
Schriftliche Abiturprüfung 2018 im dritten Prüfungsfach

Grundkurs Biologie

Mittwoch, 18. April 2018, 9.00 Uhr

Unterlagen für die Prüfungsteilnehmerinnen und -teilnehmer

Allgemeine Arbeitshinweise

- Tragen Sie bitte oben rechts auf diesem Blatt und auf den nachfolgenden Aufgabenblättern die Schulnummer, die schulinterne Kursbezeichnung und Ihren Namen ein.
- Schreiben Sie auf alle Entwurfsblätter (Kladde) und die Reinschrift Ihren Namen.
- Versehen Sie Ihre Reinschrift mit Seitenzahlen.

Fachspezifische Arbeitshinweise

- Die Arbeitszeit beträgt 180 Minuten.
 - Erlaubte Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Taschenrechner.
-

Aufgaben

- Sie erhalten zwei Aufgaben zur Bearbeitung.
- Überprüfen Sie bitte zu Beginn die Vollständigkeit der vorgelegten Aufgaben (Anzahl der Blätter, Anlagen, ...).
- Vermerken Sie in Ihrer Reinschrift, welche Aufgabe Sie jeweils bearbeiten.

Aufgabe 1

Themenbereiche: Gene

Aminosäuren

Von den bisher über 260 bekannten Aminosäuren spielen nur 20 eine Rolle bei der Proteinbiosynthese. Über Peptidbindungen werden einzelne Aminosäuren miteinander verknüpft. Ihre Reihenfolge bestimmt die Struktur und letztlich die Funktion der Proteine. Veränderungen in der Abfolge können zu Krankheiten oder Fehlfunktionen führen.

Ein Organismus kann nicht alle Aminosäuren selbst herstellen. Diese so genannten essenziellen Aminosäuren müssen mit der Nahrung aufgenommen werden, da sie lebenswichtig sind.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden

- a) Leiten Sie zunächst mit Hilfe von Abbildung 2 die Art der Vererbung der Sichelzellanämie ab (Material 1 und 2).

Geben Sie dann die Genotypen der Personen 1 bis 4 begründet an. Werten Sie dazu das Ergebnis der Gelelektrophorese aus (Material 1 und 2).

[14 BWE]

- b) Ermitteln Sie zunächst für die Personen A und B jeweils alle möglichen Basensequenzen des Triplets 6 auf dem codogenen Strang ihres β -Globin Gens (Material 1 und 3).

Leiten Sie dann mit Hilfe der ermittelten Basensequenzen die molekulargenetische Ursache der Sichelzellanämie bei Person B ab (Material 1 und 3).

[10 BWE]

- c) Erläutern Sie zunächst die Regulation der Lysin-Synthese bei *C. glutamicum* auf der Gen-Ebene sowie auf der Enzym-Ebene (Material 4 und 5).

Erläutern Sie anschließend je einen Vorteil der Regulation auf Gen-Ebene sowie auf Enzym-Ebene für *C. glutamicum* (Material 4 und 5).

[16 BWE]

Hinweis:

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

Quellen:

Abituraufgaben Biologie: BW, 2014, Aufgabe 2; Übungsaufgabe Biologie: BW, o.J., Aufgabe 2.
www.spektrum.de; <https://upload.wikimedia.org>; www.biokurs.de

Material 1

Bereits der Einbau einer einzigen anderen Aminosäure kann massive Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit eines Proteins haben. Dies ist zum Beispiel bei der Sichelzellanämie der Fall.

Bei Menschen mit dieser Erbkrankheit ist das Protein Hämoglobin verändert. Es befindet sich in den roten Blutkörperchen (Erythrozyten) und bindet dort den Sauerstoff. Hämoglobin besteht aus vier Globin-Proteinen – je zwei α - und zwei β -Globine.

Eine Punktmutation im β -Globin Gen führt dazu, dass die Erythrozyten der Betroffenen eine sichelähnliche Form (siehe Abbildung 1) annehmen. Das Bindevermögen für Sauerstoff ist stark herabgesetzt und kann zu Organversagen durch mangelnde Sauerstoffversorgung bei homozygot Betroffenen führen.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Photo: 1 Abb. Mit Sichelzellen Erythrozyt
2. Abb. Mit normalem Erythrozyt

Abb. 1: Erythrozyten

Material 2

In der Familie eines Paares (Personen 1 und 2) ist die Sichelzellanämie bereits aufgetreten.

In einer humangenetischen Beratungsstelle werden die Eltern und ihre zwei leiblichen Kinder (Personen 3 und 4) untersucht. Aus Blutproben aller Familienmitglieder wird dazu zunächst die DNA gewonnen, daraus das β -Globin Gen isoliert und anschließend vervielfältigt. Danach werden die Proben mit gentechnischen Methoden so behandelt, dass unterschiedlich lange DNA-Stücke entstehen. Liegt die Mutation im β -Globin Gen vor (siehe Material 1), ist das entstandene DNA-Stück länger als ohne diese Mutation.

Mit den so behandelten DNA-Proben wird anschließend eine Gelelektrophorese durchgeführt, deren Ergebnis in Abbildung 2 dargestellt ist.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 2: Stammbaum und Ergebnis der Gelelektrophorese

Hinweis: Spontanmutationen sollen ausgeschlossen sein.

Material 3

Um die molekularen Ursachen der Sichelzellanämie (siehe Material 1) zu erforschen, wurden die Aminosäuresequenzen des β -Globins von Betroffenen mit denen von nicht an der Sichelzellanämie erkrankten Personen verglichen.

Person A ist nicht an der Sichelzellanämie erkrankt. Bei ihr befindet sich an Position 6 der Aminosäurekette des β -Globins die Aminosäure Glutaminsäure (Glu).

Person B ist an der Sichelzellanämie erkrankt. Bei ihr wurde an Position 6 der Aminosäurekette des β -Globins die Aminosäure Valin (Val) gefunden.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 3: Code-Sonne

Material 4

Lysin ist eine essenzielle Aminosäure, die von einigen Säugetieren nicht selbst hergestellt werden kann, sondern mit der Nahrung aufgenommen werden muss. Einige Bakterien und Pflanzen sind jedoch in der Lage Lysin selbst zu synthetisieren. Daher werden heutzutage zum Beispiel mit Hilfe des Bakteriums *Corynebacterium glutamicum* (*C. glutamicum*) jährlich über 600 000 Tonnen Lysin produziert, die zum Beispiel der Tiernahrung beigefügt werden, um so das Wachstum der Tiere zu steigern.

Die Lysin-Synthese mit Hilfe der Enzyme E1 bis E3 bei *C. glutamicum* ist in Abbildung 4 dargestellt.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 4: Lysin-Syntheseweg bei *C. glutamicum* (schematisch)

Material 5

Die Lysin-Synthese (siehe Material 4) beim Bakterium *C. glutamicum* kann reguliert werden. Eine hohe Lysin-Konzentration wirkt hemmend auf die Lysin-Synthese. Diese Hemmung wird aufgehoben, wenn das Bakterium die Aminosäure Lysin zum Beispiel bei der Proteinbiosynthese verbraucht. Die Regulation kann bei *C. glutamicum* auf zwei Ebenen stattfinden (siehe Abbildung 5).

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 5: Regulation der Lysin-Synthese auf verschiedenen Ebenen (schematisch)

Aufgabe 2

Themenbereiche: Gene Ökofaktoren

Wespen

In Deutschland gibt es einige hundert Wespenarten (*Vespidae*), von denen nur die wenigsten in Gruppen zusammenleben, den sogenannten Staaten. Die Individuen der anderen Arten leben allein. Außerdem sind nicht alle Wespen schwarz-gelb gefärbt, sondern es treten auch einfarbig dunkle Wespen auf, deren Körper metallisch glänzen können. Auch nutzen nicht alle Wespenarten ihren Stachel zur Abwehr von Feinden, sondern z.B. zur Eiablage.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Foto: Wespe

d) Erklären Sie unter Einbeziehung von Kombinationsquadraten die Versuchsbeobachtungen in der F₂-Generation (Material 1).

[8 BWE]

e) Stellen Sie eine ausführlich begründete Hypothese darüber auf, wie es bei einer Erzwespe mit *Wolbachia*-Infektion zur Bildung diploider Eizellen kommen kann (Material 2).

[10 BWE]

f) Erläutern Sie den Energiefluss an Land unter Berücksichtigung von Material 3.

[10 BWE]

g) Analysieren Sie die ökologischen Beziehungen zwischen Rosenblattlaus und Brombeere sowie zwischen allen in Material 4 genannten Tierarten (Material 4).

[12 BWE]

Hinweis:

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

Quellen:

Abituraufgaben Biologie: Bayern, 2006, Aufgabe II / Bayern, 2010, Aufgabe A2 / Niedersachsen, 2013, Aufgabe 1

Ewer, D. W., Hall, J. B.: Ecological biology 2. Longman Group Ltd., Essex 1978;

www.nabu.de, www.focusnatura.at, www.nature.com, www.mattcolephotography.co.uk, <https://alchetron.com>, <http://blogs.biomedcentral.com>

Material 1

Erzwespen (*Chalcidoidea*) zählen zu den kleinsten geflügelten Insekten. Bei verschiedenen Individuen einer Art kann die Behaarung des Körpers unterschiedlich sein: Sie sind entweder behaart oder unbehaart. Zusätzlich können sich die Individuen in ihrer Flügellänge unterscheiden. Sowohl die Behaarung als auch die Flügellänge wird bei Erzwespen jeweils durch nur ein Gen bestimmt. Diese beiden Gene liegen auf verschiedenen Autosomen. Das Merkmal „behaart“ und das Merkmal „kurze Flügel“ sind jeweils die dominanten Merkmale.

Mit Erzwespen wurden Kreuzungsversuche durchgeführt. In der P-Generation wurde ein Männchen mit behaartem Körper und langen Flügeln mit einem Weibchen mit unbehaartem Körper und kurzen Flügeln gekreuzt. Beide Individuen waren für die untersuchten Merkmale jeweils homozygot. Im Anschluss daran wurden die Individuen der F₁-Generation untereinander gekreuzt. Die Versuchsbeobachtungen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 1: Erzwespe mit langen Flügeln

	behaart, lange Flügel	behaart, kurze Flügel	unbehaart, lange Flügel	unbehaart, kurze Flügel
Anzahl der Individuen in der F ₁ -Generation	0	231	0	0
Anzahl der Individuen in der F ₂ -Generation	101	288	31	94

Tab. 1: Versuchsbeobachtungen der Kreuzungsversuche mit Erzwespen

Material 2

In den Zellen vieler Erzwespen können *Wolbachia*-Bakterien (siehe Abbildung 2) nachgewiesen werden. Das Vorkommen dieser Bakterien schädigt die ausgewachsenen Erzwespen nicht, beeinflusst jedoch ihre Fortpflanzung.

Ist bei der Paarung zweier Erzwespen mindestens eine mit den Bakterien infiziert, wird die Infektion an alle ihre Nachkommen weitergegeben. Infizierte männliche Nachkommen sterben bereits in einem frühen Entwicklungsstadium. Bei Erzwespen-Weibchen führt die Bakterieninfektion zur Bildung diploider Eizellen, aus denen sich ohne Befruchtung fortpflanzungsfähige Nachkommen entwickeln. Auch diese Erzwespen sind dann bereits mit den Bakterien infiziert.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 2: *Wolbachia*-Bakterien in einer Erzwespen-Zelle

Material 3

Die Gemeine Wespe (*Vespula vulgaris*) kommt in fast jedem Ökosystem an Land vor. Erwachsene Wespen ernähren sich von zuckerhaltigem Blütennektar. Für die Aufzucht ihrer Jungtiere jagen sie jedoch zusätzlich verschiedene kleine Insekten und andere Kleintiere, die sie in ihr Nest bringen und an die Larven verfüttern.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 3: Gemeine Wespe

Material 4

Die Große Rosenblattlaus (*Macrosiphum rosae*) gehört zu den Blattläusen, die man sehr oft auf Beerensträuchern wie z.B. der Brombeere (*Rubus fruticosus*) findet. Eine Brombeerpflanze mit Läusen zeigt ein deutlich vermindertes Wachstum und eine deutlich geringere Fruchtbildung.

Die Blattläuse stechen die Leitungsbahnen der Pflanze an und saugen den Pflanzensaft auf. Er ist zwar reich an Kohlenhydraten, enthält aber wenig andere Nährstoffe, sodass Blattläuse viel Saft aufnehmen müssen. Die dadurch im Überschuss vorhandenen Kohlenhydrate scheiden sie in einer klebrigen Flüssigkeit an ihrem Hinterleib aus. Die

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 4.1: Ameise beim Ablecken von Blattläusen

Läuse können diesen sogenannten

Honigtau jedoch nicht selbst entfernen. Dadurch verstopfen ihre Ausscheidungsorgane, sodass sie sterben.

Gartenameisen (*Myrmica rubra*) nutzen den Honigtau als Nahrungsquelle, indem sie ihn von den Läusen ablecken (siehe Abbildung 4.1). Die Blattläuse werden zudem von kleinen Schlupfwespen (*Amblyteles armatorius*) zur Eiablage genutzt. Dazu legt ein Weibchen jeweils ein Ei in eine Blattlaus, welche der heranwachsenden Wespenlarve als Nahrung dient. Ausgewachsene Schlupfwespen wiederum dienen den Gartenameisen als Nahrung.

In einer Versuchsreihe wurden die Einflüsse von Ameisen und Schlupfwespen auf die Entwicklung der Populationsgröße von Blattläusen

untersucht. Dazu wurden von Blattläusen befallene Brombeerpflanzen in unterschiedlichen Versuchsansätzen untersucht. Vor Versuchsbeginn wurden jeweils alle anderen Insekten

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 4.2: Versuchsbeobachtungen

außer den Blattläusen von den Brombeerpflanzen entfernt. Die Anzahl der Individuen der Blattlauspopulation einer jeden Brombeerpflanze wurde protokolliert. Die Beobachtungen während dieser Versuche sind in Abbildung 4.2 dargestellt.

In Versuch ① waren weder Ameisen noch Schlupfwespen vorhanden.

Zu Beginn von Versuch ② wurden Ameisen hinzugegeben.

Aufgabe 3

**Themenbereiche: Ökofaktoren
Gene**

Fledermäuse

Der wissenschaftliche Name der Fledermäuse (*Microchiroptera*) bedeutet übersetzt „kleiner Handflügler“. Diese kleinen Säugetiere haben einzigartige Fähigkeiten: sie „sehen“ mit den Ohren, fliegen mit den Händen und schlafen mit dem Kopf nach unten hängend.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Mit insgesamt über 1.000 Arten stellt die Gruppe der Fledermäuse nach den Nagetieren die artenreichste Säugetiergruppe dar. Außer in der Arktis und Antarktis sind Fledermäuse weltweit verbreitet. In Deutschland kommen 25 verschiedene Arten vor.

Abbildung einer Fledermaus

- a) Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen homoiothermen und poikilothermen Tieren sowie jeweils einen Vorteil für beide Arten der Thermoregulation. [6 BWE]
- b) Stellen Sie begründete Hypothesen zur Erklärung der in Abbildung 2.1 dargestellten Versuchsbeobachtungen auf (Material 1 und 2). [11 BWE]
- c) Erläutern Sie mit Hilfe der synthetischen Evolutionstheorie, wie es bei den Hummelfledermäusen zu den Frequenz-Unterschieden gekommen sein könnte (Material 1 und 3). [14 BWE]
- d) Begründen Sie auf molekularer Ebene für die Fledermausarten A bzw. B, dass die Tiere am Weißnasen-Syndrom erkranken (Material 4). [9 BWE]

Hinweis:

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

Quellen:

Abituraufgabe Biologie. NRW, 2014, Aufgabe 1.
 Donaldson, Michael E. et al.: [...] genetic response to white-nose syndrome. In: Evolutionary Applications. 26.06.2017, S. 1-15.
 Puechmaille, S. et al.: The [...] bumblebee bat. In: Nature communications, 06.12.2011, S. 1-9.
www.batlife.at / www.discoverindochina.com / www.freepngimg.com / <http://guardianlv.com>

Material 1

Die meist nachtaktiven Fledermäuse ernähren sich überwiegend von Insekten, wobei verschiedene Fledermausarten sich in ihrem Beutespektrum unterscheiden können. Zur Orientierung sowie zur Nahrungssuche nutzen Fledermäuse die Echoortung. Dazu stößt eine Fledermaus mit ihrem Kehlkopf Laute (Schallwellen) im für Menschen nicht hörbaren Ultraschallbereich aus, die beim Auftreffen auf ein Hindernis oder ein Beutetier, z.B. ein fliegendes Insekt, zu ihr zurückgeworfen werden.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 1: Echoortung

Aus dem mit den Ohren empfangenen Echo kann die Fledermaus Informationen über die Position des Beutetieres und dessen Bewegungsrichtung ermitteln. Außerdem kann sie so auch die Form und Größe der Beute und deren Oberflächenstruktur erkennen. Daraus leitet sie Informationen über die Art der Beute ab, z.B. kleiner Falter oder großer Käfer.

Material 2

Die Kleine Braune Fledermaus (*Myotis lucifugus*) wird ca. 8 cm lang, wiegt ca. 10 g und jagt meist in der Nähe von Gewässern. Bei einer Untersuchung wurden die im Flug von den Fledermäusen erbeuteten und im Kot nachweisbaren Insekten gezählt, vermessen und in Größenklassen eingeteilt (siehe Abbildung 2.1).

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 2.2: Häufigkeit aller

Zusätzlich wurde die Häufigkeit von allen im selben Biotop vorkommenden Insekten entsprechender Größenklassen ermittelt (siehe Abbildung 2.2).

Abb. 2.1: Beutegröße der im Biotop vorkommenden Kleinen Braunen Fledermaus Insekten

Material 3

Die kleinste Fledermaus der Welt ist die Hummelfledermaus (HF) (*Craseonycteris thonglongyai*), die nur 2 g wiegt und deren Flügelspannweite nur 15 cm beträgt. Sie ernährt sich von sehr kleinen Insekten und Spinnen, die sie mittels Echoortung findet und von Pflanzen abpickt.

Die HF kommt in zwei Regionen Asiens (siehe Abbildung 3) vor, die oft von starken Stürmen getroffen werden. Die Fledermäuse sind auf Kalksteinhöhlen als Schlafplatz angewiesen und können von dort nur maximal 5 km weit ausfliegen. In dem zwischen den beiden Populationen liegenden Gebiet sind keine für die Fledermäuse geeigneten Höhlen zu finden.

Untersuchungen haben ergeben, dass die genetischen Unterschiede zwischen den Individuen in der HF-Population in Myanmar sehr gering sind. Zwischen den Individuen der thailändischen Population hingegen konnten sehr viel mehr genetische Unterschiede festgestellt werden.

In Myanmar kommt im selben Gebiet wie die HF eine andere, sehr kleine Fledermausart vor, die Langfußfledermaus (LF) (*Myotis siligorensis*). Sie lebt ebenfalls in Kalksteinhöhlen und jagt wie die HF meist in der Nähe von Flüssen. Zudem haben beide Arten ein ähnliches Beutespektrum.

Zur Echoortung (siehe Material 1) von Fledermäusen wurden zahlreiche Untersuchungen durchgeführt. Bekannt ist, dass sich ausgesandte Schallwellen einer Fledermaus mit denen anderer Individuen überlagern können, wenn die Frequenzen ähnlich sind. Die Wahrnehmung der Fledermäuse

kann dadurch gestört werden, sodass sie ihre Umgebung nicht mehr klar erkennen können. In Thailand und Myanmar wurde daher untersucht, ob sich die zur Echoortung genutzten Frequenzen der verschiedenen Populationen unterscheiden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Tab. 3: Frequenzbereich des Echoortungslautes der verschiedenen Fledermaus-Populationen

Hinweis: Die gemessenen Frequenz-Unterschiede sind nicht groß genug, um sich auf die Auswahl der Beute auswirken zu können.

Material 4

Das Weißnasen-Syndrom (WNS) ist eine von einem Pilz (*Pseudogymnoascus destructans*) ausgelöste Krankheit bei Fledermäusen. Infizierte Tiere sind an einem weißen Belag auf Gesicht und Flügeln zu erkennen (siehe Abbildung 4). Der Pilz produziert verschiedene Zellgifte, die für die Fledermäuse tödlich sind.

Die europäischen Arten der Fledermaus-Gattung Mausohr (*Myotis*) sind resistent gegen den Pilz, erkranken also nicht am WNS. Vor einigen Jahren wurde dieser nach Nordamerika eingeschleppt, was dort bei nahe verwandten Arten von Mausohren zu Massensterben geführt hat.

Zur Erklärung dieses Unterschiedes wurden genetische Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurde das Gen untersucht, das für den „toll-like“-Rezeptor codiert. Dieser Rezeptor kann bei den europäischen Arten an bestimmte Strukturen auf der Oberfläche des Pilzes binden. Ist das der Fall, wird eine biochemische Reaktionskette ausgelöst, die zur Abwehr des Pilzes führt.

Die Basensequenz des „toll-like“-Rezeptor-Gens europäischer Mausohr-Arten wurde mit der von zwei nordamerikanischen Arten verglichen, die am WNS erkrankt sind. Dabei konnten bei beiden Arten Unterschiede an verschiedenen Stellen des Gens nachgewiesen werden:

- Art A: Stopp-Codon im mittleren Bereich des Gens
- Art B: Veränderungen am Terminator* des Gens

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 4: Fledermaus mit WNS

* = DNA-Abschnitt, der die Transkription beendet

Schriftliche Abiturprüfung 2018 im dritten Prüfungsfach

Grundkurs Biologie

Mittwoch, 18. April 2018, 9.00 Uhr

Aufgabe 1

Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt		Bewertung																							
<i>Der vorliegende Erwartungshorizont ist als Musterlösung zu verstehen. Fachlich gleichwertige Lösungen und Begründungen sind möglich, sofern die Materialien korrekt einbezogen wurden.</i>		I	II	III																					
a)	<p>Der Erbgang muss rezessiv sein, da bei einer dominanten Vererbung mindestens ein Elternteil der Person 3 ebenfalls phänotypisch erkrankt sein müsste. Der Erbgang muss autosomal sein, da bei x-chromosomaler Vererbung bei Person 1 nur eine Bande im Gel erkennbar sein dürfte, da Männer nur ein X-Chromosom besitzen. Sie können daher für Gene auf dem X-Chromosom nicht heterozygot sein.</p> <p><u>Legende:</u> A: Allel für β-Globin Gen ohne Mutation für Sichelzellanämie a: Allel für β-Globin Gen mit Mutation für Sichelzellanämie Personen 1, 2 und 4: Aa</p> <p>Diese Personen sind heterozygot bezüglich des β-Globin Gens. Dies lässt sich daran erkennen, dass im Gel zwei Banden sichtbar sind, da die DNA-Fragmente mit und ohne Mutation unterschiedlich lang sind und dementsprechend unterschiedlich weit im Gel wandern. Die untere Bande entspricht dem DNA-Abschnitt ohne Mutation, der kürzer ist und daher im Gel schneller und somit weiter wandert. Die obere Bande wird von dem DNA-Abschnitt mit Mutation erzeugt. Da dieser länger ist, wandert er langsamer und damit weniger weit im Gel.</p> <p><u>Person 3:</u> aa</p> <p>Diese Person ist homozygot bezüglich des β-Globin Gens. Ihr Ergebnis zeigt im oberen Bereich des Gels eine dicke Bande. Sie trägt somit den DNA-Abschnitt mit Mutation auf beiden homologen Chromosomen. Daher liegt die doppelte Menge DNA vor, so dass eine dickere Bande im Gel entsteht.</p>	2	3																						
b)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Person A</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Person B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">mRNA 5' – 3'</td> <td style="text-align: center;">GAA</td> <td style="text-align: center;">GAG</td> <td style="text-align: center;">GUU</td> <td style="text-align: center;">GUC</td> <td style="text-align: center;">GUA</td> <td style="text-align: center;">GUG</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">DNA codogener Strang 3' – 5'</td> <td style="text-align: center;">CTT</td> <td style="text-align: center;">CTC</td> <td style="text-align: center;">CAA</td> <td style="text-align: center;">CAG</td> <td style="text-align: center;">CAT</td> <td style="text-align: center;">CAC</td> </tr> </tbody> </table> <p>Die Ursache der Sichelzellanämie bei Person B ist eine Punktmutation der zweiten Base des 6. Triplets des β-Globin Gens, bei der die Base Thymin gegen die Base Adenin ausgetauscht wurde. Daher muss bei Person B das 6. Triplet die Basenfolge CAT oder CAC aufweisen. Nur so kann durch die Veränderung einer einzelnen Base bewirkt werden, dass statt der Aminosäure Glu die Aminosäure Val an Position 6 der Aminosäurekette des veränderten β-Globins vorliegt.</p>		Person A		Person B				mRNA 5' – 3'	GAA	GAG	GUU	GUC	GUA	GUG	DNA codogener Strang 3' – 5'	CTT	CTC	CAA	CAG	CAT	CAC	4		6
	Person A		Person B																						
mRNA 5' – 3'	GAA	GAG	GUU	GUC	GUA	GUG																			
DNA codogener Strang 3' – 5'	CTT	CTC	CAA	CAG	CAT	CAC																			
c)	<p><u>Gen-Ebene:</u> Ist wenig Lysin vorhanden, kann die RNA-Polymerase an den Promotor des Operons binden und das Strukturgen, das für Enzym 3 codiert,</p>																								

<p>transkribieren. Im weiteren Verlauf der Proteinbiosynthese wird E3 hergestellt, welches Aspartatsemialdehyd in Lysin umwandelt.</p> <p>Ist viel Lysin vorhanden, bindet es an das vom Repressor-Gen codierte Repressor-Protein und aktiviert es dadurch. Der Repressor kann nun an den Operator binden und verhindert so die Transkription des Gens für E3. Fehlt E3, kann Lysin nicht hergestellt werden und die Lysin-Konzentration sinkt, wenn es während der Proteinbiosynthese verbraucht wird.</p> <p><u>Enzym-Ebene:</u> Ist wenig Lysin vorhanden, wird mit Hilfe des Enzyms 1 Asparaginsäure unter ATP-Verbrauch zu Aspartyl-Phosphat umgewandelt. Dieses wird im weiteren Verlauf der Genwirkkette zu Lysin umgewandelt. Ist viel Lysin vorhanden, bindet dieses an E1, wodurch sich die Form des aktiven Zentrums von E1 verändert. Die Substrate Asparaginsäure und ATP können nun nicht mehr nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip an E1 binden, so dass schließlich die Synthese von Lysin nicht mehr möglich ist und die Konzentration durch den Verbrauch sinkt.</p> <p>Ein Vorteil der Regulation auf Gen-Ebene liegt in der Einsparung von Ressourcen und Energie, da die jeweiligen Enzyme nur hergestellt werden, wenn sie auch benötigt werden.</p> <p>Ein Vorteil der Regulation auf Enzym-Ebene ist, dass schnellere Reaktionen auf sich ändernde Umweltbedingungen möglich sind. Da die Enzyme bereits vorliegen, muss nur ihre Aktivität geregelt werden, wenn mehr oder weniger Lysin benötigt wird.</p>	5	5	6
<p>Verteilung der insgesamt 40 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche</p>	14	20	6

Quellenangaben

Übungsaufgaben Biologie, Aufgabe 2, Profil- / Neigungsfach. Baden-Württemberg, o.J.

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe 2, Profil- / Neigungsfach. Baden-Württemberg, 2014.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e6/Bleeding_finger.jpg/220px-Bleeding_finger.jpg

www.spektrum.de/lexikon/biologie/aminosauren/2870

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ce/AminoAcidball.svg/230px-AminoAcidball.svg.png>

www.biokurs.de/files/Faecher/Materialien/beck/bilder/szery.jpg

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>Legende: A: Allel für behaarten Körper a: Allel für unbehaarten Körper B: Allel für kurze Flügel b: Allel für lange Flügel</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">P</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">AAbb behaart lange Flügel</td> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">X</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">aaBB unbehaart kurze Flügel</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">F₁</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">AaBb behaart kurze Flügel</td> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">X</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">AaBb behaart kurze Flügel</td> </tr> </table> <table style="margin-left: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">♀</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">AB</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Ab</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">aB</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">ab</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">♂</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">AB AABB behaart kurze Flügel</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Ab AABb behaart kurze Flügel</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">aB AaBB behaart kurze Flügel</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">ab AaBb behaart kurze Flügel</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Ab AABb behaart kurze Flügel</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Abb AAbb behaart lange Flügel</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">AaBb behaart kurze Flügel</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Aabb behaart lange Flügel</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">aB AaBB behaart kurze Flügel</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">AaBb behaart kurze Flügel</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">aaBB unbehaart kurze Flügel</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">aaBb unbehaart kurze Flügel</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">ab AaBb behaart kurze Flügel</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Aabb behaart lange Flügel</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">aaBb unbehaart kurze Flügel</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">aabb unbehaart lange Flügel</td> </tr> </table> <p>Bei der Kreuzung der F₁-Generation untereinander wird jedes Merkmal unabhängig von dem anderen vererbt, sodass die Individuen phänotypisch alle möglichen Kombinationen der Merkmale zeigen können. Zudem tritt in der F₂-Generation ein Phänotyp auf, der weder in der P- noch in der F₁-Generation zu beobachten ist. Die Beobachtung spiegelt dabei das statistisch zu erwartende Ergebnis einer Verteilung der Phänotypen von 9:3:3:1 wider.</p>	P	AAbb behaart lange Flügel	X	aaBB unbehaart kurze Flügel	F ₁	AaBb behaart kurze Flügel	X	AaBb behaart kurze Flügel	♀	AB	Ab	aB	ab	♂	AB AABB behaart kurze Flügel	Ab AABb behaart kurze Flügel	aB AaBB behaart kurze Flügel	ab AaBb behaart kurze Flügel		Ab AABb behaart kurze Flügel	Abb AAbb behaart lange Flügel	AaBb behaart kurze Flügel	Aabb behaart lange Flügel		aB AaBB behaart kurze Flügel	AaBb behaart kurze Flügel	aaBB unbehaart kurze Flügel	aaBb unbehaart kurze Flügel		ab AaBb behaart kurze Flügel	Aabb behaart lange Flügel	aaBb unbehaart kurze Flügel	aabb unbehaart lange Flügel	5	3	
P	AAbb behaart lange Flügel	X	aaBB unbehaart kurze Flügel																																		
F ₁	AaBb behaart kurze Flügel	X	AaBb behaart kurze Flügel																																		
♀	AB	Ab	aB	ab																																	
♂	AB AABB behaart kurze Flügel	Ab AABb behaart kurze Flügel	aB AaBB behaart kurze Flügel	ab AaBb behaart kurze Flügel																																	
	Ab AABb behaart kurze Flügel	Abb AAbb behaart lange Flügel	AaBb behaart kurze Flügel	Aabb behaart lange Flügel																																	
	aB AaBB behaart kurze Flügel	AaBb behaart kurze Flügel	aaBB unbehaart kurze Flügel	aaBb unbehaart kurze Flügel																																	
	ab AaBb behaart kurze Flügel	Aabb behaart lange Flügel	aaBb unbehaart kurze Flügel	aabb unbehaart lange Flügel																																	
b)	<p>Zur Bildung diploider Eizellen kann es bei einer Erzwespe z.B. durch eine verzögerte Auflösung der Kernhülle kommen. Dies kann daran liegen, dass in der Prophase I durch die <i>Wolbachia</i>-Infektion die Kernhülle nicht rechtzeitig aufgelöst wird, sodass die homologen Chromosomen sich in Metaphase I nicht in der Äquatorialebene nebeneinander anordnen und somit nicht getrennt werden können, da die Spindelfasern nicht an die Chromosomen binden können. Alle Chromosomen befinden sich somit in der späteren Eizelle. In der 2. Reifeteilung erfolgt in dieser Zelle die Trennung der Chromatiden, da die Kernhülle jetzt aufgelöst ist. Die entstandene Eizelle ist diploid.</p>		4	6																																	
c)	<p>Die Futterpflanze der Wespe nimmt als Produzent die Energie des Sonnenlichts auf und wandelt sie bei der Fotosynthese in chemische Energie um. Diese speichert die Pflanze in Form energiereicher organischer Stoffe. Die Wespen und auch andere Konsumenten 1. Ordnung ernähren sich vom Blütennektar, scheiden jedoch einen Teil der organischen Substanz unverdaut wieder aus. Die restliche Menge wird teilweise für die Zellatmung genutzt. Hierbei wird jedoch nur ein Teil der Energie der organischen Stoffe in für die Wespe nutzbare Energie in Form von ATP umgewandelt. Der Rest wird als Wärmeenergie frei. Die verbliebene Menge an Energie aus der mit der Nahrung aufgenommenen organischen Substanz verwendet die Wespe für den Aufbau ihrer Biomasse. Während die im Kot der Wespe bzw. in toten Wespen enthaltenen organischen Stoffe von Destruenten verwertet werden, steht die Biomasse der anderen Konsumenten 1. Ordnung der Wespenlarve und anderen Konsumenten 2. Ordnung als Nahrung zur Verfügung. Auch diese können jeweils nur einen Teil davon für den Aufbau ihrer Biomasse nutzen und so die Energie an die nächst höhere Trophiestufe weitergeben. Diese Weitergabe von Energie innerhalb eines Ökosystems wird als Energiefluss bezeichnet.</p>	7	3																																		

d)	<p>Zwischen der Rosenblattlaus und der Brombeerpflanze liegt eine Parasit-Wirt-Beziehung vor. Für die Blattläuse ist diese Beziehung vorteilhaft, da sie sich vom energiereichen Pflanzensaft ernähren, wodurch sie aber die Brombeerpflanze schädigen, die dadurch weniger gut wachsen kann und durch die geringere Fruchtbildung in ihrer Vermehrung beeinträchtigt ist.</p> <p>Die Ameisen leben mit den Blattläusen in einer Symbiose, da beide Arten Vorteile von dieser Beziehung haben. Die Ameisen ernähren sich vom leicht zugänglichen und energiereichen Honigtau. Da sie den klebrigen Honigtau von den Läusen entfernen, sterben weniger Läuse durch Verkleben der Ausscheidungsorgane. Dies belegt Versuch ②, bei dem sich die Populationsgröße der Blattläuse bei Anwesenheit der Ameisen im Vergleich zu Versuch ① verdoppelt.</p> <p>Zwischen den Larven der Schlupfwespe und den Blattläusen liegt eine besondere Form der Parasit-Wirt-Beziehung vor, da die Larven während der Entwicklung parasitisch leben, aber ihren Wirt schließlich töten, wie ein Räuber seine Beute.</p> <p>Da Ameisen erwachsene Schlupfwespen fressen, liegt zwischen diesen Arten eine Räuber-Beute-Beziehung vor.</p>	2	10	
Verteilung der insgesamt 40 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		14	20	6

Quellenangaben

Abituraufgabe Biologie, Grundkurs, Aufgaben II. Bayern, 2006.

Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Aufgabe A2. Bayern, 2010.

Abituraufgabe Biologie, grundlegendes Anforderungsniveau, Aufgabe 1. Niedersachsen, 2013.

Ewer, D. W., Hall, J. B.: Ecological biology 2. Longman Group Ltd., Essex 1978.

www.n-tv.de/wissen/Fakten_und_Mythen/Wespen-sind-echte-Nervlinge-article19970230.html

www.nabu.de/ratgeber/wespen.pdf

www.focusnatura.at/wp-content/uploads/Leucospis-gigas-Erzwespe.jpg

www.nature.com/hdy/journal/v104/n3/full/hdy20103a.html?foxtrotcallback=true

www.ncbi.nlm.nih.gov/genome?term=nasonia%20vitripennis

<https://alchetron.com/Wolbachia-5042195-W>

<http://blogs.biomedcentral.com/bugbitten/wp-content/uploads/sites/11/2014/10/Wolbachia-from-scott-ONEILL.jpg>

www.mattcolephotography.co.uk/Galleries/insects/Bees%20&%20Wasps/German%20Wasp%20on%20windfall%20pear.jpg

www.nabu.de/imperia/md/nabu/images/arten/tiere/insekten/hautfluegler/ameisen.jpeg

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)	<p>Während homoiotherme Tiere ihre Körpertemperatur durch Stoffwechselaktivität regulieren können, ist die Körpertemperatur poikilothermer Tiere von der Umgebungstemperatur abhängig. Die Körpertemperatur ist daher bei Homoiothermen meist konstant, während sie bei Poikilothermen stark schwanken kann. Homoiotherme können die Körpertemperatur zusätzlich durch z.B. ein wärmeisolierendes Fell konstant halten, während Poikilothermen über ihr Verhalten Einfluss auf ihre Körpertemperatur nehmen und sich z.B. in der Sonne aufwärmen.</p> <p>Ein Vorteil der homoiothermen Lebensweise ist, dass aktives Leben in einem breiteren Temperaturbereich möglich ist. Ein Vorteil der poikilothermen Lebensweise ist der geringe Energiebedarf.</p>	6		
b)	<p>Obwohl ca. 25 % der im Biotop vorkommenden Insekten zur Größenklasse 0-2 mm gehören, werden sie von den Fledermäusen nicht gefressen. Dies könnte z.B. daran liegen, dass die Insekten aufgrund ihrer geringen Größe nicht von den Fledermäusen erkannt werden können. Am häufigsten kommen Insekten der Größenklasse 2-4 mm vor. Entsprechend werden diese auch von den Fledermäusen am häufigsten gefressen. Da nur ca. 10 % der verfügbaren Insekten der nächsten Größenklasse angehören, werden auch weniger davon gefressen. Obwohl im Biotop noch weniger Insekten der Größenklasse 6-8 mm vorkommen, ist der Anteil an gefressenen Insekten in dieser Gruppe relativ groß. Dies ist beispielsweise damit zu erklären, dass es für die Fledermäuse effizienter ist, wenige große Insekten zu erbeuten als viele kleine, da das Jagen im Flug energieaufwändig ist. Dass sie noch größere Insekten nicht erbeuten, könnte z.B. daran liegen, dass diese nicht zu ihrem Beutespektrum gehören.</p>	2	6	3
c)	<p>Einige aus Thailand stammende Individuen der HF erreichten, möglicherweise durch einen starken Sturm dorthin getrieben, das heutige Verbreitungsgebiet in Myanmar. Sie waren dort von ihrer Stammpopulation getrennt, da sie die 200 km lange Strecke nicht am Stück zurückfliegen konnten. Außerdem gab es im Gebiet dazwischen für sie keine geeigneten Schlafplätze. In der neuen Umgebung fanden sie jedoch offensichtlich geeignete Bedingungen vor, um sich fortzupflanzen, sodass sich die Population vergrößerte. In dem Gebiet kam jedoch auch die LF vor, die in interspezifischer Konkurrenz um Nahrung und Lebensraum zur HF steht und einen ähnlichen Frequenzbereich zur Echoortung nutzt. Durch zufällige Mutationen und Rekombinationen entstanden Variationen der HF, die höhere Frequenzen zur Echoortung nutzen konnten. Diese Individuen hatten einen Selektionsvorteil, da sie bei der Suche nach Beute weniger von den Lauten der LF gestört wurden und daher ihre Beute besser erkennen konnten. Sie hatten daher größere Überlebens- und Fortpflanzungschancen und waren somit bei der Weitergabe ihrer Gene bevorzugt. Sie vererbten die entsprechenden Allele an ihre Nachkommen, sodass die zugehörige Allelfrequenz im Genpool der Population in Myanmar im Laufe der Generationen gestiegen ist, wodurch es zu den Frequenz-Unterschieden bei den HF gekommen sein könnte.</p>	6	5	3

d)	<p>Da bei Art A ein Stopp-Codon vorliegt, endet die Translation der mRNA dieses Gens an entsprechender Stelle. Das von dem Gen codierte „toll-like“-Rezeptor-Protein ist nur noch etwa halb so lang, da die Abweichung im mittleren Bereich des Gens vorliegt. Aufgrund der dadurch veränderten Raumstruktur kann der Rezeptor vermutlich nicht mehr an den Pilz binden, dieser daher nicht abgewehrt werden und die Fledermäuse der Art A erkranken am WNS.</p> <p>Bei Art B liegen Abweichungen am Terminator vor, was dazu führt, dass die Transkription des Gens hier nicht gestoppt wird. Es wird daher eine zu lange mRNA hergestellt und wenn diese bei der Translation abgelesen wird, entsteht ein zu langes Protein. Der „toll-like“-Rezeptor kann daher aufgrund seiner vermutlich veränderten Raumstruktur nicht mehr zur Abwehr des Pilzes beitragen und die Fledermäuse der Art B erkranken am WNS.</p>			
Verteilung der insgesamt 40 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		14	20	6

Quellenangaben

Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Aufgabe 1. NRW, 2014.

Donaldson, Michael E. et al.: Profiling the immunome of little brown myotis provides a yardstick for measuring the genetic response to white-nose syndrome. In: Evolutionary Applications. 26.06.2017, S. 1-15.

Puechmaille, Sébastien J. et al.: The evolution of sensory divergence in the context of limited gene flow in the bumblebee bat. In: Nature communications, 6.12.2011, S. 1-9.

www.freepngimg.com/download/bat/4-2-bat-png-clipart.png

www.batlife.at

www.discoverindochina.com/images/map/map2.jpg

<http://guardianlv.com/wp-content/uploads/2014/03/Bats-Stricken-with-White-Nose-Syndrome2.jpg>