



PRÄSENTATIONSPRÜFUNG IM ABITUR

Beispielaufgaben im Fach:

Biologie

Impressum

Herausgeber

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Schule und Berufsbildung

Alle Rechte vorbehalten.

Gestaltungsreferat

Margareta Brünjes

Referatsleitung

Britta Kieke

Fachreferent

Daniel Paßon

Redakteure

Carsten Baumann
Lars Radkte

Layout

Matthias Hirsch

Hamburg 2018

Inhalt

Einleitung	4
Thema: Lactose(in)toleranz.....	7
I Aufgabenstellung (gA oder eA)	7
II Literaturhinweise, Material [für den Prüfling].....	7
III Unterrichtlicher Zusammenhang/Bildungsplanbezüge.....	7
IV Erwartungshorizont	9
V Bewertungshinweise	13
VI Hinweise zur Gestaltung des Fachgesprächs.....	14
VII Literaturangaben [Lehrkraft].....	14
Thema: Grüne Gentechnik mit der „Gen-Schere“ CRISPR/Cas9	15
I Aufgabenstellung (gA oder eA):	15
II Literaturhinweise, Material [für den Prüfling].....	15
III Unterrichtlicher Zusammenhang/Bildungsplanbezüge.....	16
IV Erwartungshorizont	18
V Bewertungshinweise	22
VI Hinweise zur Gestaltung des Fachgesprächs.....	23
VII Literaturangaben [Lehrkraft].....	23
Thema: Thermoregulation bei Wirbeltieren.....	24
I Aufgabenstellung (gA oder eA)	24
II Literaturhinweise, Material [für den Prüfling].....	24
III Unterrichtlicher Zusammenhang / Bildungsplanbezüge.....	25
IV Erwartungshorizont	26
V Bewertungshinweise	28
VI Hinweise zur Gestaltung des Fachgesprächs.....	29
VII Literaturangaben [Lehrkraft].....	30

Einleitung

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

mit den hier vorgelegten Beispielaufgaben möchten wir Sie bei der Gestaltung der Präsentationsprüfung im Abitur unterstützen. Die Aufgaben sind mit dem Ziel entwickelt worden, Ihnen hilfreiche Hinweise für eigene Überlegungen zu Abituraufgaben zu geben. Anlass der Überarbeitung der Beispielaufgaben war die Neufassung der Ausbildungs- und Prüfungsordnung zum Erwerb der allgemeinen Hochschulreife (APO-AH) vom 16. Juni 2017. Die ursprünglichen Beispielaufgaben von 2010 wurden zugleich auch auf der Grundlage mehrjähriger Erfahrungen mit dieser Prüfungsform sowie im Hinblick auf Rahmenpläne und Bildungsstandards angepasst bzw. neu entwickelt.

Die Überarbeitungen berücksichtigen die veränderten Vorgaben zur Aufgabenstellung, die ab der Abiturprüfung 2019 gelten. In § 26 Absatz 3 APO-AH zur Präsentationsprüfung wurde die folgende Präzisierung eingefügt: „Die Aufgabenstellung gewährleistet, dass die Präsentation unterschiedliche Kompetenz- und Inhaltsbereiche mindestens zweier Semester der Studienstufe beinhaltet. Das Fachgespräch dient der prüfenden Vertiefung der Präsentation. Dabei werden auch größere fachliche und gegebenenfalls fachübergreifende Zusammenhänge auf der Grundlage des Unterrichts in der Studienstufe berücksichtigt.“

Die Verknüpfung unterschiedlicher Kompetenz- bzw. Inhaltsbereiche aus zwei Semestern bereits in der Aufgabenstellung der Präsentationsprüfung stellt sicher, dass der Prüfling Kenntnisse und Kompetenzen aus diesen zwei Bereichen tatsächlich umfangreich in den Verlauf der Prüfung einbringen kann – und nicht erst in einem ggf. eng umrissenen Anteil des Fachgesprächs. Nur einen dieser beiden Bereiche kann der Prüfling bis zu einem von der Schule bestimmten Zeitpunkt angeben. Dieser wird dann bei Zustimmung des oder der Vorsitzenden des Fachprüfungsausschusses Gegenstand der Prüfung und somit auch der Aufgabenstellung (§ 26 Absatz 1 APO-AH). Der zweite Bereich wird erst zwei Wochen vor der Prüfung mit der Aufgabenstellung durch den Prüfer bekanntgegeben. Die Regelung zur Bekanntgabe des zweiten Bereichs der Prüfung gilt im Übrigen auch für die mündliche Prüfung herkömmlicher Prägung gemäß § 26 Absatz 2 APO-AH. Beide Bereiche werden also für beide Prüfungsformen zwei Wochen vor der jeweiligen Prüfung dem Prüfling schriftlich bekanntgegeben bzw. bestätigt.

Gleichzeitig wird in der Neufassung der Verordnung die Rolle des Fachgesprächs betont: Es dient nun vorrangig der prüfenden Vertiefung, aber auch der angemessenen Erweiterung des Gegenstands der eigentlichen Präsentation in angrenzende Zusammenhänge. Gerade im Fachgespräch, das sich nun von Anfang an auf beide Inhalts- bzw. Kompetenzbereiche beziehen kann, weist der Prüfling nach, dass er den Prüfungsgegenstand selbstständig und reflektiert durchdrungen hat. Er soll zeigen, dass er über unterschiedliche fachliche und ggf. überfachliche Perspektiven verfügt, die er in seiner Präsentation gezielt ausgewählt und gewichtet hat, und ebenso, dass er seine Ergebnisse vor dem Hintergrund unterschiedlicher Bezugssysteme beurteilen kann und damit einen Anspruch wissenschaftspropädeutischen Arbeitens erfüllt.

Der sogenannte „Semesterübergreif“ wird in der Aufgabenstellung der Präsentationsprüfung verbindlich angelegt. Die Verknüpfung wird nach fachspezifischen Ausprägungen auf unterschiedliche Weise realisiert. Die vorliegenden Beispielaufgaben spiegeln auch hier die Bandbreite der Fächer wider. So ist in einzelnen Fächern nur die Verknüpfung zweier Inhaltsbereiche in der Aufgabenstellung sinnvoll, da die in den Rahmenplänen vorgegebenen Kompetenzbereiche sich nicht auf einzelne Semester der Studien-

stufe beziehen lassen, sondern durchgängig an den bearbeiteten Inhalten entwickelt werden. In anderen Fächern ist hingegen die Verknüpfung z. B. eines in einem Semester intensiv erarbeiteten fachmethodischen Zugriffs als Kompetenzbereich mit einem in einem weiteren Semester erarbeiteten Inhaltsbereich möglich. Entsprechende fachspezifische Ausprägungen und Rahmensetzungen wurden in der zum Schuljahr 2018/19 erschienenen Neufassung der „Richtlinie für die Aufgabenstellung und Bewertung der Leistungen in der Abiturprüfung“ (Abiturrichtlinie) berücksichtigt. Sie sind insbesondere den jeweiligen Fachteilen (Anlagen der Abiturrichtlinie, hier Abschnitt 5) zu entnehmen.

Ein weiterer häufig thematisierter Aspekt der Aufgabenstellungen für die Präsentationsprüfung ist der Grad ihrer Operationalisierung. Die fachlichen Beispiele bilden hier ein Spektrum von größer geschnittenen Aufgaben bis zu Teilaufgaben mit einzelnen Operatoren ab. Dabei werden die offener angelegten Aufgabenstellungen vorrangig auf die Bearbeitung der Anforderungsbereiche II-III abzielen und den Anforderungsbereich I implizit einschließen. In jedem Falle muss zum einen eine tatsächliche Aufgabenstellung vorhanden sein; die bloße Nennung eines Prüfungsthemas in Form einer Überschrift genügt nicht, um dem Prüfling die Komplexität der Anforderungen an die von ihm erwartete Prüfungsleistung zu verdeutlichen. Zum anderen muss durch die Aufgabenstellung die Bearbeitung auf allen drei Anforderungsebenen ermöglicht und angeregt werden. Ein entsprechender Hinweis sollte schon in die Mitteilung der Aufgabenstellung aufgenommen werden.

Die Aufgabenstellung muss auch eine grundlegende Anforderung und zugleich besondere Möglichkeit der Präsentationsprüfung erfüllen: Die Abiturrichtlinie betont die eigenständige Erarbeitung des Lösungswegs durch den Prüfling. „Dem Prüfling ist in seinem Lösungsansatz ein Gestaltungsraum zu lassen“ (ebd., S. 8). Dieser Gestaltungsraum kann ggf. die Erarbeitung einer eigenen Leitfrage auf der Grundlage der Aufgabenstellung durch die Schülerin bzw. den Schüler vorsehen. Entsprechende Anforderungen werden – wie auch bisher – in der Fachkonferenz einer Schule abgestimmt und den Schülerinnen und Schülern transparent vermittelt.

Der Erwartungshorizont bildet die beschriebenen unterschiedlichen Gestaltungsmöglichkeiten der Aufgabenstellung ab und formuliert entsprechende Anforderungen, die auch Spielräume in der Aufgabenerfüllung belassen. Dabei ist von entscheidender Bedeutung, dass der Erwartungshorizont, der dem Fachprüfungsausschuss vorliegt, nach dem Erhalt der Dokumentation angepasst und fokussiert wurde. Der Erwartungshorizont enthält analog zur Gestaltung der vorliegenden Beispielaufgaben formale Angaben (Kopfteil), die Aufgabenstellung selbst, ggf. Literaturhinweise bzw. Aufgabenmaterial für die Hand des Prüflings, eine Darstellung des unterrichtlichen Zusammenhangs und ggf. entsprechende knappe Rahmenplanbezüge, den eigentlichen Erwartungshorizont mit Hinweisen zur Zuordnung der erwarteten Leistungen zu den Anforderungsbereichen, Kriterien für die Bewertung nach „gut“ und „ausreichend“ sowie kurze Hinweise zur Gestaltung und Bewertung des Fachgesprächs. Die Ausarbeitung kann z. T. stichpunktartig erfolgen. Die Darstellung des unterrichtlichen Zusammenhangs ermöglicht dem Fachprüfungsausschuss einzuschätzen, inwieweit der Prüfling eigenständige Leistungen erbringt, die über das im Unterricht Erarbeitete und Gesicherte hinausgehen. Die hier vorliegenden Beispiele von Erwartungshorizonten fallen teilweise ausführlicher als ihre tatsächliche Realisierung in der Prüfungssituation aus – auch weil naturgemäß die fokussierende Rolle der Dokumentation in ihrer Ausarbeitung nicht berücksichtigt werden konnte. Sie geben eine Orientierung für die Bearbeitung und möglichen Ergebnisse sowie die entsprechenden Kompetenzerfordernisse an den Prüfling. Darüber hinaus enthalten die Beispiele z. T. weiterführende Literaturhinweise für die Lehrkräfte. Bei der Bewertung der Prüfungsleistung durch den Fachprüfungsausschuss bil-

det der Erwartungshorizont neben den in der Niederschrift festgehaltenen Eindrücken aus der laufenden Prüfung die wesentliche Grundlage des kriterienorientierten Bewertungsgesprächs.

Die schriftliche Dokumentation des Prüflings ist gemäß der Abiturrichtlinie Teil der Prüfungsleistung. Sie wird in der Bewertung der Gesamtleistung der Präsentationsprüfung nur eine untergeordnete Rolle spielen, da im Vordergrund die tatsächlich dargebotene Präsentation sowie ihre Durchdringung bzw. Erweiterung im Fachgespräch stehen. Eine mangelhafte Dokumentation kann bspw. ausschlaggebend bei der Entscheidung zwischen zwei Notenstufen sein. Eine nicht abgegebene Dokumentation kann darüber hinaus die Durchführung der Prüfung erschweren und damit ihr Ergebnis negativ beeinflussen. Die Dokumentation stellt einen Planungsstand eine Woche vor der eigentlichen Prüfung dar: „Die Prüflinge [...] geben [...] eine schriftliche Dokumentation über den geplanten Ablauf und die geplanten Inhalte der Präsentation bei dem Fachprüfungsausschuss ab.“ (§ 26 Absatz 3 APO-AH) Der Prüfling hat das Recht, in seiner Präsentation von diesem Planungsstand abzuweichen, weitere Aspekte zu ergänzen etc. Die durchdachte Begründung dieser Abweichungen im Fachgespräch kann dabei sogar zu einer besonderen Anerkennung der Reflexionskompetenz des Prüflings führen.

Grundsätzlich besteht ein wesentliches Merkmal gelungener Prüfungsaufgaben darin, dass sie sinnvoll auf den vorausgegangenen Unterricht bezogen sind und den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, die erworbenen Kompetenzen umfassend und auf einem angemessenen Anforderungsniveau zu demonstrieren. Die vorliegenden Beispielaufgaben bilden unterrichtliche Voraussetzungen allgemeiner ab, als dies in der tatsächlichen Prüfungssituation möglich ist. Sie beziehen sich dabei auch auf Vorgaben des jeweiligen Rahmenplans und der Abiturrichtlinie.

Wenn Sie die Beispiele in den Fächern vergleichen, werden Sie also, wie erwähnt, eine gewisse Varianz feststellen – manche Beispiele sind knapper gehalten, andere ausführlich usw. Diese Unterschiedlichkeit soll die Bandbreite aufzeigen, in der sich mögliche Aufgabenstellungen für die Präsentationsprüfung bewegen können, und Sie damit anregen und ermutigen, diese Bandbreite auch zugunsten Ihrer Schülerinnen und Schüler zu nutzen.

Neben den Beispielaufgaben für die einzelnen Fächer liegt zum Schuljahr 2018/19 auch eine allgemeine Handreichung des Landesinstituts für Lehrerbildung und Schulentwicklung zu Präsentationsleistungen und -prüfungen vor, die das entsprechende Dokument von 2010 ersetzt.

Bitte beachten Sie bei der Durchführung und Bewertung der Präsentationsprüfung auch die erwähnten Anlagen der „Richtlinie für die Aufgabenstellung und Bewertung der Leistungen in der Abiturprüfung“ (2018).

Ich hoffe, dass wir Ihnen mit den Beispielaufgaben der Fächer eine Unterstützung bei der Aufgabenstellung und Durchführung der Präsentationsprüfung anbieten können.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Mark Hamprecht

(B 31-1, Grundsatzreferat Gymnasium, gymnasiale Oberstufe)

Prüfungsvorsitz:	Prüfling:
Referent/-in:	
Koreferent/-in:	
Gewählter Inhaltsbereich des Prüflings: <i>Molekulargenetik und Gentechnik</i>	Termine: Ausgabe des Prüfungsthemas:
Ergänzter Inhaltsbereich d. Referenten: <i>Evolution und Zukunftsfragen</i>	Abgabe der Dokumentation:
	Prüfungstermin / Raum:

Thema: Lactose(in)toleranz

Die Lactose-Intoleranz (Milchzuckerunverträglichkeit) betrifft weltweit viele Menschen. Sie vertragen den in vielen Nahrungsmitteln vorhandenen Milchzucker, die Lactose, nicht. Der Verzehr von Milchprodukten führt bei ihnen zu meist heftigen Verdauungsbeschwerden. Für den Großteil der Weltbevölkerung ist eine Lactose-Intoleranz dabei der Normalfall. Bei diesen Menschen wird der Milchzucker aufgrund des fehlenden Enzyms Lactase nicht verdaut.

I Aufgabenstellung (gA oder eA)

Erklären Sie die möglichen Symptome bei *Lactose-Intoleranz* sowie die genetischen Ursachen der *Lactose-Toleranz* und **diskutieren** Sie deren Entwicklung unter geeigneten evolutionsbiologischen Fragestellungen.

II Literaturhinweise, Material [für den Prüfling]

Aufgrund umfangreicher Recherchemöglichkeiten zu dieser Thematik werden keine Literaturhinweise gegeben.

III Unterrichtlicher Zusammenhang/Bildungsplanbezüge

Da die Inhaltsbereiche im Rahmenplan Biologie eng mit den Kompetenzbereichen verknüpft sind und als Gestaltungsgrundlage des Unterrichts gelten, sollen auch Kompetenzen für dieses Aufgabenbeispiel Erwähnung finden. Denn auf Grundlage der vom Prüfling vorgelegten Dokumentation kann diese Auflistung eine lohnende Hilfe zur Priorisierung und Formulierung der Bewertungskriterien (siehe Kapitel V) darstellen. Die hier dargestellten Bildungsplanbezüge werden allerdings von den Kolleginnen und Kollegen in dieser Ausführlichkeit nicht erwartet. Es reichen Auflistungen zu den berührten Inhaltsbereichen.

1. Kompetenzbereich Fachkenntnisse:

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über gefestigte Fachkenntnisse zu biologischen Phänomenen und Gesetzmäßigkeiten sowie zu biologischen Begriffen, Prinzipien und Fakten.

- verwenden biologisches Wissen in komplexeren Kontexten neu.
- wenden Kenntnisse über Phänomene und Sachzusammenhänge an.
- erklären neue Sachverhalte aus verschiedenen biologischen oder naturwissenschaftlichen Perspektiven.

2. Kompetenzbereich Fachmethoden:

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über naturwissenschaftliche Fachmethoden, sie nutzen Modelle und wenden Arbeitstechniken an.

- vergleichen kriterienbezogen.
- finden und formulieren eigenständig biologische Fragen und Hypothesen.
- interpretieren Daten hypothesen- und fehlerbezogen.

3. Kompetenzbereich Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler erschließen Informationen sach- und fachbezogen und tauschen diese aus.

- entnehmen, verarbeiten und kommunizieren Informationen aus Texten, Schemata und anderen Darstellungsformen.
- nutzen verschiedene Informationsquellen bei der Bearbeitung neuer Sachverhalte zielgerichtet.
- wählen Materialien sachgerecht aus und setzen diese zielorientiert ein.
- kommunizieren eigene Kenntnisse und Arbeitsergebnisse.
- benutzen Fachsprache in bekannten und neuen Kontexten.
- stellen Sachverhalte verständlich, strukturiert und in der Fachsprache angemessen dar.
- argumentieren und debattieren eigenständig sach- und adressatengerecht.

4. Kompetenzbereich Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler erkennen und bewerten biologische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten.

- analysieren und bewerten Alltagsvorstellungen und Alltagsphänomene vor biologischem Hintergrund.
- naturwissenschaftliche Erkenntnisse in den gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und kulturellen Zusammenhang einordnen.

Mit den vier Kompetenzbereichen verknüpfte Teilgebiete aus den **Inhaltsbereichen:**

- Bau der DNA
- Proteinbiosynthese und genetischer Code
- Genetische Regulation
- wissenschaftliche und Alltagsvorstellungen zur Gentechnik

- Beispiele für die Erklärungskraft der synthetischen Evolutionstheorie
- Formen der Selektion
- Herkunft und Zukunft des Menschen
- Stoffwechselkrankheiten
- Ernährung und Lebensqualität

IV Erwartungshorizont

Die Lösungsskizze versteht sich hinsichtlich des Inhalts als Anregung für eine Bewertung. Andere sinnvolle Lösungen sind nach der jeweiligen Dokumentation und der legitimen Abweichung davon (APO-AH § 26 Absatz 3) adäquat zu bewerten.

Skizze einer möglichen zu erwartenden Leistung	Anforderungsbereiche		
	I	II	III
<p><u>Der Prüfling erklärt die möglichen Symptome bei Lactose-Intoleranz ...</u></p> <p><i>Hier wird vom Prüfling eine nachvollziehbare und verständliche Veranschaulichung von Symptomen erwartet, welche eine fundierte Ursachendarstellung voraussetzt.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lactose-Intoleranz (Hypolactasia oder Lactase-Defizienz) bezeichnet das Fehlen von Lactasen und kann in drei Gruppen eingeteilt werden: autosomal rezessiv vererbte Defizienz (selten), primäre Lactase-Defizienz (weltweiter Normalzustand) und sekundäre (bzw. erworbene) Defizienz (Folge einer gastrointestinalen Erkrankung). • Im Folgenden wird lediglich auf die primäre Lactase-Defizienz eingegangen. → die ersten beiden Punkte stellen nützliche Eingangsinformation dar, werden zur Bearbeitung der Aufgabe jedoch nicht erwartet. • Lactose-Moleküle werden bei Lactosetoleranten Menschen im Dünndarm von Lactase-Enzymen hydrolytisch in Glucose und Galactose gespalten. Diese Monosaccharide können von den Zotten des Dünndarms aufgenommen und in die Blutbahn überführt werden. • Ohne die hydrolytische Wirkung der Lactase, welche bei Lactose-Intoleranten Menschen nicht vorhanden ist, können die Lactose-Disaccharide nicht gespalten und somit nicht in die Blutbahn aufgenommen werden. • Somit passieren die mit der Nahrung aufgenommenen Lactose-Moleküle den Dünndarm und gelangen in den Dickdarm. Dort wird ein osmotischer Sog durch die Anwesenheit der Lactose-Moleküle erzeugt. Das Einströmen von Wasser und Elektrolyten in den Darm ist die Folge und ein daraus resultierender dünner Stuhl und Diarrhö. • Zudem hydrolysieren in der Darmflora vorhandene bakterielle β-Galactosidasen die Lactose zu Glucose und Galactose. Diese Monosaccharide können nicht von der Colon-Mucosa aufgenommen werden und werden somit in Folge durch Bakterien zu kurzkettigen Fettsäuren verstoffwechselt. Dabei entstehen Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid und Methan als Nebenprodukte, aus welchen verschiedene Beschwerden resultieren. • Dabei ist das Symptomspektrum abhängig von der aufgenommenen Menge an Lactose-Molekülen und der Zusammensetzung der Darmflora. • Typische Symptome sind: Blähbauch (Meteorismus), Völlegefühl, Darmwinde (Flatulenzen), laute Darmgeräusche, Bauchschmerzen, Übelkeit (ggf. mit Erbrechen) sowie der oben beschriebene dünne Stuhl und Diarrhö. 	X	X	

Skizze einer möglichen zu erwartenden Leistung	Anforderungsbereiche		
	I	II	III
<p><u>... und erklärt die genetischen Ursachen der Lactose-Toleranz:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Das LPH-Gen (Lactase-Phlorizin-Hydrolase) liegt bei Menschen auf dem langen Arm des Chromosoms 2 (Chromosomenabschnitt 2q21) und ist ca. 52 kbp lang. Es enthält 17 Exons. Sowohl die Nucleotidsequenz des Promotors als auch des Gens selbst unterscheiden sich bei Lactosetoleranten und -intoleranten Menschen nicht. <p><i>Unterschiede gibt es lediglich bei einer vererbten Defizienz, welche hier nicht weiter betrachtet wird.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> In den Sequenzen, die dem LPH-Gen vorgelagert sind, finden sich Unterschiede zwischen Lactosetoleranten und -intoleranten Menschen. Eine Punktmutation in der Enhancerregion des LPH-Gens sorgt für eine anhaltende Expression des LPH-Gens, welche eine lebenslange Lactosetoleranz zur Folge hat. Für die europäische Lactosetoleranz kann folgendes festgestellt werden: <ul style="list-style-type: none"> Eine Punktmutation (an Position -13.910), welche sich innerhalb des 13. Introns des benachbarten MCM6-Gens befindet, liegt bei Menschen mit einer Lactoseverträglichkeit ein T, bei Lactoseintoleranten Menschen ein C vor. An dieser Stelle bindet der Transkriptionsfaktor Oct-1 (Octamer binding Protein-1), welcher mit HNF1a interagiert, der wiederum an den LPH-Promotor bindet. Oct-1 kann dabei deutlich stärker an die T-Variante binden, als an die ursprüngliche C-Variante und erhöht so lebenslang die Expressionsrate des LPH-Gens auf ca. das Neunfache. Die Region der C/T-Mutation fungiert also als Enhancer für das LPH-Gen. Lactosetolerante Menschen tragen eine Punktmutation, welche die Expressionsrate des LPH-Gens deutlich erhöht. Für weitere geografische Regionen können unterschiedliche Punktmutationen in dem Lactase-Gen vorgelagerten Bereichen festgestellt werden. Diese wirken ähnlich wie die europäische Mutation auf die im Erwachsenenalter anhaltende Expression des Lactase-Gens. Man geht heute davon aus, dass unterschiedliche Lactase-Produktionsraten in unterschiedlichen Transkriptionsregulationen resultieren. 		X	X
<p><u>... und diskutiert deren Entwicklung unter geeigneten evolutionsbiologischen Fragestellungen:</u></p> <p><i>Dieser zweite Aufgabenteil zeigt auf, wie die Entwicklung einer eigenen naturwissenschaftlichen Fragestellung als operationalisierte Aufgabenstellung eingebunden werden kann.</i></p> <p><i>Der Prüfling muss zunächst eine geeignete Fragestellung bzw. Hypothese formulieren, in Folge Pro- und Kontraargumente gegenüberstellen und abschließend eine eigene Position finden. Die folgende als eine Möglichkeit anzusehende Fragestellung/Hypothese findet sich in der Literatur, wobei weitere Fragestellungen denkbar und adäquat zu bewerten sind:</i></p> <p>Mögliche Fragestellung: Besteht ein Zusammenhang zwischen der kulturellen Entwicklung der Milchviehwirtschaft und der Entwicklung einer Lactosetoleranz?</p> <p>Für einen Zusammenhang sprechen beispielsweise die folgenden Argumente:</p>		X	X

Skizze einer möglichen zu erwartenden Leistung	Anforderungsbereiche		
	I	II	III
<ul style="list-style-type: none"> • An dem geografischen Verbreitungsmuster fällt auf, dass die Lactosetoleranz in den Populationen am höchsten ist, welche eine lange Tradition der Vieh- und Milchwirtschaft aufweisen. <ul style="list-style-type: none"> – Lactosetoleranz ist in Nordwest-Europa am stärksten verbreitet und nimmt in südlicher und östlicher Richtung ab. – Im Bereich Indien und auf der Arabischen Halbinsel liegen weitere Zentren der Lactosepersistenz. – Auf dem afrikanischen Kontinent ist die Verteilung fleckenförmig. Dies kann darin begründet werden, dass einige Populationen Ackerbauern, andere dagegen Viehzüchter sind. – Insgesamt lässt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen geographisch verbreiteter traditioneller Milchwirtschaft und einer etablierten Lactosetoleranz erkennen. • In Gebieten mit Nutztierhaltung haben Menschen mit Lactosepersistenz einen Selektionsvorteil gegenüber Lactoseintoleranten: <ul style="list-style-type: none"> – Milch kann als zusätzliche Energiequelle auch im Erwachsenenalter genutzt werden (Lactose kommt nur in der Milch von Mammalia vor und ist für Säuglinge die primäre Kohlehydratquelle). • Lactosetoleranz führt daher zu einer erhöhten reproduktiven Fitness. • Die Allelfrequenz der Lactosetoleranz wird im Genpool erhöht (hoher Selektionsdruck). • Die weitere kulturelle Entwicklung der Milchwirtschaft wird begünstigt. • Es kann von einer Coevolution von Kultur und Genetik ausgegangen werden. • Die Änderung des Genoms ermöglicht eine Änderung des Verhaltens und umgekehrt wird durch das geänderte Verhalten der Selektionsdruck auf das Genom erhöht. • In Regionen ohne Milchviehhaltung bedeutet Lactosetoleranz keinen Selektionsvorteil und damit auch keine erhöhte biologische Fitness. Es findet somit auch keine Anhäufung der veränderten DNA-Sequenzen im Genpool statt. • Das Alter der jeweiligen Mutationen kann in Deckung mit dem Zeitpunkt des Beginns der Viehzucht bzw. der Milchwirtschaft gebracht werden: <ul style="list-style-type: none"> – Europa: Alter der Mutation ca. 7.000 - 12.000 Jahre – Rinderzucht seit ca. 10.000 Jahren – Saudi-Arabien: Alter der Mutation ca. 4.000 Jahre – Kamelzucht seit ca. 6.000 Jahren – Afrika: Alter der Mutation ca. 3.000 - 6.000 Jahre – Viehzucht seit ca. 4.500 Jahren • Insgesamt ist festzuhalten, dass die Zeitangaben für die Mutationen ungenau sind, im Mittel aber in etwa dem Beginn der Nutztierhaltung und der damit einhergehenden Nutzung von Milch als Nahrungsquelle entsprechen. • Die Nutztierhaltung entwickelte sich ab ca. 8500 v.Chr. im Nahen Osten, von wo aus sich der Ackerbau und die Viehwirtschaft auch nach Europa ausbreitete. • Zeitlich fällt also die Ausbreitung der Viehzucht mit dem Auftreten der ersten Lactose-Toleranz begünstigenden Mutationen in Europa zusammen. • Es kann also – zumindest in Europa – ein coevolutiver Zusammenhang zwischen kultureller Entwicklung der Viehzucht und einem sich verändernden 			

Skizze einer möglichen zu erwartenden Leistung	Anforderungsbereiche		
	I	II	III
<p>Genpool hinsichtlich höherer Lactosetoleranzen postuliert werden</p> <p>Gegen den Zusammenhang einer etablierten Lactosetoleranz und der kulturellen Evolution der Viehzucht bzw. Milchwirtschaft sprechen beispielsweise die folgenden Argumente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zeitangaben der Mutationen bzw. der Entwicklung der Milchwirtschaft sind teilweise ungenau. • Lactosepersistenz in einigen Regionen der Welt kaum untersucht (z. B. Westafrika). Es besteht also keine sehr breite Datengrundlage. • Stammbäume bezüglich der unterschiedlichen Mutationen sind nicht einheitlich. • Es gibt auch Völker (z. B. Dinka und Nuer im Sudan), die lactoseintolerant sind und dennoch Milchvieh züchten und Milch verzehren. Dies würde gegen die oben beschriebene Hypothese sprechen. <ul style="list-style-type: none"> – Diese Völker verarbeiten Milch jedoch zu Joghurt und Käse (enthalten kaum oder keine Lactose mehr). – Die Somali trinken zwar Milch, besitzen aber eine andersartige Darmflora und leiden so nicht unter den typischen Beschwerden der Lactoseintoleranz. – Es werden teilweise auch Zusammenhänge mit anderen Faktoren (z. B. Assoziation von Lactoseintoleranz mit Vitamin D-Mangel). <p>Es sollte abschließend ein Fazit der eigenen Diskussion erfolgen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insgesamt kann man zu dem Schluss kommen, dass die kulturelle Entwicklung der Viehzucht und der Milchwirtschaft als Evolutionsfaktor auf das LPH-Gen gewirkt und den Selektionsdruck erhöht hat. Die auftretenden Lactosepersistenzen begünstigten im Gegenzug die kulturelle Entwicklung der Viehzucht, sodass es sich um Coevolution handelt. <p><i>Diese Aufgabenstellung erfordert von den Prüflingen ausgeprägte Kompetenzen bezüglich der Informationsbeschaffung und -auswertung sowie Priorisierung und Strukturierung für die Aufgabe relevanter Fakten. Da die genetischen und evolutiven Ursachen der Entstehung der Lactosetoleranz sehr gut erforscht sind und sich vielfach gut verständliche Literatur finden lässt, ist diese Aufgabe auch für das grundlegende Niveau geeignet.</i></p>			

V Bewertungshinweise

Eine **gute** Leistung liegt vor, wenn der Prüfling ...

- ... die Präsentation inhaltlich und formal überzeugend aufgebaut hat und technisch versiert darbietet,
- ... sich sprachlich korrekt und überzeugend ausdrückt sowie die Fachsprache korrekt verwendet,
- ... die Symptome einer Lactose-Intoleranz sowie deren Ursachen (Erklärung) korrekt und stoffwechselphysiologisch differenziert beschreiben kann,
- ... die genetischen Ursachen der Lactosetoleranz fachsprachlich und -inhaltlich korrekt und differenziert erklären kann,
- ... eine evolutionsbiologisch fundierte Fragestellung formuliert und begründen kann,
- ... auf der Grundlage der eigenen Fragestellung eine differenzierte und fachlich gut begründete Abwägung zwischen Pro- und Contraargumenten diskutiert,
- ... im Prüfungsgespräch sachbezogen auf Nachfragen eingeht sowie fundierte und sachbezogene Detailkenntnisse darbietet,
- ... über das Thema, die Arbeitsschritte, die gewählte Vorgehensweise und die Präsentationsmethode reflektiert und umfassend Auskunft geben kann,
- ... für die Lösung relevante Fakten aus mindestens drei recherchierten seriösen Quellen (z. B. Fachartikel, Lehrbücher) fundiert aufbereitet,
- ... den Wahrheitsgehalt, die Glaubwürdigkeit und die Interessensgebundenheit der Quellen kritisch hinterfragen kann.

Eine **ausreichende** Leistung liegt vor, wenn der Prüfling ...

- ... die Präsentation inhaltlich und formal zumeist nachvollziehbar aufgebaut hat und ohne größere technische Probleme darbietet,
- ... sich lediglich mit leichten sprachlichen Mängeln weitgehend korrekt ausdrückt und zudem die Fachsprache bei Kernthemen überwiegend korrekt verwendet,
- ... die Symptome einer Lactose-Intoleranz sowie deren wesentlichen Ursachen beschreiben kann,
- ... die grundlegenden genetischen Ursachen der Lactosetoleranz – wenn auch nicht sehr differenziert – sprachlich und inhaltlich korrekt erklärt,
- ... auf der Grundlage der eigenen Fragestellung ausreichend abwägt und mindestens zwei Pro- und Contraargumente diskutiert,
- ... im Prüfungsgespräch weitgehend sachbezogen auf Nachfragen eingeht,
- ... über das Thema, die Arbeitsschritte, die gewählte Vorgehensweise und die Präsentationsmethode Auskunft geben kann,
- ... für die Lösung mindestens zwei relevante und seriöse Quellen (z.B. Fachartikel, Lehrbücher) nennen kann.

VI Hinweise zur Gestaltung des Fachgesprächs

Neben der Vertiefung einzelner Punkte aus der Präsentation können die folgenden Fragestellungen als Anregungen für das Fachgespräch verstanden werden:

- Erläutern Sie die Evolutionstheorie von Charles Darwin in Abgrenzung zur synthetischen Evolutionstheorie.
- Diskutieren Sie verschiedene Theorien bezüglich der unterschiedlichen Lactosepersistenz-Zentren.
- Ernährungsverhalten und Lebensmittelproduktion bei Bevölkerungsgruppen mit deutlich geringerer Lactosetoleranz (z.B. in nichteuropäischen Länder).
- Erläutern Sie die Proteinbiosynthese am vorliegenden Beispiel (zusätzliches Material erforderlich).
- Beschreiben und erläutern Sie die DNA als Träger der genetischen Information.
- Unterscheiden Sie Mutationsarten (Gen-, Chromosomen- und Genommutation) am vorliegendem Beispiel (zusätzliches Material erforderlich).
- Beschreiben Sie die Genregulation am Beispiel des Operon-Modells.
- Erläutern Sie unterschiedliche Artentstehungsprozesse (z.B. allopatrische Artbildung).
- Erläutern Sie die evolutionsbiologische Bedeutung von Krankheiten (Sichelzellenanämie /Malaria usw.).
- Erläutern Sie die Entstehung von ähnlichen nicht homologen Merkmalen.
- Bewertung: Mensch und Evolution (Natürliche Selektion).

VII Literaturangaben [Lehrkraft]

- Bahnsen, U. (2009): Grollen im Darm.
Frei abrufbar unter: <http://www.zeit.de/online/2007/09/laktose-milchzucker-gewoehnung> [14.01.2018].
- Becker, A., Bokelmann, I., Krull, H.-P., Schäfer, M.: Natura, Biologie für Gymnasien. Oberstufe. Klett Verlag GmbH, Stuttgart 2012.
- Curry, A. (2014): Die Milchrevolution. Aus: Spektrum der Wissenschaft, 2014/04. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, S.70-74. Ab-rufbar unter: <http://www.spektrum.de/magazin/neolithisierung-ii-die-milchrevolution/1224873> [14.01.2018].
- Höffeler, F. (2009): Das Erbe der frühen Viehzüchter - Geschichte und Evolution der Lactose(in)toleranz. Aus: Biologie in unserer Zeit, 2009/6. Weinheim: Wiley-VCH Verlag, S. 378-387.
Frei abrufbar unter: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/biuz.200910405/epdf> und <http://www.art4science.de> [14.01.2018].
- Hupfer, A. (2006): Unter der Sonne Afrikas. Aus: Spektrum – Die Woche, 2006/12/12. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft GmbH. Frei abrufbar unter: <http://www.spektrum.de/news/unter-der-sonne-afrikas/859828> [14.01.2018]

Prüfungsvorsitz: Referent/-in: Koreferent/-in:	Prüfling:
Gewählter Inhaltsbereich des Prüflings: <i>Molekulargenetik und Gentechnik</i> Ergänzter Inhaltsbereich d. Referenten: <i>Ökologie und Nachhaltigkeit</i>	Termine: Ausgabe des Prüfungsthemas: Abgabe der Dokumentation: Prüfungstermin / Raum:

Thema: Grüne Gentechnik mit der „Gen-Schere“ CRISPR/Cas9

Dank der großen Fortschritte in der Gentechnik ist es inzwischen möglich, hochpräzise in das Genom von Organismen einzugreifen und es zu verändern. Die revolutionäre Entdeckung der „Gen-Schere“ CRISPR/Cas9 stellte 2012 einen Meilenstein in der Gentechnik dar. Ungeahnte Möglichkeiten, wie z.B. Therapien von Erbkrankheiten oder die Herstellung von Resistenzgenen gegen Pflanzenschutzmittel, ließen die Wissenschaft aufhorchen. Der mögliche Einsatz von CRISPR/Cas9 eröffnete aber auch kontroverse Diskussionen darüber, inwiefern der Eingriff in z.B. menschliche Embryonen oder in das Genom von Keimbahnen, um Lebewesen dauerhaft zu verändern, vertretbar ist.

I Aufgabenstellung (gA oder eA):

Vergleichen Sie das CRISPR/Cas9-Verfahren mit einem herkömmlichen gentechnischen Verfahren zur Veränderung des Erbguts in der Pflanzenzucht und **diskutieren** Sie den Einsatz von CRISPR/Cas9 in der industriellen Landwirtschaft unter einer geeigneten ökologischen Fragestellung.

Gehen Sie dabei auch auf ökonomische Aspekte ein.

II Literaturhinweise, Material [für den Prüfling]

Aufgrund umfangreicher Recherchemöglichkeiten zu dieser Thematik werden keine Literaturhinweise gegeben.

III Unterrichtslicher Zusammenhang/Bildungsplanbezüge

Da die Inhaltsbereiche im Rahmenplan Biologie eng mit den Kompetenzbereichen verknüpft sind und diese als Gestaltungsgrundlage des Unterrichts gelten, sollen auch Kompetenzen für dieses Aufgabenbeispiel Erwähnung finden. Auf Grundlage der vom Prüfling vorgelegten Dokumentation kann diese Auflistung eine lohnende Hilfe zur Priorisierung und Formulierung der Bewertungskriterien (siehe Kapitel V) darstellen. Die hier dargestellten Bildungsplanbezüge werden allerdings von den Lehrkräften in dieser Ausführlichkeit nicht erwartet. Es reichen Auflistungen zu den berührten Inhaltsbereichen.

1. Kompetenzbereich Fachkenntnisse:

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über gefestigte Fachkenntnisse zu biologischen Phänomenen und Gesetzmäßigkeiten sowie zu biologischen Begriffen, Prinzipien und Fakten.

- verwenden biologisches Wissen in komplexeren Kontexten neu.
- erklären neue Sachverhalte aus verschiedenen biologischen oder naturwissenschaftlichen Perspektiven.
- nutzen und wechseln Systemebenen für Erklärungen eigenständig.

2. Kompetenzbereich Fachmethoden:

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über naturwissenschaftliche Fachmethoden, sie nutzen Modelle und wenden Arbeitstechniken an.

- vergleichen kriterienbezogen.
- finden und formulieren eigenständig biologische Fragen und Hypothesen.
- benennen die Möglichkeiten und Grenzen naturwissenschaftlicher Betrachtungsweisen sowie Erkenntnisse anderer Wissenschaften.

3. Kompetenzbereich Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler erschließen Informationen sach- und fachbezogen und tauschen diese aus.

- entnehmen, verarbeiten und kommunizieren Informationen aus Texten, Schemata und anderen Darstellungsformen.
- nutzen verschiedene Informationsquellen bei der Bearbeitung neuer Sachverhalte zielgerichtet.
- wählen Materialien sachgerecht aus und setzen diese zielorientiert ein.
- benutzen Fachsprache in bekannten und neuen Kontexten.
- stellen Sachverhalte verständlich, strukturiert und in der Fachsprache angemessen dar.
- argumentieren und debattieren eigenständig sach- und adressatengerecht.

4. Kompetenzbereich Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler erkennen und bewerten biologische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten.

- analysieren und bewerten Alltagsvorstellungen und Alltagsphänomene vor biologischem Hintergrund.

- reflektieren und bewerten Tragweite, Grenzen und gesellschaftliche Relevanz bio-wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden.
- naturwissenschaftliche Erkenntnisse in den gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und kulturellen Zusammenhang einordnen.

Mit den vier Kompetenzbereichen verknüpfte Teilgebiete der **Inhaltsbereiche**:

- Bau der DNA
- Proteinbiosynthese und genetischer Code
- künstlicher Gentransfer
- wissenschaftliche und Alltagsvorstellungen zur Gentechnik
- Gentechnik in Medizin und Landwirtschaft
- Chancen und Risiken der Gentechnik
- Einfluss des Menschen auf ein Ökosystem
- Ökosystem, Biotop, Biozönose
- Struktur von Ökosystemen an einem Beispiel
- nachhaltiges Wirtschaften
- Ernährung und Lebensqualität

IV Erwartungshorizont

Die Lösungsskizze versteht sich hinsichtlich des Inhalts als Anregung für eine Bewertung. Andere sinnvolle Lösungen sind nach der jeweiligen Dokumentation und der legitimen Abweichung davon (APO-AH § 26 Absatz 3) adäquat zu bewerten.

Skizze einer möglichen zu erwartenden Leistung	Anforderungsbereiche		
	I	II	III
<p><u>Der Prüfling vergleicht das CRISPR/Cas9-Verfahren mit einem herkömmlichen gentechnischen Verfahren zur Veränderung des Erbguts in der Pflanzenzucht</u></p> <p>...</p> <p><i>Es wird zunächst eine kurze, nachvollziehbare und verständliche Erläuterung sowohl eines herkömmlichen (selbstgewählten) gentechnischen Verfahrens (z.B. die mittels <i>Agrobacterium tumefaciens</i> vermittelte Transformation) und des CRISPR/Cas9-Verfahrens erwartet.</i></p> <p><i>Dieser Teil der Aufgabe ist sowohl für das grundlegende als auch für das erhöhte Niveau denkbar.</i></p> <p>Bei der herkömmlichen gentechnischen Veränderung von Nutzpflanzen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neues vorteilhaftes Erbmaterial kann von einem verwandten (cisgene Kreuzung) oder von einem artfremden (Transgenese) Organismus stammen. Es wird mittels ringförmiger DNA-Moleküle (Plasmide) in die Mikrobe <i>Agrobacterium tumefaciens</i> eingebracht. • Die Zielpflanzenzelle wird anschließend mit dem modifiziertem Bakterium infiziert. • <i>Agrobacterium tumefaciens</i> integriert sein Pasmid daraufhin in das pflanzliche Genom. <p><i>Ggf. könnte hier auch die Thematisierung weiterer Zusatzaspekte erfolgen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellung kompetenter Zellen zur Aufnahme der rekombinanten Plasmide. • Verletzte Pflanzen setzen sekundäre Pflanzenstoffe frei, welche <i>Agrobacterien</i> chemotaktisch anlocken und die Virulenz-Gene aktivieren (beim Raps: Sinapinsäure). • Problem der Identifizierung transformierter Protoplasten - Rolle der Marker-gene. <p><i>CRISPR/Cas ist eine Art „erworbene Immunantwort“ von Bakterien und Archaeobakterien.</i></p> <p><i>Mit Hilfe eines Komplexes aus crRNA und der Endonuklease Cas9 wird virale DNA, von der ein Bakterium schon einmal befallen wurde, erkannt und durch Zerschneiden unschädlich gemacht.</i></p> <p>Wesentliche Aspekte des CRISPR/Cas-9-Verfahren (Genom Editing):</p> <ul style="list-style-type: none"> • CRISPR/Cas9 kann an ganz spezifischen Orten innerhalb des Genoms eingreifen. • Dabei können spezifische Gene inaktiviert oder Gene durch andere ersetzt werden. • Die eingebrachten Gene können dabei von einem verwandten, kreuzbaren (Cisgenese) oder von einem artfremden (Transgenese) Organismus stammen. • Voraussetzung ist, dass die Zielsequenz des gewünschten Gens oder des DNA-Abschnitts bekannt ist. 	X	X	

Skizze einer möglichen zu erwartenden Leistung	Anforderungsbereiche		
	I	II	III
<ul style="list-style-type: none"> • Das CRISPR/Cas9-System enthält eine Leit-RNA, welche komplementär zu der Zielsequenz auf der DNA ist und eine Endonuklease (in der Regel Cas9). • Aufgrund der komplementären Zielsequenz bindet das CRISPR/Cas an dem entsprechenden DNA-Strang und Cas9 schneidet beide DNA-Stränge. • Wenn die Zelle diesen Schnitt repariert, kommt es an dieser Stelle häufig zu zufälligen Veränderungen in der Abfolge der Basenpaare. • Diese Veränderung hat meist ein Ausschalten des gesamten Gens zur Folge („knock out“). • Es handelt sich folglich um ein Ausschalten von Genen durch gezielte Induktion von Mutationen. • Wird zusätzlich fremdes Erbgut eingeschleust, kann dies bei der Reparatur des Doppelstrangschnitts eingefügt werden. So lassen sich zielgenau gewünschte Gene in das Genom der Zielzelle integrieren. <p><i>Die Hauptverwendung der CRISPR/Cas9-Methode ist momentan jedoch noch das Ausschalten von unerwünschten Genen.</i></p> <p>Der Vergleich sollte folgende Kernaspekte umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das CRISPR/Cas9-Verfahren ist eine sehr spezifische Methode, um gentechnisch veränderter Organismen zu erzeugen. • Der Vorteil des CRISPR/Cas9-Verfahrens besteht darin, dass Veränderungen an einer bestimmten Stelle im Genom ganz spezifisch eingefügt werden können. So können Gene gezielt an- oder abgeschaltet werden, bzw. Fremd-DNA an einer vorgesehenen Stelle zielgenau eingebaut werden. • Da man heutzutage RNA in beliebiger Sequenz schnell und vor allem kostengünstig herstellen kann, ist das CRISPR/Cas9 verfahren wesentlich effektiver, schneller und günstiger als herkömmliche Verfahren. • Im Vergleich dazu ist gerade die mittels <i>Agrobacterium tumefaciens</i> vermittelte Transformation zwar bereits etabliert, jedoch ist eine erfolgreiche Transformation nur bei sehr wenig Zellen zu erreichen. Die Insertion des gewünschten Gens erfolgt im Wirtsgenom rein zufällig (auch Ort). So können andere wichtige Gene durch Störungen in der Genregulation inaktiviert werden. Andere Pflanzen werden unter natürlichen Bedingungen ebenso von <i>Agrobacterium tumefaciens</i> befallen – dies birgt die Gefahr des horizontalen Gentransfers unter Freilandbedingungen. • Bei dem CRISPR/Cas9-Verfahren kommt es gelegentlich durch die Endonuklease Cas9 auch zu unerwünschten Schnitten an anderen Orten als der Zielsequenz („off-target-cuts“). <p><u>... und diskutiert den Einsatz des CRISPR/Cas-9-Verfahrens in der industriellen Landwirtschaft unter einer geeigneten ökologischen Fragestellung – auch unter ökonomischen Aspekten.</u></p> <p><i>Diese Teilaufgabe zeigt auf, wie die Entwicklung einer eigenen naturwissenschaftlichen Fragestellung als operationalisierte Aufgabenstellung eingebunden werden kann. Die im Folgenden aufgezeigte Fragestellung mit hohem Komplexitätsgrad ließe sich nur nach thematisch vielseitiger und umfangreicher Recherche erstellen und ist daher eher auf erhöhtem Niveau zu erwarten.</i></p> <p><i>Im Allgemeinen muss der Prüfling zunächst seine Fragestellung formulieren und begründen, um in Folge Pro- und Contraargumente gegenüberzustellen und abschließend eine eigene Position zu finden.</i></p>			X
			X

Skizze einer möglichen zu erwartenden Leistung	Anforderungsbereiche		
	I	II	III
<p>Mögliche Fragestellung:</p> <p>„Inwiefern sollten mit dem CRISPR/Cas9-Verfahren hergestellte gentechnisch veränderte Organismen für die industrielle Landwirtschaft ähnlichen Regulationsmechanismen unterliegen wie bisher gentechnisch veränderte Nutzpflanzen?“</p> <p>Grundsätzlich muss unterschieden werden, ob Fremdgene mittels CRISPR/Cas9 in einen Organismus eingebracht werden oder ob lediglich Gene inaktiviert werden. In der folgenden Diskussion wird lediglich der primäre Einsatzzweck des Ausschaltens von Genen betrachtet.</p> <p><i>In dem sich an die Präsentation anschließenden Fachgespräch könnte der Prüfling eine Bewertung des anderen Falls vorzunehmen.</i></p> <p>Für die Einordnung als gentechnisch veränderter Organismus (GVO) ist laut der Gentechnikrichtlinie der EU die „Natürlichkeit“ einer Veränderung entscheidend. Solange eine Genvariante innerhalb der biologischen Möglichkeiten einer Art liegen, gilt diese Genvariante nicht als Veränderung. Ein mit dem CRISPR/Cas9-Verfahren veränderter Organismus wird von der EU wie eine Mutation eingestuft. Es sei denn, bei dem Verfahren wird eine DNA integriert, die neben der ursprünglichen Sequenz ein (mehr als 20-Basen) längeres DNA-Fragment oder ein komplettes Gen eines anderen Organismus beinhaltet.</p> <p>Bei herkömmlich gentechnisch veränderten Organismen (z.B. Raps) wird neues Erbmateriale in einen artfremden Organismus eingebracht. Es entsteht ein transgener Organismus. Dieser Punkt ist primärer Kritikpunkt von Gentechnikgegnern. Es bestehen diverse Konsequenzen für Organismen und die Umwelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gefahr für den horizontalen Gentransfer (z.B. durch <i>Agrobacterium</i>). • Gefahr des „Auskreuzens“ (natürlicher Bestäubungsweg). • Gefahr des Verwehens von Samen gentechnisch veränderter Pflanzensamen und späteres „Auskreuzen“. • Eingebachte Resistenz-Gene könnten in andere Bodenorganismen gelangen (Bsp.: nicht schädliche Falterlarven, welche an transformierten Pflanzen zugrunde gegangen sind). • Diese aufgeführten ökologischen Probleme könnten bei den entsprechenden Landwirten zu rechtlichen Problemen mit den Saatgutfirmen führen (Beispiele aus Kanada sind seit 10 Jahren bekannt). • Gefahr für Monopolbildung von Firmen. • Gesundheitliche Schädigungen für den Verbraucher sind nicht auszuschließen. • Gentechnisch veränderte Nutzpflanzen können und werden in größeren Monokulturen als bisher angebaut. Dies bringt alle hinlänglich bekannten negativen ökologischen Folgen mit sich. <p>Das CRISPR/Cas9-Verfahren (z.B. beim Kulturchampignon) wird von Befürwortern als die biologisch am wenigsten eingreifende Form der Pflanzenzüchtung angesehen. Auch im Vergleich zur herkömmlichen Zuchtmethod durch Kreuzung. Ob eine Mutation, welche das Ausschalten eines Gens zur Folge hat, zufällig oder gezielt durch das CRISPR/Cas9-System induziert wurde, lässt sich nicht unterscheiden.</p> <p>Dennoch gelten auch hier einige der oben aufgeführten Aspekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gefahr für Monopolbildung von Firmen. • Gesundheitliche Schädigungen für den Verbraucher sind nicht auszuschließen, 			

Skizze einer möglichen zu erwartenden Leistung	Anforderungsbereiche		
	I	II	III
<p>jedoch unwahrscheinlicher.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gentechnisch veränderte Nutzpflanzen können und werden in größeren Monokulturen als bisher angebaut. Dies bringt alle hinlänglich bekannten negativen ökologischen Folgen mit sich. <p>Es sollte abschließend ein Fazit der eigenen Diskussion erfolgen:</p> <p>Das CRISPR/Cas9-Verfahren bietet die Möglichkeit, zielgenau einzelne unerwünschte Gene zu deaktivieren. Dieses Verfahren ist grundsätzlich nicht pauschal als harmlos einzustufen. Es stellt aber gerade im Vergleich zu den herkömmlichen GVOs einen enormen Fortschritt dar. Es kann bei Befolgung von Sicherheitsstandards ebenso gut wie herkömmliche Züchtung zur Optimierung von Kulturpflanzen beitragen. Vielmehr gilt es, die Zuchtziele kritisch zu hinterfragen. Seit vielen Jahren sind gentechnisch veränderte Organismen in der Landwirtschaft resistent gegen Herbizide und/oder Schadinsekten. In den letzten Jahren wurden nur wenige neue Merkmale hinzugefügt. Unternehmen kombinierten vorhandene Resistenzen miteinander (bis zu acht im <i>SmartStax Mais</i>).</p> <p>Die Vermutung liegt nahe, dass auch CRISPR/Cas9 trotz seiner verhältnismäßig kostengünstigen Durchführung ähnliche negative ökologische Folgen haben kann wie die herkömmliche Gentechnik in der Landwirtschaft. Besonders die durch das CRISPR/Cas9-Verfahren nun sehr einfache und günstige Möglichkeit, zielgenau neues Erbgut in einen Organismus einbringen zu können, wird die Diskussion um gentechnisch veränderte Lebensmittel vermutlich enorm verstärken.</p> <p><i>Diese Aufgabenstellung verlangt eine hohe Eigenständigkeit der Bearbeitung. Dies erfordert von den Prüflingen ausgeprägte Kompetenzen bezüglich der Informationsbeschaffung und -auswertung sowie Priorisierung und Strukturierung für die Aufgabe relevanter Fakten.</i></p>			

V Bewertungshinweise

Eine **gute** Leistung liegt vor, wenn der Prüfling ...

- ... die Präsentation inhaltlich und formal überzeugend aufgebaut hat und technisch versiert darbietet,
- ... sich sprachlich korrekt und überzeugend ausdrückt sowie die Fachsprache korrekt verwendet,
- ... eine vollständige und fachsprachlich differenzierte Darstellung eines herkömmlichen gentechnischen Verfahrens zur Veränderung des Erbguts in der Pflanzenzucht mit spezifischen Erläuterungen der einzelnen notwendigen Schritte erläutern kann,
- ... eine vollständige und fachsprachlich differenzierte Darstellung der CRISPR/Cas9-Methode zur Veränderung des Erbguts in der Pflanzenzucht mit spezifischen Erläuterungen der einzelnen notwendigen Schritte erläutern kann,
- ... einen nahezu vollständigen, fachlich fundierten und fachsprachlich differenzierten Vergleich der beiden Methoden erbringen kann,
- ... auf der Grundlage der eigenen Fragestellung eine differenzierte und fachlich gut begründete Abwägung zwischen Pro- und Contraargumenten diskutiert,
- ... im Prüfungsgespräch sachbezogen auf Nachfragen eingeht sowie fundierte und sachbezogene Detailkenntnisse darbietet,
- ... über das Thema, die Arbeitsschritte, die gewählte Vorgehensweise und die Präsentationsmethode reflektiert Auskunft geben kann,
- ... für die Lösung relevante Fakten aus mindestens drei recherchierten seriösen Quellen (z.B. Fachartikel, Lehrbücher) fundiert aufbereitet,
- ... den Wahrheitsgehalt, die Glaubwürdigkeit und die Interessensgebundenheit der Quellen kritisch hinterfragen kann.

Eine **ausreichende** Leistung liegt vor, wenn der Prüfling ...

- ... die Präsentation inhaltlich und formal zumeist nachvollziehbar aufgebaut hat und ohne größere technische Probleme darbietet,
- ... sich lediglich mit leichten sprachlichen Mängeln weitgehend korrekt ausdrückt und zudem die Fachsprache bei Kernthemen überwiegend korrekt verwendet,
- ... eine Darstellung eines herkömmlichen gentechnischen Verfahrens zur Veränderung des Erbguts in der Pflanzenzucht mit geringerer Komplexität wählt und diese weitestgehend korrekt darstellt,
- ... eine nicht in allen Details vollständige Darstellung der CRISPR/Cas9-Methode zur Veränderung des Erbguts in der Pflanzenzucht mit geringerer Komplexität wählt und diese weitestgehend korrekt darstellt,
- ... einen weitgehend vollständigen und inhaltlich korrekten Vergleich der beiden Methoden erbringen kann,
- ... auf der Grundlage der eigenen Fragestellung ausreichend abwägt und mindestens zwei Pro- und Contraargumenten diskutiert,
- ... im Prüfungsgespräch weitgehend sachbezogen auf Nachfragen eingeht,
- ... über das Thema, die Arbeitsschritte, die gewählte Vorgehensweise, die Quellen und die Präsentationsmethode Auskunft geben kann,
- ... für die Lösung relevante Fakten aus mindestens zwei recherchierten seriösen Quellen (z. B. Fachartikel, Lehrbücher) aufbereitet.

VI Hinweise zur Gestaltung des Fachgesprächs

Neben der Vertiefung einzelner Punkte aus der Präsentation können die folgenden Fragestellungen als Anregungen für das Fachgespräch verstanden werden:

- Erläutern und beschreiben die DNA als Träger der genetischen Information.
- Erläutern die Proteinbiosynthese am Beispiel eines Eingriffs in das Genom einer Nutzpflanze (zusätzliches Material erforderlich).
- Unterscheiden Gen-, Chromosomen- und Genommutationen an können sie einem selbstgewählten Beispiel bzw. der CRISPR/Cas9-Methode zuordnen.
- Nennen und Erläutern von weitere Methoden des Gentransfers (z.B. bei der Insulinproduktion).
- Unterscheiden zwischen abiotischen und biotischen Faktoren am Beispiel von Nutzpflanzen in der industriellen Landwirtschaft erläutern.
- Zeichnen und beschreiben Toleranzkurven an einem geeigneten Beispiel.
- Beurteilen die Nachhaltigkeit des Einsatzes von Gentechnik in Entwicklungsländern.

VII Literaturangaben [Lehrkraft]

- Bahnsen, U. (2015): Finden Sie den Unterschied! Aus: Spektrum der Wissenschaft KOMPAKT, 2015/08/. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft GmbH, S.61ff.
- Bundesamt für Naturschutz (2017): Hintergrundpapier zu Neuen Techniken. Neue Verfahren in der Gentechnik: Chancen und Risiken aus Sicht des Naturschutzes. Frei abrufbar unter: https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/agrogentechnik/Dokumente/17-07-13_Hintergrundpapier_Neue_Techniken_end_online_barrierefrei.pdf [25.01.2018].
- Fischer, L. (2015): Was Sie über gentechnisch veränderte Pflanzen wissen sollten. Aus: Spektrum der Wissenschaft KOMPAKT, 2015/08/. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft GmbH, S.12ff..
- Fischer, L. (2016): Was wollen wir wirklich? Aus: Spektrum der Wissenschaft KOMPAKT, 2016/05. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft GmbH, S.42ff..
- Hall, S. S. (2016): Gentechnik im Tarnmantel. Aus: Spektrum der Wissenschaft, 2016/08. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft GmbH, S.54ff..
- McGovern Institute for Brain Research at MIT (2014): Genome Editing with CRISPR-Cas9. Frei abrufbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=2pp17E4E-O8> [25.01.2018]
- Schindele, P., Wolter, F, Puchta, H. (2018): Das CRISPR/Cas-System. Aus: Biologie in unserer Zeit, 2/2018. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, S. 100ff.

Prüfungsvorsitz: Referent/-in: Koreferent/-in:	Prüfling:
Gewählter Inhaltsbereich des Prüflings: <i>Stoffwechsel und Energieumsatz</i> Ergänzter Inhaltsbereich d. Referenten: <i>Ökologie und Nachhaltigkeit</i>	Termine: Ausgabe des Prüfungsthemas: Abgabe der Dokumentation: Prüfungstermin / Raum:

Thema: Thermoregulation bei Wirbeltieren

Die Regulierung der Körpertemperatur spielt für viele Tiere eine überlebenswichtige Rolle. Beispielsweise führt eine kalte Umgebungstemperatur zu einem Wärmeverlust des Körpers, da dieser im Wärmeaustausch mit der Umgebung steht. Wärme fließt immer vom wärmeren Ort zum kälteren. Daher sind insbesondere für homoiotherme Tiere stoffwechselphysiologische Anpassungen an extreme Umweltfaktoren (wie z.B. sehr niedrige oder sehr hohe Durchschnittstemperaturen) überlebenswichtig.

I Aufgabenstellung (gA oder eA)

Arbeiten Sie die Bedeutung und Steuerung der Thermogenese in braunen Fettzellen im Vergleich zu weißen Fettzellen bei Säugetieren **heraus** und **erläutern** Sie weitere Konzepte der Thermoregulation bei homoiothermen Wirbeltieren unter ökologischen Gesichtspunkten.

II Literaturhinweise, Material [für den Prüfling]

Neben eigener Recherche relevanter Literatur empfiehlt sich die Lektüre der folgenden Quelle:

- Haas, B. (2011): Braunes Fettgewebe – physiologische Funktion und Relevanz. In: Deutsche Apotheker Zeitung, 49/2011. S. 88. Abrufbar unter: <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2011/daz-49-2011/braunes-fettgewebe-physiologische-funktion-und-relevanz> [15.01.2018].

III Unterrichtlicher Zusammenhang / Bildungsplanbezüge

Da die Inhaltsbereiche im Rahmenplan Biologie eng mit den Kompetenzbereichen verknüpft sind und diese als Gestaltungsgrundlage des Unterrichts gelten, sollen auch Kompetenzen für dieses Aufgabenbeispiel Erwähnung finden. Auf Grundlage der vom Prüfling vorgelegten Dokumentation kann diese Auflistung eine lohnende Hilfe zur Priorisierung und Formulierung der Bewertungskriterien (siehe Kapitel V) darstellen. Die hier dargestellten Bildungsplanbezüge werden allerdings von den Lehrkräften in dieser Ausführlichkeit nicht erwartet. Es reichen Auflistungen zu den berührten Inhaltsbereichen.

1. Kompetenzbereich Fachkenntnisse:

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über gefestigte Fachkenntnisse zu biologischen Phänomenen und Gesetzmäßigkeiten sowie zu biologischen Begriffen, Prinzipien und Fakten.

- wenden Kenntnisse über Phänomene und Sachzusammenhänge an.
- wenden Begriffe, Modelle, Theorien etc. an.
- strukturieren erworbenes Wissen unter Verwendung der Basiskonzepte (insbesondere „Struktur und Funktion“, „Steuerung und Regelung“ sowie „Stoff- und Energieumwandlung“).
- systematisieren und verknüpfen Kenntnisse und greifen auf Wissensnetze zurück.
- erklären neue Sachverhalte aus verschiedenen biologischen oder naturwissenschaftlichen Perspektiven.

2. Kompetenzbereich Fachmethoden:

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über naturwissenschaftliche Fachmethoden, sie nutzen Modelle und wenden Arbeitstechniken an.

- beschreiben, vergleichen und erklären biologische Phänomene.
- wenden grundlegende biologische Prinzipien und Erklärungskonzepte an.
- werten Beobachtungen und Daten aus.
- vergleichen kriterienbezogen.

3. Kompetenzbereich Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler erschließen Informationen sach- und fachbezogen und tauschen diese aus.

- stellen Sachverhalte verständlich, strukturiert und in der Fachsprache angemessen dar.
- wählen Materialien sachgerecht aus und setzen diese zielorientiert ein.
- entnehmen, verarbeiten und kommunizieren Informationen aus Texten, Schemata und anderen Darstellungsformen.
- teilen mithilfe geeigneter Präsentationsformen Sachverhalte angemessen mit.

4. Kompetenzbereich Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler erkennen und bewerten biologische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten.

- analysieren und bewerten Alltagsvorstellungen und Alltagsphänomene vor biologischem Hintergrund.

Mit den vier Kompetenzbereichen verknüpfte Teilgebiete aus den **Inhaltsbereichen**:

- Bau der Zelle, Zellorganellen
- Enzymreaktionen
- Energieumwandlung in den Zellen, ADP/ATP
- Ökofaktoren
- Angepasstheit

IV Erwartungshorizont

Die Lösungsskizze versteht sich hinsichtlich des Inhalts als Anregung für eine Bewertung. Andere sinnvolle Lösungen sind nach der jeweiligen Dokumentation und der legitimen Abweichung davon (APO-AH § 26 Absatz 3) adäquat zu bewerten.

Skizze einer möglichen zu erwartenden Leistung	Anforderungsbereiche		
	I	II	III
<p><u>Der Prüfling arbeitet die Bedeutung und Steuerung der Thermogenese in braunen Fettzellen im Vergleich zu weißen Fettzellen bei Säugetieren heraus</u></p> <p>...</p> <p><i>Diese Aufgabenstellung verlangt u.a. die vergleichende Erklärung von stoffwechselphysiologischen Prozessen unterschiedlicher Fettgewebe. Je nach Anforderungsniveau des Kurses kann eine unterschiedlich hohe fachliche Eindringungs- und Begründungstiefe erwartet werden. Somit würde man die in dieser Beispielaufgabe skizzierte Leistung unter Berücksichtigung der Dokumentation und den unterrichtlichen Voraussetzungen eher für Prüflinge in leistungsstarken Kursen auf erhöhtem Niveau formulieren. Auf grundlegendem Niveau ist als Hilfestellung für den Prüfling, um die geforderte fachliche Tiefe zu erreichen, die Angabe der genannten und weiterer Quellen/Materialien zur Aufgabenstellung denkbar.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Braune Fettzellen enthalten im Gegensatz zu weißen Fettzellen viele kleine Fetttropfchen. Die dadurch größere Oberfläche bietet den Enzymen des Fettstoffwechsels reichlich Angriffsfläche, der hohe Cytoplasma-Anteil stellt die dementsprechend benötigte Kapazität zum Fettabbau zu Acetyl-CoA bereit. • Normalerweise findet an der Mitochondrienmembran die Phosphorylierung statt. Aus der Glycolyse und dem Citratcyklus stammende Protonen werden über Coenzyme (NADH+H⁺ und FADH₂) an die Mitochondrienmembran transportiert. Es bildet sich ein Protonengradient, der die ATP-Synthese möglich macht. • In der Membran der Mitochondrien von braunen Fettzellen sind Tunnelproteine (Thermogenin, sog. uncoupling protein oder UCP-1 genannt) enthalten, welche die Atmungskette von der oxidativen Phosphorylierung entkoppeln und hierdurch die Protonen direkt in das Innere strömen können. Die Protonen strömen durch das Thermogenin, wobei kein ATP synthetisiert wird, sondern ausschließlich Wärme erzeugt wird. • Zwar besitzt die normale oxidative Phosphorylierung einen geringen Wirkungsgrad, sodass auch dabei überwiegend Wärme erzeugt wird, jedoch ist 	X	X	X

Skizze einer möglichen zu erwartenden Leistung	Anforderungsbereiche		
	I	II	III
<p>die erzeugte Wärmemenge wesentlich geringer als bei Thermogenin. Zum einen wird der Vorgang durch die Konzentration von ADP bzw. ATP reguliert und zum anderen hemmt eine hohe ATP-Konzentration in weißen Fettzellen den Fettabbau. Eine vergleichbar hohe Wärmeproduktion wie im braunen Fettgewebe wäre im weißen Fettgewebe demnach nicht möglich.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der Stoffwechsel im braunen Fettgewebe wird in der Regel über das Nervensystem gesteuert. Dabei wird, z. B. ausgelöst durch Kältereize, im sympathischen Nervensystem Noradrenalin freigesetzt, welches an β_3-Adrenozeptoren an der Oberfläche der Adipozyten bindet und hierbei Adenylatcyclase aktiviert. Dadurch steigen die intrazellulären Level des Botenstoffes zyklisches Adenosinmonophosphat (cAMP), es kommt zu einer Aktivierung der Proteinkinase A (PKA) und als Folge zur Phosphorylierung und Aktivierung der Hormon-sensitiven Lipase (HSL) und zur Lipolyse. Die dabei freigesetzten Fettsäuren aktivieren das UCP-1. • Noradrenalin steigert zudem sowohl die Mitochondrienzahl (mitochondriale Biogenese) als auch den UCP-1-Gehalt der Mitochondrienmembran, sodass braune Adipozyten bei längeren Kältereizen umso mehr Wärme produzieren können. • Braunes Fettgewebe kommt z. B. bei Winterschläfern vor. Diese senken ihre Körpertemperatur in den Schlafphasen teilweise auf unter 10° C und reduzieren ihre Körperfunktionen (Herzschlag, Atmung, Stoffwechsel). In einer Aufwachphase muss der Stoffwechsel wieder möglichst schnell auf ein normales Niveau hochgefahren werden, um alle (lebenswichtigen) Körperfunktionen zu erhöhen. • Bei der dafür benötigten Wärmemenge kommt dem braunen Fettgewebe eine hohe Bedeutung zu. Denn die schnelle Wärmeproduktion kann z.B. überlebenswichtig in Gefahrensituationen sein. • Die Existenz des braunen Fettgewebes ist insbesondere bei Säuglingen für die Thermoregulation von großer Bedeutung: • Da sie noch nicht über genügend Muskelmasse verfügen, um durch Muskelzittern genügend Wärmeenergie zu erzeugen, kann z.B. nach der Geburt effizient Wärme (als möglicher Überlebensfaktor) generiert werden. Zudem haben Säuglinge ein größeres Körperoberfläche-Volumen-Verhältnis und geben dadurch vergleichsweise mehr Wärme ab. • Braunes Fettgewebe befindet sich vor allem im Bereich des Nackens und der Schultern, da dort die lebenswichtigen Organe sitzen und diese Körperregionen somit schneller bzw. stärker erwärmt werden. <p><u>... und erläutert weitere Konzepte der Thermoregulation bei homoiothermen Wirbeltieren unter ökologischen Gesichtspunkten.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Am Beispiel des Kaiserpinguins kann das Gegenstrom-Wärmeaustausch-Prinzip erläutert werden: • Der Lebensraum der Kaiserpinguine befindet sich in der Antarktis, wodurch die Tiere mit den dort vorherrschenden sehr niedrigen Temperaturen (temporär sehr hohe zweistellige Minusgrade) konfrontiert sind. • Durch den Kontakt ihrer Füße mit dem Eis (während der zweimonatigen Brutzeit müssen Kaiserpinguine bis zu -70°C aushalten) findet ein Wärmeaustausch statt, welcher für die Vögel einen massiven Wärmeverlust darstellt. Das Gegenstrom-Wärmeaustausch-Prinzip der Pinguine sorgt dafür, das Überleben zu gewährleisten. 			
		X	X

Skizze einer möglichen zu erwartenden Leistung	Anforderungsbereiche		
	I	II	III
<ul style="list-style-type: none"> • Beim Gegenstrom-Wärmeaustausch-Prinzip verlaufen Arterien mit warmen Blut in den Beinen parallel zu den Venen, welche das Blut zurück in den Rumpf transportieren. • Dadurch ist ein Wärmeaustausch zwischen Venen und Arterien möglich. Arteriell Blut überträgt seine Wärme auf das venöse Blut. Dadurch steigt die Temperatur des venösen Blutes in Rumpfrichtung an. Andererseits kühlt sich das arterielle Blut, welches u.a. in die Füße fließt, ab. Der Wärmeverlust des Körpers und insbesondere durch die äußeren Extremitäten (Füße) ist dadurch minimiert und die Pinguine müssen weniger Energie aufbringen zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur. • Unterstützt wird dieser Mechanismus oft auch durch Vasokonstriktion (Verengung der Blutgefäße), wodurch der Wärmeverlust noch weiter reduziert wird. • Auch die Nervenversorgung und die Kältrezeptoren an den Füßen sind an die Minustemperaturen angepasst. <p><i>Die Darstellung mindestens einer weiteren thermoregulatorischen Anpassung am Beispiel eines homoiothermen Tieres soll erfolgen. Dabei können sowohl Anpassungen der Thermoregulation bei Kälte (z.B. „Fellhaare“ oder „Federn“ als Wärmeisolierung der Körperoberfläche, „Kältezittern“) als auch bei Wärme/Hitze (z.B. „Schweißdrüsen“ bei Primaten, „Hecheln“ bei Vögeln und Carnivoren, „Einspeicheln“ bei Nagetieren zur evaporativen Kühlung oder wärmeisolierende Schutzschichten des Körpers) dargestellt werden.</i></p>			

V Bewertungshinweise

Eine **gute** Leistung liegt vor, wenn der Prüfling ...

- ... die Präsentation inhaltlich und formal überzeugend aufgebaut hat und technisch versiert darbietet,
- ... sich sprachlich korrekt und überzeugend ausdrückt sowie die Fachsprache korrekt verwendet,
- ... die stoffwechselphysiologischen Vorgänge der Thermogenese (Steuerung) präzise und stoffwechselphysiologisch differenziert und mit angemessener fachlicher Tiefe erklärt,
- ... den Aufbau von weißem und braunem Fettgewebe umfassend unter Angabe eigens recherchierter Quellen vergleicht,
- ... die Bedeutung der Thermogenese für Säugetiere umfassend und anhand von Beispielen differenziert heraus arbeitet,
- ... zwei Konzepte der Thermoregulation umfassend und differenziert (siehe dazu EWH: das Gegenstrom-Prinzip am Beispiel der Kaiserpinguine) unter ökologischen Gesichtspunkten erläutert,
- ... im Prüfungsgespräch auf Rückfragen und weitere Aspekte im Zusammenhang mit dem Präsentationsthema umfassend eingeht, die Fachsprache richtig verwendet und weiterführende Gedanken reflektiert äußern kann,

- ... über das Thema, die Arbeitsschritte, die gewählte Vorgehensweise und die Präsentationsmethode reflektiert Auskunft geben kann,
- ... für die Lösung relevante Fakten aus mindestens drei recherchierten seriösen Quellen (z.B. Fachartikel, Lehrbücher) fundiert aufbereitet,
- ... den Wahrheitsgehalt, die Glaubwürdigkeit und die Interessensgebundenheit der Quellen kritisch hinterfragen kann.

Eine **ausreichende** Leistung liegt vor, wenn der Prüfling ...

- ... die Präsentation inhaltlich und formal zumeist nachvollziehbar aufgebaut hat und technisch versiert darbietet,
- ... sich sprachlich weitgehend korrekt und angemessen ausdrückt sowie die Fachsprache zu größeren Teilen korrekt verwendet,
- ... die wichtigsten stoffwechselphysiologischen Vorgänge der Thermogenese zumeist korrekt erklärt,
- ... den Aufbau von weißem und braunem Fettgewebe mit einigen Ungenauigkeiten vergleicht,
- ... die Bedeutung der Thermogenese für Säugetiere mit den wesentlichen Aspekten darstellt,
- ... Konzepte der Thermoregulation (z. B. das Gegenstrom-Prinzip am Beispiel der Kaiserpinguine) verständlich erläutert,
- ... im Prüfungsgespräch weitgehend sachbezogen auf Nachfragen eingeht,
- ... über das Thema, die Arbeitsschritte, die gewählte Vorgehensweise und die Präsentationsmethode Auskunft geben kann,
- ... für die Lösung mindestens zwei relevante und seriöse Quellen (z. B. Fachartikel, Lehrbücher) nennen kann,

VI Hinweise zur Gestaltung des Fachgesprächs

Neben der Vertiefung einzelner Punkte aus der Präsentation können die folgenden Fragestellungen als Anregungen für das Fachgespräch verstanden werden:

- Wenden Basiskonzepte bezogen auf das Prüfungsthema an.
- Erläutern neue Erkenntnisse zu weißen Fettzellen.
- Erläutern den Einfluss des pH-Wertes des Cytoplasmas für die ATP-Synthese.
- Erläutern Atmung und Gärung sowie die Elektronentransportkette an der inneren Mitochondrienmembran.
- Erklären weitere Beispiele für thermoregulatorische Anpassungen an kalte und warme Lebensräume.
- Können Anwendungsbeispiele im Hinblick auf die Allensche und Bergmannsche Regel benennen.
- Einfluss der anthropogenen Klimaveränderung auf Tiere
- Erläutern diverse im Unterricht besprochene Ökosysteme
- Können den Begriff „Ökologische Nische“ bezogen auf das Prüfungsthema anwenden.

VII Literaturangaben [Lehrkraft]

- Baack, K. et. al.: Natura Oberstufe – Biologie für Gymnasien. Stuttgart: Klett Verlag GmbH, Stuttgart 2016, S. 109.
- Bickel, H. et al: Natura - Biologie für Gymnasien. Stoffwechsel Lehrerband. 1. Auflage, Stuttgart 2006.
- Campbell, N. A./Reece, J. B.(Hrsg.): Biologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2012, S. 1116ff.
- Haas, B. (2011): Braunes Fettgewebe – physiologische Funktion und Relevanz. In: Deutsche Apotheker Zeitung, 49/2011. S. 88.
- Spektrum Akademischer Verlag (1999): Lexikon der Biologie – Thermogenin. <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/thermogenin/66297> [15.01.2018]
- Weber, U. (Hrsg.): Biologie Oberstufe. Cornelsen Schulbuchverlage GmbH, Berlin 2015, S. 314.

