

Aufgabe 1

Themenbereich: Gene

Weißer Haare und weiße Haut

Für die Reproduktion kann die Fell- oder Hautfarbe eine wichtige Rolle spielen, wenn sie eine Angepasstheit an den Lebensraum darstellt. Die farbgebenden Moleküle, die in speziellen Pigmentzellen synthetisiert werden, sind in den Haaren und der Haut eingelagert. Bei Albinismus oder Piebaldismus können diese Zellen jedoch fehlen oder die Synthese kann ganz oder teilweise gestört sein. Solche Veränderungen betreffen nicht nur Einzelne, sondern können an folgende Generationen vererbt werden.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

- a) Geben Sie für die Bilder A bis H in Material 1 die entsprechenden Phasen an.
Geben Sie anschließend die zeitlich richtige Reihenfolge der Bilder A bis H an (Material 1).
[10 BE]
- b) Ermitteln Sie, bei welchem der beiden Tiere es sich um das Elterntier bzw. um das Jungtier handelt und begründen Sie Ihre Entscheidung (Material 2).
[6 BE]
- c) Leiten Sie mit Hilfe von Abbildung 3.2 die Art der Vererbung von Piebaldismus ab (Material 3).
Leiten Sie die molekulargenetische Ursache von Piebaldismus ab (Material 4).
[16 BE]
- d) Stellen Sie jeweils eine begründete Hypothese über die zu erwartende Größe der Wachstumshöfe in den Ansätzen 1 bis 4 auf (Material 5).
[8 BE]

Hinweis: Alle in den Aufgabenstellungen bzw. in den Materialien verwendeten Abkürzungen dürfen im Lösungstext verwendet werden.

Quellen:

Abituraufgaben Biologie, Bayern, 2018 und Hessen, 2016

Bruckner, K. u.a.: Linder Biologie, Braunschweig (Westermann) 2019

Yun Sung Cho et al.: The tiger genome and comparative analysis with lion and snow leopard genomes. In: *Nature Communications*, 4 (2013), Art. 2433

<https://www.vol.at/weie-seltenheit-der-natur/1673986> (26.08.2019)

Material 1

Für die sexuelle Fortpflanzung ist die Meiose besonders wichtig. Die Prozesse während der Meiose unterscheiden sich bei Pflanzen und Tieren kaum voneinander. In Abbildung 1 sind verschiedene Meiose-Stadien in den Samenzellen der Wasserlilie abgebildet.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 1: Meiose-Stadien in der Wasserlilie

Material 2

Eine seltene Farbvariante des Afrikanischen Löwen (*Panthera leo*) ist der weiße Löwe (siehe Abbildung 2). Das Fell der Löwen ist nur dann weiß, wenn in ihren Zellen keine Farbpigmente gebildet werden. Selbst kleine Mengen an Farbpigmenten führen bereits zu wildfarbenen Löwen. Wissenschaftler haben herausgefunden, dass die Ursache für die weiße Fellfärbung im Gen für das Enzym Tyrosinase liegt, welches entscheidend für die Produktion von Farbpigmenten ist. In den letzten 12 Jahren wurden in südafrikanischen Nationalparks 17 Geburten von weißen Löwenjungen dokumentiert, obwohl es in den Populationen zuvor keine weißen Löwen mehr gegeben hat. Neumutationen können in diesen Fällen ausgeschlossen werden.

In Tabelle 2 sind Ausschnitte aus den Basensequenzen des Tyrosinasegens sowohl von einem weißen Löwenjungen als auch einem seiner wildfarbenen Elterntiere dargestellt.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 2: Weißer Löwe

Name des Löwen	Allel 1	Allel 2
Nyanga	3'... ATA TTA GTC TGG ACG ...5'	3'... ATA TTA GTC TGG ACG ...5'
Shumba	3'... ATA TTA GCC TGG ACG ...5'	3'... ATA TTA GTC TGG ACG ...5'

Tab. 2: Ausschnitte aus dem codogenen Strang des Tyrosinase-Gens zweier Löwen

Hinweis: Alle nicht dargestellten Basensequenzen der Gene stimmen überein.

Material 3

Indira Ghandi (siehe Abbildung 3.1) war von Piebaldismus betroffen. Bei diesen Personen ist in 90 % der Fälle die Ausbildung einer weißen Stirnlocke sowie von weißen Hautflecken vor allem im Gesicht, am Oberkörper und den Beinen charakteristisch. Ausgelöst wird dies durch das Fehlen der Melanozyten. Dies sind die Zellen in der Haut, die die Farbpigmente synthetisieren und speichern.

In Abbildung 3.2 ist der Stammbaum einer Familie dargestellt, in der Piebaldismus auftritt.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 3.1: Indira Ghandi

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 3.2: Stammbaum einer Familie, in der Piebaldismus auftritt

Hinweis: Spontanmutationen sollen ausgeschlossen sein.

Material 4

Ursache für Piebaldismus (siehe Material 3) ist eine Veränderung im KIT-Gen, dem Gen für den KIT-Rezeptor. Der KIT-Rezeptor spielt als Membranprotein eine wichtige Rolle bei der Verteilung der Melanozyten in der Entwicklung des Embryos.

In Tabelle 4 sind zwei Genausschnitte von Personen ohne und mit Piebaldismus dargestellt.

Person ohne Piebaldismus	805	806	807	808	809
	3'...CTA AAA CCA GAT CGG...5'				
Person mit Piebaldismus	805	806	807	808	809
	3'...CTA AAA CAA GAT CGG...5'				

Tab. 4: Ausschnitte aus dem codogenen Strang des KIT-Gens bei zwei Personen

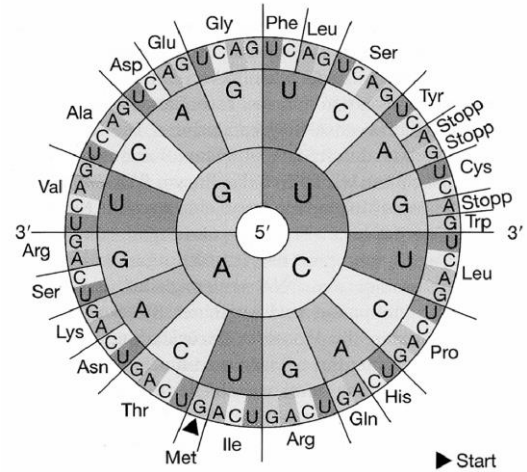


Abb. 4: Code-Sonne

Hinweis: Alle nicht dargestellten Basensequenzen der Gene stimmen überein.

Material 5

Menschen mit okulokutanem Albinismus (OKA) fallen durch eine helle Haut auf. Trotz vorhandener Zellen zur Pigmentproduktion fehlen ihnen die Melanine völlig. Als Ursache wurde der Ausfall des Enzyms Tyrosinase ermittelt. Dies ist ein Enzym im Stoffwechselweg, bei dem Melanin aus verschiedenen Vorstufen gebildet wird (siehe Abbildung 5.1).

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 5.1: Vereinfachter Syntheseweg des Melanins

Auch Menschen mit der Stoffwechselkrankheit Phenylketonurie (PKU) haben eine relativ helle Haut und helle Haare. Dieses Erscheinungsbild ist allerdings auf den Ausfall des Enzyms Phenylalanin-Hydroxylase zurückzuführen.

Um festzustellen, von welcher der beiden Stoffwechselerkrankungen ein Patient betroffen ist, kann man das Wachstum von Bakterienkolonien bei Zugabe von Blut der Patienten beobachten. Bakterien, die einen Stoff des Syntheseweges nicht selbst herstellen können, werden als Mangelmutanten bezeichnet. So gibt es z. B. die Mangelmutante P (MMP), die Phenylalanin (Phe) nicht selbst herstellen kann und die Mangelmutante T (MMT), die Tyrosin (Tyr) nicht selbst herstellen kann. Phenylalanin und Tyrosin sind wichtige Vorstufen, aus denen die Bakterien überlebenswichtige Stoffe synthetisieren können. Werden diese Mangelmutanten ohne diesen Stoff kultiviert, können sie sich nicht vermehren.

In einer Versuchsreihe wird nun MMP auf einem Nährboden ohne Phenylalanin gegeben, in einer anderen Versuchsreihe MMT auf einem Nährboden ohne Tyrosin. Anschließend wird jeweils das Blut eines OKA-Patienten, eines PKU-Patienten und einer nicht betroffenen Person gegeben. Die verschiedenen Versuchsansätze sind in Tabelle 5 dargestellt.

eingesetzte MM:	mit Blut eines OKA-Patienten	mit Blut eines PKU-Patienten
MMP		

(auf Nährboden ohne Phe)	Ansatz 1	Ansatz 2
MMT (auf Nährboden ohne Tyr)	Ansatz 3	Ansatz 4

Tab 5: Versuchsansätze

Das Blut wird auf ein Testplättchen gegeben. Je nach hinzugefügter Menge des fehlenden Stoffes entsteht ein mehr oder weniger großer Wachstumshof (siehe Abbildung 5.2).

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 5.2: Schematische Darstellung der möglichen Testergebnisse nach Zugabe von Testplättchen

Aufgabe 2

Themenbereiche: Ökofaktoren Gene

Bären – bedrohte Raubtiere

Die Säugetierfamilie der Bären (*Ursidae*) gehört zur Ordnung der Raubtiere (*Carnivora*). Bären kommen von den Polargebieten bis zu den tropischen Regenwäldern vor und nehmen in ihren jeweiligen Ökosystemen eine wichtige Stellung ein. Obwohl in der Nahrungswahl sehr vielseitig, sind viele Bärenpopulationen in ihren Beständen bedroht. Bären benötigen daher den besonderen Schutz in Nationalparks und Zoos. Um Aufschluss über die jeweilige Artentwicklung zu erhalten, werden die Bären markiert, kartiert und genetisch untersucht. Abstammungsverhältnisse können so nachvollzogen werden.

**Die Abbildung ist aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt**

- a) Nennen Sie zunächst den Inhalt der RGT-Regel.
Begründen Sie dann kurz, warum die RGT-Regel nicht auf die Körperfunktionen der Schwarzbären anwendbar ist (Material 1). [5 BE]
- b) Erklären Sie zunächst den Einfluss von Bären auf das Ökosystem Wald in Flussnähe. Werten Sie dazu Material 2 aus.
Stellen Sie anschließend aus ökologischer Sicht jeweils eine begründete Hypothese über die kurz- und langfristigen Folgen der geäußerten Forderung auf (Material 2 und 3). [16 BE]
- c) Erläutern Sie allgemein die Methode der Gelelektrophorese. [5 BE]
- d) Ermitteln Sie den jeweils gesuchten Verwandtschaftsgrad der Bären und begründen Sie kurz ihre Entscheidungen (Material 4).
Erläutern Sie die Aussage der Wissenschaftler (Material 5). [14 BE]

Hinweis: Alle in den Aufgabenstellungen bzw. in den Materialien verwendeten Abkürzungen dürfen im Lösungstext verwendet werden.

Quellen:
Abituraufgaben Biologie, Hessen, 2014 und Niedersachsen, 2017
Genetics of the Bears in the World. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN, 1999

Material 1

Amerikanische Schwarzbären (*Ursus americanus*) leben in den Wäldern Nordamerikas. Sie wiegen durchschnittlich etwa 100 kg. In den Wintermonaten ist die Nahrung knapp und die Durchschnittstemperatur sinkt auf weit unter 0°C. Daher gehen die Bären in eine Ruhephase über. Während dieser Phase fressen und trinken sie nicht und schlafen die meiste Zeit in geschützten Höhlen. Biologen der Universität von Alaska untersuchten die Körperfunktionen der Schwarzbären während und außerhalb dieser Ruhephase. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

	während der Ruhephase (Januar bis Februar)	außerhalb der Ruhephase (Mai)
Körperkerntemperatur [°C]	32 – 34	37 – 38
Herzfrequenz [Schläge pro Minute]	9	55
Sauerstoffverbrauch [ml O ₂ pro Stunde und kg Körpergewicht]	70	280

Tab. 1: Ergebnisse zu ausgewählten Körperfunktionen des Amerikanischen Schwarzbären

Material 2 (Fortsetzung auf Seite 3)

Die Lebenszyklen verschiedener Arten des pazifischen Lachses (*Oncorhynchus*) sind prinzipiell ähnlich: Im Frühjahr schlüpfen die Junglachse in den kühlen Laichgebieten von Bächen und beginnen die Flüsse Nordamerikas stromabwärts zu wandern. Sie ernähren sich dabei von Insekten und deren Larven, die sich an der Wasseroberfläche aufhalten. Nach einigen Monaten erreichen die Junglachse das Meer. Im Pazifik leben sie bis zu vier Jahre und nehmen dabei 2 bis 10 kg zu. Schließlich kehren sie im Spätsommer wieder stromaufwärts in ihre Heimatgewässer zurück, laichen dort und sterben bald danach.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 2.1: Schwarzbär beim Lachsfang

An einem Bach in Alaska, dem Hansen Creek, wurden zahlreiche Bärenbeobachtungen durchgeführt. Während der Lachswanderungen fangen sowohl Braun- als auch Schwarzbären Lachse (siehe Abbildungen 2.1 und 2.2). Oft werden die Fische zum Fressen mehrere hundert Meter vom Flussufer in den Wald transportiert.

Zahl der von Bären getöteten Lachse

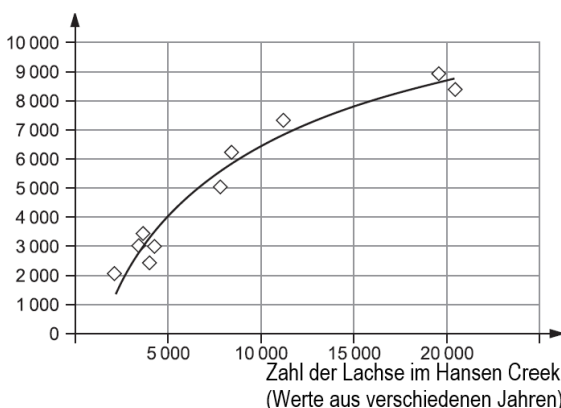


Abb. 2.2: Zahl der von Bären getöteten Lachse

Transportstrecke des gefangenen Lachses [relative Einheiten]

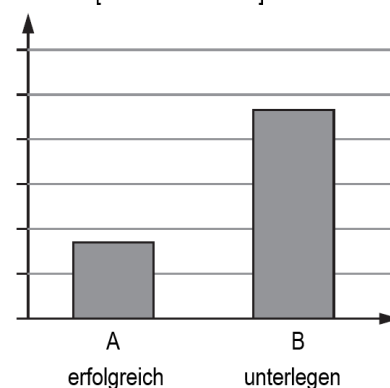


Abb. 2.3: Einfluss der Konkurrenz auf die Transportstrecke

Die Transportstrecke ist dabei davon abhängig, ob es sich bei dem Bären um ein dominantes Tier handelt, das in den Auseinandersetzungen mit den anderen Bären am Flussufer erfolgreich ist (siehe Abbildung 2.3; A) oder um ein untergeordnetes Tier, das in den Auseinandersetzungen unterlegen ist (B).

Die Bären fressen meist nur ein Viertel des gefangenen Fisches, bevorzugt die besonders fetthaltigen Bestandteile. Von den Überresten der Lachse im Wald ernähren sich verschiedene Vögel, Säugetiere sowie Fliegen, Schnecken und Aaskäfer. In Regionen, in denen Lachse und Bären vorkommen, findet man mehr und höhere Bäume als in lachsfreien Gebieten sowie eine größere Artenvielfalt insektenfressender Vögel.

Material 3

Einige Lachsfischer sind von der Anwesenheit der Bären nicht erfreut. Der lokale Fischereiverband sagt: „Seit ungefähr 10 Jahren gehen unsere Fangquoten an Lachs zurück. Weil die Bärenanzahl zunimmt, wird es am Fluß immer gefährlicher. Wir fordern daher eine Verringerung der Bärenpopulation am Hansen Creek“.

Material 4

Bären sind, bis auf die Mütter mit ihren Jungen, Einzelgänger. Das Revier eines Männchens überlappt üblicherweise mit den Revieren mehrerer Weibchen. Neben der Beobachtung von Bären in freier Wildbahn ist es die Aufgabe der Wildtierbehörde, mutterlose Jungbären aufzugreifen und aufzuziehen. Eine zwischenzeitliche Unterbringung der Jungbären in Zoos erfolgt bis der Aufenthaltsort der Mutter bekannt ist und das Junge wieder in die Freiheit entlassen werden kann.

In einem Zoo soll das Verwandtschaftsverhältnis eines aufgegriffenen Jungbären zu zwei in Frage kommenden Weibchen bestimmt werden. Der Fundort des Jungbären befindet sich im Revier eines bekannten Männchens. Von diesem Männchen soll ebenfalls das Verwandtschaftsverhältnis zu den beiden Weibchen bestimmt werden.

Dazu wird die mitochondriale DNA (mtDNA) der Bären miteinander verglichen: Die mtDNA wird aus den Haarwurzeln der untersuchten Bären isoliert und es werden jeweils acht hochvariable Regionen vervielfältigt. Anschließend liegen genau acht unterschiedliche Gensequenzen pro Ansatz vor. Die mtDNA wird nur mütterlicherseits vererbt. Danach werden die vervielfältigten mtDNA-Proben durch eine Gelelektrophorese aufgetrennt. Das Ergebnis ist in Abbildung 4 dargestellt.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 4: Ergebnis der Gelelektrophorese

Material 5

Seit drei Jahrzehnten werden die Populationen der zwei nordamerikanischen Bärenarten, Braunbär und Schwarzbär, erfasst und das Genom jedes Bären analysiert. Dadurch können die Bären individuell identifiziert und weitere Informationen über die Bärenart und die geografische Abstammung gesammelt werden. Einige Wissenschaftler behaupten: „Ein großer Genpool und damit eine große genetische Variabilität ist für den Fortbestand einer Population sehr wichtig.“

Aufgabe 3

Themenbereiche: Ökofaktoren Gene

Der See als Produktionsstätte

Über die Hälfte des Bedarfs an Meeresfrüchten, Süß- und Salzwasserfischen wird mittlerweile aus Aquafarmen gedeckt und nicht mehr mit Fischkuttern aus den Meeren gefischt. Aquafarmen umfassen alle Formen der kontrollierten Aufzucht wasserlebender Organismen, vergleichbar mit Mastbetrieben an Land. Zu solchen Aquafarmen zählen zum Beispiel die Lachszucht in Netzgehege-Anlagen, die Karpfenteichwirtschaft oder auch die Flusskrebssproduktion in Teichen. Auch die Gentechnik wird aktiv genutzt, um den Ertrag der Aquafarmen zu erhöhen.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

- a) Zeichnen Sie ein Nahrungsnetz mit allen in Material 1 genannten Organismen.
Erläutern Sie einen Vorteil und einen Nachteil der Darstellungsform Nahrungsnetz. [8 BE]
- b) Vergleichen Sie die vorhandene Biomasse im Ökosystem See mit der vorhandenen Biomasse im Ökosystem Wald (Material 2, Abbildung 2.1 und 2.2).
Erklären Sie die Unterschiede in der Pyramidenform von vorhandener Biomasse und der Produktion von Biomasse im Ökosystem See (Material 2, Abbildung 2.1 und 2.3). [10 BE]
- c) Erläutern Sie anhand von Material 3, warum der Bodensee als oligotrophes Gewässer bezeichnet wird.
Beurteilen Sie anhand der ökologischen Auswirkungen den Einsatz von Netzgehege-Anlagen im Bodensee (Material 3 und 4). [12 BE]
- d) Analysieren Sie Material 5 hinsichtlich des Vorteils der AquAdvantage®Lachse für die Fischzucht in Netzgehege-Anlagen. [4 BE]
- e) Erläutern Sie je ein Risiko bei der Aufzucht und dem Verzehr eines gentechnisch veränderten Organismus. [6 BE]

Hinweis:

Alle in den Aufgabenstellungen bzw. in den Materialien verwendeten Abkürzungen dürfen im Lösungstext verwendet werden.

Quellen:

AquaBount Technologies, Inc.: opAFP-GHc2 rDNA construct in EO-1α lineage Atlantic salmon (AquAdvantage Salmon). Information Summary, 2015

Material 1

Der Bodensee ist ein großer See im Alpenvorland zwischen Deutschland, Österreich und der Schweiz und besticht vor allem durch seinen Artenreichtum. Das Phytoplankton besteht hauptsächlich aus grünen Faden- und Kieselalgen und am Grund des Sees befinden sich einige Wasserpflanzen. Das Zooplankton besteht zu großen Teilen aus Wasserflöhen und Hüpferlingen. Die im See vorhandenen Kaulquappen ernähren sich ebenfalls von Wasserpflanzen und Algen und werden wiederum von Gelbrandkäfern gefressen. Sowohl das Zooplankton als auch die Gelbrandkäfer dienen als Nahrung zahlreicher Fischarten, wie z. B. den Rotaugen. Die Lachse haben sich auf Rotaugen als Nahrungsquelle spezialisiert.

Material 2

Eine Darstellungsform der quantitativen Verhältnisse einer Biozönose in einem Ökosystem ist die ökologische Pyramide, deren Stufen jeweils einer Trophiestufe entsprechen. In den Abbildungen 2.1 bis 2.3 sind verschiedene ökologische Pyramiden dargestellt.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 2.1: Vorhandene Biomasse im Ökosystem See (Masse pro Fläche)

Abb. 2.2: Vorhandene Biomasse im Ökosystem Wald (Masse pro Fläche)

Abb. 2.3: Produktion von Biomasse im Ökosystem See (Masse pro Fläche mal Zeit)

Material 3

Der Bodensee wird regelmäßigen Untersuchungen unterzogen. Zusätzlich zum Stoffverteilungsprofil (siehe Abbildung 3) werden ein großer Artenreichtum sowie fotosynthetisch aktive Pflanzen am Grund des Sees dokumentiert.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 3: Stoffverteilungsprofil des Bodensees während des Sommers
① Sauerstoffgehalt, ② Kohlenstoffdioxidgehalt, ③ Nitratgehalt, ④ Phosphatgehalt

Material 4

Die Fischfangraten im Bodensee zeigen einen eindeutigen Trend nach unten. Um der steigenden Nachfrage an Fisch gerecht zu werden und einer Überfischung des Sees entgegenzuwirken, schlagen Fachleute den Einsatz von Netzgehege-Anlagen im Bodensee vor. Netzgehege-Anlagen werden in natürlichen Gewässern verankert und erlauben eine kontrollierte Fütterung und „Ernte“ der Fische. Die benötigten Jungfische können ganzjährig gekauft und in den Anlagen bis zum Schlachtgewicht herangezogen werden. Dabei erlaubt das Netzgehege einen stetigen Austausch mit dem umgebenden Seewasser.

Material 5

Der AquAdvantage®Lachs (AAL) ist ein genetisch veränderter Atlantik-Lachs (*Salmo salar*) der 1989 für die Fischzucht entwickelt wurde (siehe Abbildung 5.1). Ihm wurden ein wachstumshormon-regulierendes Gen aus dem Königslachs (*Oncorhynchus tshawytscha*) hinzugefügt. Das Verbreitungsgebiet des Königslachses erstreckt sich in Nordamerika von Alaska bis nach Kalifornien. Der Königslachs erreicht eine durchschnittliche Länge von 90 bis 100 cm und kann bis zu 20 kg schwer werden.

In der Abbildung 5.2 ist die Wachstumskurve des AquAdvantage®Lachses und des Atlantik-Lachses, bis zum Schlachtgewicht von 500 g, dargestellt.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 5.1: Atlantik-Lachs im Vordergrund, dahinter der AquAdvantage®Lachs

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 5.2: Wachstumskurven des AAL und des Atlantik-Lachses bis zum Schlachtgewicht von 500 g

Schriftliche Abiturprüfung 2020 im dritten Prüfungsfach

Grundkurs Biologie

Montag, 27. April 2020 - 9.00 Uhr

Unterlagen für Referentinnen und Referenten und Korreferentinnen und Korreferenten

- Diese Unterlagen sind nicht für Schülerinnen und Schüler bestimmt -

Diese Unterlagen enthalten ...

- Allgemeines,
 - Erwartungshorizonte, Bewertungen und Korrekturhinweise zu den Aufgaben,
 - keine Aufgabenstellungen – Ihre Exemplare entnehmen Sie bitte den Schüleraufgaben – ,
 - einen Protokollbogen zur Auswahl der Aufgaben für die Prüfungsakten Ihrer Schule,
 - einen Rückmeldebogen für die Zentralabiturkommission zur Auswahl der Aufgaben.
-

Allgemeines

- Prüfen Sie die Prüfungsaufgaben vor der Aushändigung an die Schülerinnen und Schüler auf ihre Vollständigkeit und formale und inhaltliche Korrektheit und ergänzen Sie sie gegebenenfalls. Bei nicht ausreichender Anzahl erstellen Sie entsprechende Kopien vor Ort. Bei einem schwerwiegenden inhaltlichen Fehler informieren Sie sofort die Senatorin für Kinder und Bildung über die **Hotline (...)** von 7.00 bis 9.30 Uhr. Die von der Senatorin für Kinder und Bildung vorgenommene Korrektur gibt die Schule sofort an die für die schriftliche Prüfung zuständige Lehrkraft weiter.
- Wählen Sie gemeinsam mit Ihrer Korreferentin / Ihrem Korreferenten aus den drei vorgelegten Aufgaben zwei aus. Kommt es zu keiner Einigung, bestimmt die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses die Auswahl der Aufgaben (§ 10 Abs. 2 Nr. 1 AP-V). Protokollieren Sie auf dem beigefügten Protokollformular, welche Aufgaben Sie gewählt haben (Prüferin/Prüfer und Korreferentin/Korreferent und ggf. auch die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses unterschreiben das Protokoll).
- Füllen Sie bitte für die Zentralabiturkommission Biologie den beigefügten Rückmeldebogen zur Auswahl der Aufgaben aus und schicken ihn an die dort genannte Adresse.
- Fragen Sie vor Verteilung der Aufgaben nach der Arbeitsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler und weisen Sie diese auf die Regelungen des § 5 AP-V (Täuschung und Behinderung) hin.
- Machen Sie die Schülerinnen und Schüler auf die Arbeitshinweise aufmerksam, die am Anfang ihrer Unterlagen für die Prüfung stehen. Geben Sie ihnen ggf. die nötigen Angaben zur Schulnummer sowie zur genauen Kursbezeichnung.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 180 Minuten.
- Erlaubte Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Taschenrechner.

Aufgabe 1 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt – <i>Der vorliegende Erwartungshorizont ist als Musterlösung zu verstehen. Fachlich gleichwertige Lösungen und Begründungen sind möglich, sofern die Materialien korrekt einbezogen wurden.</i>		Bewertung		
		I	II	III
a)	<p>A: Anaphase I, B: Telophase II, C: Telophase I, D: Metaphase II, E: Anaphase II, F: Metaphase I, G: Prophase I, H: Prophase II</p> <p>Reihenfolge: G - F - A - C - H - D - E - B</p>	8		
b)	<p>Nyanga verfügt über zwei identische Allele. Da die weiße Fellfarbe rezessiv vererbt wird und demnach nur auftritt, wenn das rezessive Allel homozygot vorliegt, handelt es sich bei diesem Löwen um das weiße Jungtier. Shumba verfügt über zwei verschiedene Allele und ist somit als heterozygoten Individuum nur Träger des Allels für die weiße Fellfarbe und damit das wildfarbene Elterntier.</p>		4	2
c)	<p>Das Merkmal muss dominant vererbt werden, da im Falle eines rezessiven Erbgangs der Sohn 12 des Paares 3/4 nicht gesund sein könnte. Hier müssten bei einem rezessiven Erbgang alle Kinder des Paares von der Krankheit betroffen sein. Das Merkmal muss autosomal vererbt werden. Im Falle eines dominanten X-chromosomalen Erbgangs könnte die Tochter 8 nicht vom Vater 1 abstammen. Als Merkmalsträger kann er seiner Tochter nur das X-Chromosom mit dem betroffenen Allel vererben, sodass sie ebenfalls Merkmalsträgerin sein müsste.</p> <p>Person ohne Piebaldismus: DNA: 3'... CTA – AAA – CCA – GAT – CGG ...5' mRNA: 5'... GAU – UUU – GGU – CUA – GCC ...3' AS-Sequenz: Asp – Phe – Gly – Leu – Ala ...</p> <p>Person mit Piebaldismus: DNA: 3'... CTA – AAA – CAA – GAT – CGG ...5' mRNA: 5'... GAU – UUU – GUU – CUA – GCC ...3' AS-Sequenz: Asp – Phe – Val – Leu – Ala ...</p> <p>Im Gen der von Piebaldismus betroffenen Person liegt eine Punktmutation an der zweiten Stelle des Tripletts 807 vor. Durch diese Substitution von C zu A wird anstelle von Gly die Aminosäure Val codiert und in den Rezeptor eingebaut. Es handelt sich um eine Missense-Mutation. Dies führt zu einer veränderten Raumstruktur des Proteins, sodass der Rezeptor nicht mehr voll funktionsfähig ist.</p>	4	6	
d)	<p>Ist der Patient an PKU erkrankt, wächst MMP in Ansatz 2 stark, da im Blut eines PKU-Patienten Phe angereichert ist und so das Wachstum der MMP ermöglicht. Aufgrund der geringen Konzentration an Phe im Blut eines OKA-Patienten, kommt es in Ansatz 1 nur zu einem geringen Bakterienwachstum und folglich kleinen Wachstumshof.</p> <p>Ist der Patient an OKA erkrankt, wächst MMT in Ansatz 3 stark, da im Blut eines OKA-Patienten Tyr angereichert ist und so das Wachstum der MMT ermöglicht. Aufgrund der geringen Konzentration an Tyr im Blut eines PKU-Patienten, kommt es in Ansatz 4 nur zu geringem Wachstum und folglich kleinem Wachstumshof.</p>		4	4
Verteilung der insgesamt 40 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		14	20	6

Quellenangaben

Titelbild:

<https://www.pinterest.de/pin/530087818627511792/> (20.11.2019)

Teilaufgabe a)

Bruckner, K. u.a.: Linder Biologie, Gesamtband SII. Lehrermaterialien, Abschnitt Klassische Genetik, Braunschweig (Bildungshaus Schulbuchverlage - Westermann) 2019.

Teilaufgabe b)

Abituraufgabe Biologie, B1: Afrika. Bayern, 2018.

Yun Sung Cho et al.: The tiger genome and comparative analysis with lion and snow leopard genomes. In: *Nature Communications*, 4 (2013), Art. 2433.

<https://www.vol.at/weie-seltenheit-der-natur/1673986> (26.08.2019)

Teilaufgabe c)

Abituraufgabe Biologie, Grundkurs, B1 Genetik. Hessen, 2016.

<https://indiarox.com/that-black-night-of-democracy-the-government-of-indira-had-already-made-an-emergency-plan-six-months-ago/> (30.08.2019)

Teilaufgabe d) und e)

Abituraufgabe Biologie, Grundkurs, B1 Genetik. Hessen, 2016.

Aufgabe 2 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt – <i>Der vorliegende Erwartungshorizont ist als Musterlösung zu verstehen. Fachlich gleichwertige Lösungen und Begründungen sind möglich, sofern die Materialien korrekt einbezogen wurden.</i>		Bewertung		
		I	II	III
a)	<p>Die RGT-Regel beschreibt die Abhängigkeit der Geschwindigkeit chemischer Reaktionen von der Temperatur. Eine Temperaturerhöhung um 10°C führt nach dieser Regel zu einer Erhöhung der Stoffwechselaktivität um den Faktor 2 bis 3.</p> <p>Abweichend von der RGT-Regel führt eine um 4 bis 5°C höhere Körperkern-temperatur zu einer deutlicheren Erhöhung der Stoffwechselaktivität, erkennbar am vervierfachen Sauerstoffverbrauch. Die Herzfrequenz erhöht sich sogar um das Sechsfache. Die RGT-Regel gilt nur für ektotherme Tiere, deren Körpertemperatur von der Umgebungstemperatur abhängig ist, was auf Bären nicht zutrifft.</p>	2	3	
b)	<p>Je mehr Lachse es im Fluss gibt, desto mehr Braun- und Schwarzbären nutzen die Fische als Nahrungsquelle. Daher nimmt die Gesamtzahl an getöteten Lachsen zu. Am Flussufer entsteht eine inter- und intraspezifische Konkurrenz der Bären um den Fang- und Verzehrplatz. Um diesen Konkurrenzdruck zu entgehen, ziehen sich besonders die unterlegenen Tiere nach dem Beutefang vom Flussufer in den Wald zurück und verzehren dort ihre Beute. Der verrottende Fisch im Wald dient zahlreichen Aasfressern als Nahrungsquelle sowie auch als Eiablageplatz von Insekten. Das nach Abbau durch die Destruenten übrig bleibende anorganische Material steht der flussnahen Vegetation als Dünger zur Verfügung und die Anzahl und Wuchshöhe der ufernahen Bäume nimmt zu.</p> <p>Kurzfristig würde der Lachsbestand durch die Maßnahme zunehmen, da weniger Lachse durch die Bären gefressen würden und diese sich somit fortpflanzen können.</p> <p>Langfristig wäre eine Verringerung der Bärenpopulation schädlich für den Fangerfolg der Fischer, da die Lachspopulation wahrscheinlich abnehmen würde: Die interspezifische Konkurrenz um die Lachskadaver im Wald würde zunehmen und die Artenvielfalt abnehmen. Weniger organisches Material würde durch die Destruenten mineralisiert werden. Es gäbe wahrscheinlich auch weniger Insekten, von denen sich die Lachse ernähren. Dies würde nun die Entwicklung des Lachslaiches vermindern und so die Anzahl der schlüpfenden Lachse verringern.</p>	4	3	4
c)	<p>Die Gelelektrophorese dient zur Auftrennung von DNA-Gemischen. Die zu untersuchenden DNA-Fragmente werden in Geltaschen gefüllt. Beim Anlegen einer Spannung wandern die Fragmente im elektrischen Feld zum Pluspol, da die DNA negativ geladen ist. Kleine Fragmente wandern schneller als große Fragmente und damit eine weitere Strecke. Die DNA-Banden werden durch eine Färbung sichtbar gemacht und ihre Größe mittels eines ebenfalls aufgetrennten DNA-Markers bestimmt.</p>	5		

d)	Das Weibchen 2 ist die Mutter des Jungbären, da beide Tiere im Bandenmuster vollständig übereinstimmen. Dies erklärt sich durch die mütterlich vererbte mtDNA. Weibchen 1 und Jungbär stimmen nur in zwei der acht Banden überein. Daher ist eine Mutterschaft oder eine nahe Verwandtschaft ausgeschlossen. Männchen und Weibchen 1 weisen eine große Übereinstimmung im Bandenmuster auf: sieben von acht Banden sind gleich. Dies spricht dafür, dass beide eine nahe Verwandtschaft zueinander aufweisen. Mit dem Weibchen 2 ist das Männchen nicht nahe verwandt, da nur zwei der acht Banden in der Größe übereinstimmen.			
	Ein großer Genpool innerhalb einer Population erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die genetische Variabilität erhalten bleibt und die Population überlebt. Dies wird durch die Meiose, die Wahl des Sexualpartners und den Vorgang der Befruchtung sichergestellt. In den Organismen wird eine Vielzahl an unterschiedlichen Allelen im Einzelindividuum bewahrt. Dies ist für die Population wichtig, da so vereinzelt Individuen bei wechselnden Umweltbedingungen Angepasstheiten zeigen können. Bei heterozygoten Individuen kommen weniger häufig Erbkrankheiten zur Ausprägung	3	3	
Verteilung der insgesamt 40 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		14	20	6

Quellenangaben

Titelbild nach Schledz, M. (2019).

Teilaufgabe a) und b):

Abituraufgabe Biologie, Grundkurs, Aufgabe B. Hessen, 2014.

Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Aufgabe 2. Niedersachsen, 2017.

Teilaufgabe d):

Abbildung und Text nach Schledz, M. (2019).

Genetics of the Bears in the World, in: Servheen, C., Herrero, S., and Peyton, B. (Hrsg.) Bears. Status Survey and Conservation Action Plan IUCN (1999), S. 25-32.

Weitere Quellen:

Stenvinkel, P. *et al.*: Hibernating bears (Ursidae). Metabolic magicians of definite interest for the nephrologist. *Kidney International* 83 (2013), S. 207-212.

Liu, S. *et al.*: Population Genomics reveal recent speciation and rapid evolutionary adaptation in polar bears. *Cell* 157 (4; 2014), S. 785-794.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215489> (4.10.2019): Miyazaki, M. *et al.*: Skeletal muscles of hibernating black bears show minimal atrophy and phenotype shifting despite prolonged physical inactivity and starvation. *PLoS One* 14 (4;2019) e0215489.

<https://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/national-parks-of-canada> (30.10.2019)

http://www.env.gov.bc.ca/bcparks/explore/parkpgs/mt_richardson/ (30.10.2019)

https://www.fws.gov/refuge/Kodiak/wildlife_and_habitat/index.html (30.10.2019)

<https://www.pc.gc.ca/en/pn-np/yt/kluane> (30.10.2019)

Aufgabe 3 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt – <i>Der vorliegende Erwartungshorizont ist als Musterlösung zu verstehen. Fachlich gleichwertige Lösungen und Begründungen sind möglich, sofern die Materialien korrekt einbezogen wurden.</i>		Bewertung		
		I	II	III
a)	<pre> graph LR A[Faden- und Kieselalgen] --> B[Wasserflöhe] A --> C[Hüpferlinge] A --> D[Kaulquappen] E[Wasserpflanzen] --> C E --> D B --> F[Rotaugen] C --> F D --> G[Gelbrandkäfer] G --> F F --> H[Lachse] </pre> <p>Ein Vorteil ist, dass ein bildliches Beziehungsnetzwerk mit vielen Verknüpfungen von Organismen in einem Ökosystem entsteht, sodass im hohen Maße die tatsächliche ökologische Realität abgebildet wird. Ein Nachteil ist, dass es keinen einzelnen Anfangs- und Schlusspunkt gibt, sodass die Zuordnung eines Organismus in eine Trophiestufe erschwert wird.</p>	4	1	3
b)	<p>Die erste Stufe der Pyramide im Ökosystem See ist im Vergleich zu der Stufe im Ökosystem Wald viel schmaler. Die zweite und dritte Stufe im Ökosystem See werden jeweils breiter als die erste Stufe. Somit entsprechen die drei Stufen der Form einer umgedrehten Pyramide. Im Ökosystem Wald werden die Stufen nach oben hin schmaler, sodass die Form einer Pyramide entsteht. Nur die vierte Stufe besitzt in beiden Ökosystemen die gleiche Größe.</p> <p>Der Unterschied zwischen der Pyramidenform der vorhandenen Biomasse und der Pyramidenform der Produktion von Biomasse ist, dass die erste Stufe der vorhandenen Biomasse schmaler ist als die zwei folgenden Stufen, wohingegen bei der Produktion von Biomasse die erste Stufe breiter ist als die folgenden Stufen. Die Ursache hierfür ist, dass die unteren Trophiestufen von Produzenten und Primärkonsumenten durch die nächsthöheren Trophiestufen stark bejagt werden, sodass nur wenig Biomasse vorhanden ist. Die Produzenten und Primärkonsumenten haben hingegen eine höhere Reproduktionsrate pro Zeit als die darüberliegenden Stufen, sodass trotz der aktuell vorhandenen geringen Biomasse eine hohe Biomassenproduktion erreicht wird.</p>		4	4
c)	<p>Die Daten des Stoffverteilungsprofils, zeigen einen geringen Nitrat- sowie Phosphatgehalt auf, das Gewässer ist demnach nährstoffarm. Das Vorhandensein von fotosynthetisch aktiven Pflanzen am Grund des Sees lässt auf klares Wasser ohne viele Schwebstoffe schließen, sodass das Licht auch bis in große Tiefen vordringt. Dadurch ist im Sommer der Sauerstoffgehalt im gesamten See relativ hoch und der Kohlenstoffdioxidgehalt gering. Das Stoffverteilungsprofil weist keine Zehrschicht auf. Aufgrund der genannten Faktoren wird der Bodensee als oligotrophes Gewässer bezeichnet.</p> <p>Da durch die Netzgehege-Anlagen ein stetiger Austausch mit dem umliegenden Seewasser stattfindet, können Stoffwechselprodukte, Futterreste, und Kadaverreste in den See gelangen. Durch den Abbau der eingetragenen Stoffe werden Nährsalze produziert welche das Algenwachstum begünstigen. Dadurch gelangt weniger Licht zum Grund des Sees, wodurch die dort wachsenden Pflanzen absterben und mehr totes organisches Material</p>	2	3	

	entsteht. Die Sauerstoffkonzentration nimmt aufgrund der vermehrten Zersetzungprozesse in der Tiefe ab und es bildet sich eine sauerstoffarme Zone. Die absinkenden Nahrungsreste und Kadaver werden ebenfalls von Destruenten zersetzt, wodurch zusätzlich Kohlenstoffdioxid entsteht. Aufgrund der genannten ökologischen Auswirkungen von Netzgehege-Anlagen sind diese für das Ökosystem des Bodensees nicht zu empfehlen.		3	4
d)	Ein Vorteil für die Aufzucht von AquAdvantage®Lachsen in Netzgehege-Anlagen ist, dass durch das wachstumshormonregulierende Gen der AAL bereits nach ca. 230 Tagen das Schlachtgewicht von 500 g erreicht, während der Atlantik-Lachs dafür 400 Tage Aufzucht benötigt. Somit wird für den AAL weniger Futter zur Aufzucht benötigt und mehr Ertrag pro Zeiteinheit erzielt.	2	2	
e)	Bei der Aufzucht besteht das Risiko, dass z. B. einige transgene Lachse den Netzgehege-Anlagen entkommen. Der AAL, als invasive Art, würde den Bestand der heimischen Arten im See durch seine höhere Wachstumsrate stark gefährden. Bei dem Verzehr des AAL besteht das Risiko, dass die Wachstumshormone des Lachses sich negativ auf den Hormonhaushalt der Konsumenten auswirken. Hierbei steht besonders der Einfluss auf die Wachstumsphase von Kindern und Jugendlichen in der Diskussion.	6		
Verteilung der insgesamt 40 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		14	20	6

Quellenangaben

Titelbild

<https://www.schweizerbauer.ch/vermishtes/allerlei> (1.12.2019)

Teilaufgabe a)

Eckebrecht, A. und Hell, L.: Natura Abiturtraining Ökologie. Ernst Klett Verlag GmbH Stuttgart, 2019.

Teilaufgabe b)

Abbildung und Text nach Albers, S. 2019.

Teilaufgabe c)

<https://www.greenpeace.de/themen/meere/welche-aquakulturmethode-gibt-es> (15.08.2019)

<https://www.tierschutzbund.de/information/hintergrund/artenschutz/fische/aquakulturen/#c19775> (15.08.2019)

Teilaufgabe d) und e)

AquaBount Technologies, Inc.: opAFP-GHc2 rDNA construct in EO-1α lineage Atlantic salmon (AquAdvantage Salmon). Information Summary, 2015.

<https://www.fischlexikon.eu/fischlexikon/fische-suchen.php?fisch> (28.09.2019)

<https://www.wetter.de/cms/wetterlexikon-labradorstrom-2399772.html> (28.09.2019)