Ohren → Vergrößerung der Oberfläche → zusätzliche Wärmeabgabe über die Ohren möglich → Anpasstheit an heiße Klimate; - Wollhaarmammut ähnlich dem Afrikanischen Steppenelefanten → für kalte Klimate günstiges Oberflächen-/Volumenverhältnis, da Wärme gespeichert werden kann; Ohren klein → geringer Wärmeverlust → Anpasstheit an kaltes Klima; - Steppenelefant kein Fell und geringe Fettschicht → Wärmeabgabe erleichtert; - Wollhaarmammut dichtes Fell und dicke Fettschicht → isolierende Wirkung in kalten Klimaten. 			
3.2	<p>Angeben der dargestellten Größen mit ihren Abhängigkeiten und Beschreiben der Kurvenverläufe und der Abbildungen in M 10.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zurückführen der Fähigkeit der Thermoregulation auf unterschiedliche Durchblutungszustände unter Nutzung von M 10, Abb. 10 und 11, z. B.: Außentemperatur 32 °C: Erweiterung der Blutgefäße nahe der Körperoberfläche → Durchmesser der Blutgefäße erhöht → Blutdurchfluss gesteigert → Abgabe von Körperwärme erhöht → Menge an Körperwärme, die an die Umgebung abgegeben wird, gesteigert; - Darstellung der Zusammenhänge zwischen Oberflächentemperatur der Ohren, Außentemperatur, Wedelgeschwindigkeit und Wärmeabgabe über das Ohr z. B. bei Oberflächentemperatur des Ohres 32 °C: Wärmeabgabe von 75 W bei 0,5 m/s deutlich geringer als bei 5 m/s mit einer Abgabe von 300 W → Erhöhung der Wedelgeschwindigkeit der Ohren → Wärmeabgabe über die Ohrenoberfläche erhöht → Regulation der Körpertemperatur. 	S1 E1 E9 K2	II	10
3.3	<p>Herausarbeiten der molekularen Ursachen und Zusammenhänge der unterschiedlichen Bindungseigenschaften der Hämoglobine zu Sauerstoff beim Afrikanischen Steppenelefant und Wollhaarmammut in Bezug auf die Anpasstheit an niedrige Temperaturen, z. B.:</p> <p>Temperaturabhängigkeit der Sauerstoffabgabe von Hämoglobinen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Niedrige Temperatur → Bereitschaft Sauerstoff an Organe abzugeben bei beiden Rüsseltieren gering; - Sauerstoffabgabe bei 10 °C beim Wollhaarmammut um etwa 5 relative Einheiten höher als beim Afrikanischen Steppenelefanten → Sauerstoffversorgung der Mammutgewebe günstiger als beim Afrikanischen Steppenelefanten → Zellatmung bei allen 	S6 K2 K5	I/ II	10

	<p>Temperaturen gesicherter als beim Afrikanischen Steppenelefanten;</p> <p>Z. B.: Molekulargenetische Ursachen des unterschiedlichen Sauerstoff-Bindungsverhaltens der Hämoglobine:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Basensequenzen nicht identisch, Punktmutationen an mindestens drei Stellen, Austausch von Basen an Positionen: <ul style="list-style-type: none"> - 226 (A→G, Stumme Mutation) - 259 (C→A, Ala→Ser) und - 300 (C→G, Glu→Gln) - geänderte Basentriplets → veränderte Aminosäuren → veränderte Aminosäuresequenz beim Afrikanischen Steppenelefanten im Vergleich zum Wollhaarmammut - andere Konformation des Hämoglobins beim Wollhaarmammut → schwächere Bindung des Sauerstoffs an das Transportprotein Hämoglobin beim Mammut → Abgabe von Sauerstoff an das Gewebe/Organe bei niedrigeren Temperaturen leichter → Zellatmung vor allem bei tiefen Temperaturen gesichert → Anpasstheit des Wollhaarmammuts an kalte Klimate. 			
3.4.	<p>Strukturiertes Formulieren des Editierens des asiatischen Elefantengenoms mit Hilfe des CRISPR/Cas-Verfahrens, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zielerkennung der zu verändernden DNA durch integrierte künstlich hergestellte dirigierende RNA aufgrund von Komplementarität, - Schneiden mit Cas9-Protein an definierter Stelle aufgrund von Substratspezifität, - Doppelstrangbruch und Deletion des zu ersetzenden Genabschnittes, - zielgerichtetes Einfügen des gewünschten Mammutgenabschnitts ins Genom des asiatischen Elefanten möglich. 	S1	I	6
3.5	<p>Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen und Identifizierung der Werte, die den normativen Aussagen zugrunde liegen, z. B.:</p> <p>Deskriptiv:</p> <ul style="list-style-type: none"> - (+) Anwendung der CRISPR/Cas9-Technik in neuen Anwendungsfeldern dient ihrer wissenschaftlichen Weiterentwicklung, - (-) ungeplante Mutationsauslösung ist möglich. <p>Normativ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - (+) wissenschaftlicher Fortschritt ist ein hohes Gut, welches der Weiterentwicklung unserer Gesellschaft dient, - (+) die Freiheit der Forschung ist ein Wert, der auch gesetzlich zugesichert ist, - (-) Vermeidung von Tierleid, 	B2 B3 B4 B9	II/III	8

	<ul style="list-style-type: none"> - (-) Verletzung der Tierwürde/"Eigenwert des Tieres" (Tierschutzgesetz). <p>Beschreibung des Wertekonfliktes (z. B. wissenschaftlicher Fortschritt vs. Vermeidung von Tierleid)</p> <p>Begründete Hierarchisierung der Werte, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es könnte ein Fortschritt für die Grundlagenforschung sein, das Erbgut hochkomplexer Säugetiere zu verändern, aber es gibt noch zu viele unsichere Faktoren (Mutationen etc.), sodass der ethische Wert, Tierleid zu vermeiden, eine höhere Priorität hat als die Erschaffung eines Wollhaarmammuts. - Daher sollte das Editieren des Elefantengenoms zum derzeitigen Zeitpunkt abgelehnt werden. <p>Alternativ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es gibt viele zu lösende Probleme (Nahrungsproduktion, Krankheiten, Erbkrankheiten beim Menschen), die man mit CRISPR/Cas9 beheben könnte. Experimentelle Grundlagenforschung zur Weiterentwicklung dieser Technik ist daher zwingend notwendig, sodass das Tierwohl m. E. untergeordnet ist. - Daher könnte das Editieren des Elefantengenoms zum Voranbringen der Forschung befürwortet werden. 			
	13 BE in AFB I, 21 BE in AFB II, 6 BE in AFB III	Summe:	40	

4	Thalassämie	Komp	AFB	BEs
4.1	<p>Ableitung eines autosomal-rezessiven Erbgangs aus der Angabe der Erkrankungswahrscheinlichkeit von 25 % für ein Kind nichterkrankter Eltern, die den Gendefekt tragen</p> <p>Begründung, dass Stammbaum B ausgeschlossen werden kann, über die Personenkonstellation 1, 2 und 4 bzw. 5</p> <p>Angabe aller passenden Genotypen der Personen 1 bis 6 im Stammbaum A: 1 und 2: Aa, 3: aa, 4: Aa, 5: AA/Aa, 6: aa</p>	S2 S6 K3	II	8
4.2	<p>Beschreibung der Wirkungsweise, z. B.: Einschleusen einer gentechnisch hergestellten mRNA einer aktiven Genvariante in Lentiviren, rezeptorvermittelte Infektion der Blutstammzellen, dabei Einschleusen der mRNA und reverser Transkriptase; danach zwei Möglichkeiten der Expression: direkte Translation der mRNA bzw. Erstellung eines DNA-Transkripts durch reverse Transkriptase, Einschleusung des Transkripts in den Zellkern und Integration ins Genom, Proteinbiosynthese</p>	S1 K9	II	10

4.3	Beschreibung des molekularen Ablaufs der Transkription, z. B. Anheften des Enzyms RNA-Polymerase an Promotor-Region, lokale Entspiralisierung und Trennung des DNA-Doppelstrangs, Synthese eines komplementären mRNA-Moleküls zum codogenen Strang der DNA in 3'→5'-Leserichtung, Ablösen der RNA-Polymerase und vollständige Freisetzung der prä-mRNA bei Erreichen der Terminator-Sequenz	S1	I	9
4.4.	Formulieren einer Hypothese zum Nicht-Ansprechen auf die Therapie, z. B. Veränderung des Rezeptors für die Lentiviren. Formulieren einer Hypothese zum Auftreten von Nebenwirkungen, z. B. aufgrund eines Fehleinbaus des Gens (Off-Target-Einbau).	E3 K2	III	4
4.5	<p>Formulieren des zugrundeliegenden ethischen Dilemmas: Erhalt menschlichen Lebens (Menschenwürde) versus Schwangerschaftsabbruch (Leidvermeidung, Entlastung des Gesundheitssystems, ökonomischer Wohlstand). Es können aber auch weitere Aspekte genannt werden (z. B. sozialer Druck auf aktuell Betroffene).</p> <p>Formulieren von zwei Pro- und Contra-Argumenten, die sowohl eine deskriptive als auch normative Prämisse beinhalten, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nach der Regelung in Zypern können Schwangerschaften bei Vorliegen einer β-Thalassämie abgebrochen werden. Ungeborenes Leben ist in jedem Fall schützenswert. Deshalb ist dieses Vorgehen ethisch nicht vertretbar. - Die Kosten der Behandlung von β-Thalassämie sind eine große Belastung für das Gesundheitssystem, wodurch andere Bereiche dieses Gesundheitssystems unterversorgt werden. Weil gleichberechtigte Gesundheitsversorgung dadurch nicht mehr gewährleistet bleibt, ist das Vorgehen Zyperns vertretbar. <p>-Menschen mit β-Thalassämie sowie deren Angehörige werden in ihrem Leben viel gesundheitliches Leid erfahren (z. B. Atemnot, Knochenbrüchigkeit). Leidvermeidung ist ein hoher moralische Wert. Demgemäß ist ein Schwangerschaftsabbruch nach diesem Wert moralisch legitim.</p> <p>Ausweisen einer Hierarchisierung der tangierten Werte und eigene Schlussfolgerung auf dieser Grundlage</p>	B1 B2 B4 B7 B9	II/III	10
9 BE in AFB I, 23 BE in AFB II, 8 BE in AFB III		Summe:		40