



Name: _____

Abiturprüfung 2011

Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Evolutionsprozesse innerhalb der Gattung *Aquilegia*

- I.1 Vergleichen Sie *Aquilegia formosa* und *Aquilegia pubescens* in Bezug auf Vorkommen, Blüte und Bestäuber (Materialien A und B). (15 Punkte)
- I.2 Ermitteln Sie Möglichkeiten und Einschränkungen des Genflusses zwischen *Aquilegia formosa* und *Aquilegia pubescens* (Materialien A und B) und erörtern Sie unter Berücksichtigung der beiden Artbegriffe (Material C), ob *Aquilegia formosa* und *Aquilegia pubescens* zwei verschiedene Arten darstellen. (14 Punkte)
- I.3 Beschreiben Sie die beiden Modelle zur evolutionären Entwicklung von Blüte und Bestäuber (Material D) und vergleichen Sie diese. Diskutieren Sie, inwiefern die Modelle zur Erklärung der Entstehung der Nektarsporne der zahlreichen, heute bekannten Akelei-Arten (vgl. Material A) herangezogen werden können. (25 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Material A: Zur Gattung *Aquilegia*

Akeleien sind einjährige Blütenpflanzen, die zur Gattung *Aquilegia* gehören. Die etwa 70 bekannten Arten dieser Gattung kommen überwiegend in gebirgigen Regionen Europas, Asiens und Nordamerikas vor. Die einzelnen Arten unterscheiden sich auffallend in Blütenfarbe und -gestalt. Die Akelei-Blüten sind normalerweise auffällig gefärbt, wobei jedes Blütenblatt eine außergewöhnliche Verlängerung hat, den nektargefüllten Sporn. Die Sporne sind bei den heute bekannten Arten sehr unterschiedlich geformt und zwischen 10 und 120 mm lang. Tiere (Insekten, Vögel) besuchen diese Blüten, um an den Nektar im Sporn zu gelangen. Dabei kommen sie in Kontakt mit den Fortpflanzungsorganen (Staubblätter und Stempel) und bestäuben so die Blüte.

Material B: Informationen zu den Arten *Aquilegia formosa* und *Aquilegia pubescens*

Artmonographie von *Aquilegia formosa*: *Aquilegia formosa* kommt in der nördlichen und südlichen Sierra Nevada in Kalifornien, unterhalb von 3000 m Höhe vor. Sie ist bevorzugt auf besonders sonnigen und feuchten Standorten zu finden.

Die Blüten von *A. formosa* sind hängend-nickend (Abbildung 1). Sporne und Kelchblätter sind rot gefärbt. Die Spornlänge beträgt 10 – 17 mm. Bei Dämmerung sind die Blüten nur aus der Nähe zu erkennen. Die Blütezeit von *A. formosa* dauert von Juni bis Juli.

Bestäubt werden die Blüten in erster Linie von Kolibris. In seltenen Fällen wird *A. formosa* auch von Hummeln bestäubt.

Artmonographie von *Aquilegia pubescens*: *Aquilegia pubescens* kommt in der südlichen Sierra Nevada in Kalifornien oberhalb von 2700 m vor. Exemplare dieser Art sind bevorzugt auf trockenen, kalten und schattigen Standorten, oft auf der Nord- und Ostseite unter überhängenden Felsen zu finden.

Die Blüten sind aufrecht (Abbildung 2). Sporne, Kelch- und Kronblätter sind blassgelb bis weiß. Die Spornlänge beträgt 29 – 37 mm. Die Blüten sind bei Dämmerung auf Grund ihrer Färbung relativ weit sichtbar. Die Blütezeit von *A. pubescens* dauert von Juli bis August.

Der Hummelschwärmer, ein dämmerungsaktiver Nachtfalter, ist der vorwiegende Bestäuber von *A. pubescens*. In seltenen Fällen wird *A. pubescens* auch von Hummeln bestäubt.

Kreuzungsversuche zwischen *Aquilegia pubescens* und *Aquilegia formosa*

Bei Kreuzungen im Labor erhielt man fruchtbare Hybriden von *Aquilegia pubescens* und *Aquilegia formosa*.



Name: _____

Bestäubung:

Form und Stellung der Blüten von *Aquilegia formosa* und *Aquilegia pubescens* sowie deren typische Bestäuber:

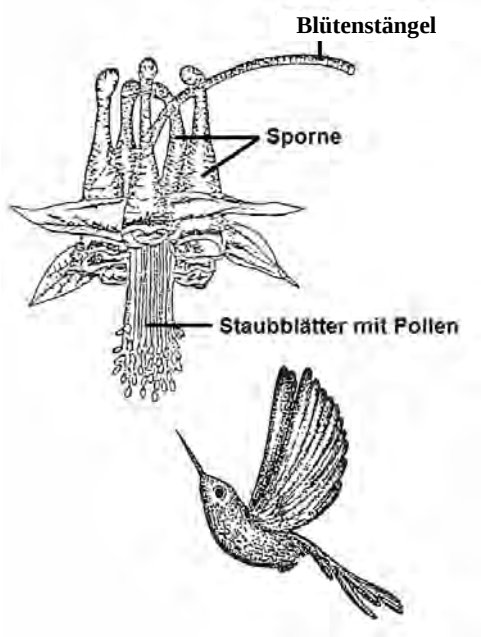


Abbildung 1: *Aquilegia formosa* mit Kolibri

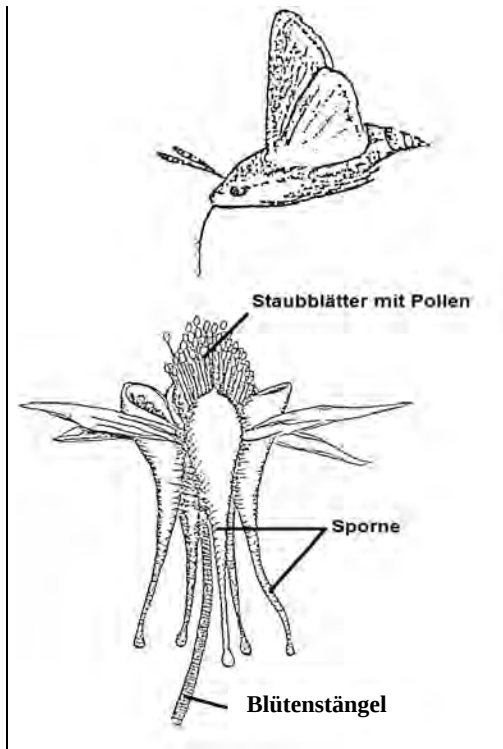


Abbildung 2: *Aquilegia pubescens* mit Hummelschwärmer

Tabelle 1: Blütenbesuche von Kolibris und Hummelschwärmern in einem Gebiet während des Untersuchungszeitraums, in dem *A. formosa* und *A. pubescens* im Wechsel angepflanzt wurden (Freilandversuch nach HODGES, 1999)

	beobachtete Blütenbesuche	
	Kolibris	Hummelschwärmer
<i>A. formosa</i>	81	0
<i>A. pubescens</i>	9	115

Material C: Artbegriffe

N. A. CAMPBELL (1997) definiert u. a. folgende Artbegriffe:

„**Der morphologische Artbegriff** betont messbare anatomische Unterschiede zwischen Arten; die meisten von Systematikern anerkannten Arten wurden aufgrund morphologischer Kriterien definiert (Morphospezies). [...]

Der biologische Artbegriff hebt die reproduktive Isolation hervor – das Potential der Vertreter einer Art, sich untereinander, aber nicht mit Mitgliedern anderer Arten zu kreuzen (Biospezies).“



Name: _____

Material D: Erklärungsmodelle zur evolutionären Entwicklung von Blüte und Bestäuber

1. Modell der evolutionären Entwicklung von Blüte und Bestäuber nach der Theorie von CHARLES DARWIN

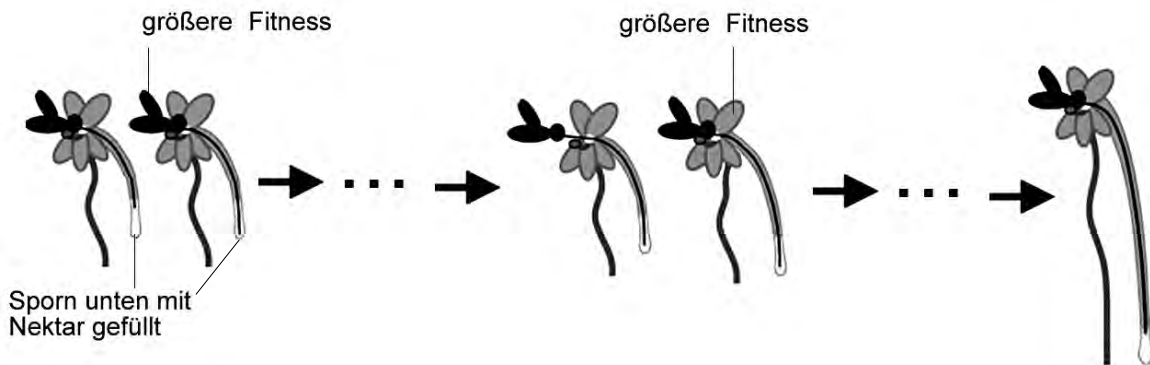


Abbildung 3: Modell der evolutionären Entwicklung von Blüte und Bestäuber

2. Modell der evolutionären Entwicklung der Blüte durch Bestäuberwechsel nach J. B. WHITTALL und S. A. HODGES (2007)

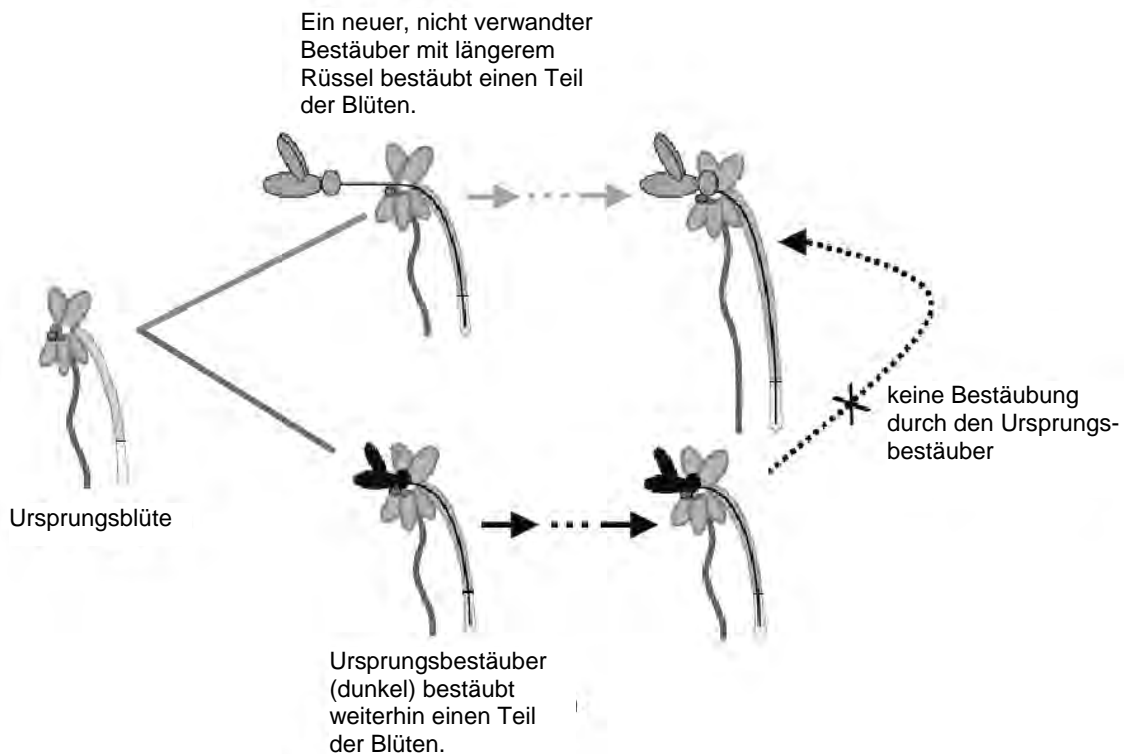


Abbildung 4: Modell der evolutionären Entwicklung der Blüte

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2011

Biologie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Evolutionsprozesse innerhalb der Gattung *Aquilegia*

- I.1 Vergleichen Sie *Aquilegia formosa* und *Aquilegia pubescens* in Bezug auf Vorkommen, Blüte und Bestäuber (Materialien A und B). (15 Punkte)
- I.2 Ermitteln Sie Möglichkeiten und Einschränkungen des Genflusses zwischen *Aquilegia formosa* und *Aquilegia pubescens* (Materialien A und B) und erörtern Sie unter Berücksichtigung der beiden Artbegriffe (Material C), ob *Aquilegia formosa* und *Aquilegia pubescens* zwei verschiedene Arten darstellen. (14 Punkte)
- I.3 Beschreiben Sie die beiden Modelle zur evolutionären Entwicklung von Blüte und Bestäuber (Material D) und vergleichen Sie diese. Diskutieren Sie, inwiefern die Modelle zur Erklärung der Entstehung der Nektarsporne der zahlreichen, heute bekannten Akelei-Arten (vgl. Material A) herangezogen werden können. (25 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Material A: Abbildungen 1 und 2 verändert nach: Kaspereit, B. (1991). Isolation und Hybridbildung bei der Akelei. PdN 5/40, 16 – 20
- Erdmann, U. et al. (2008). Evolution, Materialien SII Biologie. Schroedel
- Hodges, S. A., Fulton, M., Yang, J. Y., Whittall, J. B. (2003). Verne Grant and evolutionary studies of *Aquilegia*. New Phytologist 161/1, 113 – 120
- Material B, Tabelle 1 verändert nach: Fulton, M., Hodges, S. A. (1999). Floral isolation between *Aquilegia formosa* and *Aquilegia pubescens*. Proc. R. Soc. Lond. B 266, 2247 – 2252
- Material C: Campbell, N. A (1997). Biologie. Spektrum Akademischer Verlag. S. 489
- Material D: Abbildungen 3 und 4 verändert nach: Whittall, J. B., Hodges, S. A. (2007). Pollinator shifts drive increasingly long nectar spurs in columbine flowers. Nature 447, 706 – 709

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

- Anhäuser, M. (2007). Auf die Länge kommt es an. Süddeutsche Zeitung, Wissenschaft S. 19, 8. Juni 2007. <http://www.redaktion-wissen.de/texte2007/bluetenkelch.html> (20.03.2010)
- Sengbusch, P. v. (2003). Botanik online: Evolution: Isolation und Fortpflanzung – Präzygotische Isolation. <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d38/38a.htm> (20.03.2010)

4. Bezüge zu den Vorgaben 2011

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i> Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen evolutiver Veränderung <ul style="list-style-type: none"> – Genotypische Variabilität von Populationen (keine Modellberechnungen) • Art und Artbildung • Evolutionshinweise und Evolutionstheorie <ul style="list-style-type: none"> – Rezente und paläontologische Hinweise • Vergleich und Beurteilung der Ergebnisse unterschiedlicher Analysemethoden • Synthetische Evolutionstheorie <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe I.1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	vergleicht <i>A. formosa</i> und <i>A. pubescens</i> in Bezug auf Vorkommen , sinngemäß: <ul style="list-style-type: none"> • Beide Formen kommen in der südlichen Sierra Nevada vor, während nur <i>A. formosa</i> in der nördlichen Sierra Nevada vorkommt. • Die Formen kommen in überlappenden Höhenlagen vor: <i>A. formosa</i> unterhalb von 3000 m und <i>A. pubescens</i> oberhalb von 2700 m Höhe. • <i>A. formosa</i> bevorzugt warme, sonnenexponierte und feuchte Standorte, während <i>A. pubescens</i> kalte, schattige und trockene Standorte bevorzugt. 	5

2	<p>vergleicht <i>A. formosa</i> und <i>A. pubescens</i> in Bezug auf Blüte, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>A. formosa</i> besitzt nickend-hängende Blüten mit relativ kurzen Spornen von 10 – 17 mm Länge. Dagegen besitzt <i>A. pubescens</i> aufrechte Blüten mit auffallend langen Spornen (29 – 37 mm lang). • Sporne und Kelchblätter von <i>A. formosa</i> sind rot und in der Dämmerung nur aus der Nähe zu erkennen, wohingegen die blassgelben bis weißen Blüten von <i>A. pubescens</i> auch bei Dämmerung weithin sichtbar sind. • <i>A. formosa</i> blüht von Juni – Juli, <i>A. pubescens</i> von Juli – August. Die Blütezeit überlappt sich also im Juli. 	5
3	<p>vergleicht die beiden Formen <i>A. formosa</i> und <i>A. pubescens</i> in Bezug auf Bestäuber, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>A. formosa</i> wird bevorzugt von tagaktiven Kolibris und <i>A. pubescens</i> bevorzugt von dämmerungsaktiven Hummelschwärmern bestäubt. • Beide Arten werden selten auch von Hummeln bestäubt. • Sehr selten erfolgen auch Besuche von Kolibris an <i>A. pubescens</i>. Hummelschwärmer tauchen nie als Bestäuber von <i>A. formosa</i> auf. 	5
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe I. 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>ermittelt Einschränkungen des Genflusses zwischen <i>A. formosa</i> und <i>A. pubescens</i> anhand von Material A und B, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedingt durch unterschiedliche Blütenformen, verschiedene Standorte, unterschiedliches Verhalten der Bestäuber (tag-/nachtaktiv), teilweise verschiedene Blütezeiten (Juli bis August bzw. Juni bis Juli) sind <i>A. formosa</i> und <i>A. pubescens</i> weitgehend voneinander genetisch isoliert, so dass ein Genfluss im Regelfall nicht auftritt. 	5
2	<p>ermittelt Möglichkeiten des Genflusses zwischen <i>A. formosa</i> und <i>A. pubescens</i> anhand von Material A und B, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hummeln bestäuben in seltenen Fällen beide Arten und Kolibris besuchen selten auch <i>A. pubescens</i>. • Die Blütezeiten überschneiden sich im Juli. 	5
3	<p>erörtert unter Berücksichtigung der beiden Artbegriffe (Material C), ob <i>A. formosa</i> und <i>A. pubescens</i> zwei verschiedene Arten darstellen, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Da sehr große morphologische Unterschiede zwischen den Formen bestehen, handelt es sich nach dem morphologischen Artbegriff um unterschiedliche Arten. • Nach dem biologischen Artbegriff handelt es sich aber um Rassen einer Art: Der Artbildungsprozess ist noch nicht abgeschlossen, auch wenn die beiden Formen schon als unterschiedliche Arten bezeichnet werden: Genfluss ist nicht völlig unterbrochen, Hybridisierungen kommen noch vor, bei Kreuzungen im Labor entstehen fruchtbare, lebensfähige Hybriden. 	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe I.3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>beschreibt das Modell nach der Theorie von Darwin (Abbildung 3) zur evolutionären Entwicklung von Blüte und Bestäuber, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In den Populationen treten Variationen der Rüssellängen bei Bestäubern und der Nektarsporne der Blüten auf. • Bei Blüten mit längeren Nektarsporen haben Bestäuber mit längeren Rüsseln den größten Erfolg beim Nektarsammeln (Selektion). • Bei Pflanzen mit längeren Sporen müssen Bestäuber tiefer in den Sporn eindringen, um an den Nektar zu gelangen. Mit ihrem Körper tragen sie mehr Pollen davon. Das führt zu einem größeren Reproduktionserfolg der Blüte. • Bestäuber mit längerem Rüssel haben bei Pflanzen mit langem Sporn eine höhere Fortpflanzungsrate. 	7
2	<p>beschreibt das Modell zur evolutionären Entwicklung der Blüte und Bestäuber nach Whittall und Hodges (Abbildung 4), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusätzlich zum Ursprungsbestäuber (kurzer Rüssel) taucht ein zweiter, nicht-verwandter Bestäuber mit längerem Rüssel auf und fliegt die Blüten an. • Die Blüten mit längerem Sporn haben – bei dem Bestäuber mit langem Rüssel – einen Selektionsvorteil. Eine aufspaltende Selektion wirkt in Richtung längerem Sporn bei einem Teil der Pflanzen. • Die Ursprungsbestäuber mit kürzerem Rüssel bestäuben weiter die Blüten mit kürzerem Sporn – an Blüten mit langem Sporn erreichen sie den Nektar nicht und suchen diese deshalb nicht auf. • Bei einem Teil der Pflanzen bleiben also die kürzeren Sporne erhalten. 	7
3	<p>vergleicht die beiden Modelle, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In Darwins Modell sind Sporn- und Rüssellänge das Ergebnis eines ständigen Zusammenspiels von Variation und Selektion zwischen Bestäuber und Blüte. • Im Modell des Bestäuberwechsels sind die unterschiedlichen Blütenformen das Ergebnis einer einseitigen Anpasstheit der Blütenform (als Ergebnis von Variation und Selektion) an unterschiedliche Bestäuber. 	5
4	<p>diskutiert, inwiefern die Modelle zur Erklärung der Entstehung der Nektarsporne der Akeleiblüten herangezogen werden können, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Für eine einzelne Akelei-Art kann das Darwinsche Modell die Evolution bestimmter Blütenmerkmale (wie der extremen Nektarsporne) einer Art erklären (als Ergebnis von Variation und Selektion). • Die Evolution sehr unterschiedlicher, neuer Blütenformen und -arten (z. B. bei <i>A. formosa</i> und <i>A. pubescens</i>) innerhalb einer Gattung lässt sich besser mit einer Reaktion auf neue, zur Verfügung stehende Bestäuber erklären (disruptive Evolution). 	6
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
	<ul style="list-style-type: none"> • führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus. • strukturiert seine Darstellung sachgerecht. • verwendet eine differenzierte und präzise Sprache. • gestaltet seine Arbeit formal ansprechend. 	6

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe I.1

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	vergleicht A. formosa ...	5			
2	vergleicht A. formosa ...	5			
3	vergleicht die beiden ...	5			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe I.1 Teilaufgabe	15			

Teilaufgabe I.2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	ermittelt Einschränkungen des ...	5			
2	ermittelt Möglichkeiten des ...	5			
3	erörtert unter Berücksichtigung ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe I.2 Teilaufgabe	14			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe I.3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	beschreibt das Modell ...	7			
2	beschreibt das Modell ...	7			
3	vergleicht die beiden ...	5			
4	diskutiert, inwiefern die ...	6			
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe I.3 Teilaufgabe	25			
	Summe der I.1, I.2 und I.3 Teilaufgabe	54			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
	<ul style="list-style-type: none"> • führt seine Gedanken ... • strukturiert seine Darstellung ... • verwendet eine differenzierte ... • gestaltet seine Arbeit ... 	6			
	Summe Darstellungsleistung	6			

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	60			
--	---	-----------	--	--	--

Festlegung der Gesamtnote (Bitte nur bei der letzten bearbeiteten Aufgabe ausfüllen.)

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	60			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	60			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	120			
aus der Punktzahl resultierende Note				
Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST				
Paraphe				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsummen aus EK und ZK: _____

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: _____

Die Klausur wird abschließend mit der Note: _____ (____ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	120 – 114
sehr gut	14	113 – 108
sehr gut minus	13	107 – 102
gut plus	12	101 – 96
gut	11	95 – 90
gut minus	10	89 – 84
befriedigend plus	9	83 – 78
befriedigend	8	77 – 72
befriedigend minus	7	71 – 66
ausreichend plus	6	65 – 60
ausreichend	5	59 – 54
ausreichend minus	4	53 – 47
mangelhaft plus	3	46 – 39
mangelhaft	2	38 – 32
mangelhaft minus	1	31 – 24
ungenügend	0	23 – 0



Name: _____

Abiturprüfung 2011

Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Vererbung der Hautfarbe beim Menschen

- II.1 Beschreiben Sie den Syntheseweg der Melanine (Material A, Abbildung 1) und leiten Sie mögliche Folgen von Mutationen der Gene X, Y und Z ab. (14 Punkte)
- II.2 Beschreiben und erläutern Sie die Mutationen, die bei den drei Patienten mit Albinismus in einem Abschnitt der mRNA nachgewiesen wurden (Material B, Tabelle 1; Material D), sowie deren Folgen anhand der angegebenen Sequenzen. Erläutern Sie am Beispiel der vorliegenden Ausschnitte aus der mRNA-Basensequenz der Tyrosinase mithilfe von Material D allgemeine Merkmale des genetischen Codes. (24 Punkte)
- II.3 Ermitteln Sie für die Personen Nr. 1 – 11 in dem in Abbildung 2 (Material C) dargestellten Familienstammbaum die möglichen Genotypen in Bezug auf die Kontrollgene A, a und B, b und analysieren Sie am Beispiel der Vererbung des Hautfarbtyps den hier vorliegenden Vererbungsmodus. Leiten Sie aus den Genotypen die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten der verschiedenen Phänotypen für die Nachkommen der Personen Nr. 5 und Nr. 6 ab. (16 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Material A: Der Syntheseweg der Melanine

Melanine sind Farbstoffe, die in Haut, Haare und Iris eingelagert werden. Die Synthese der Melanine erfolgt in speziellen Hautzellen, den Melanozyten, und beginnt mit der Aminosäure Tyrosin. Die natürlichen Haut- und Haarfarben des Menschen werden von nur zwei Varianten des Melanins erzeugt: dem gelb-roten Phaeomelanin und dem dunkelbraun bis schwarzen Eumelanin. Eumelanin ist aufgebaut aus miteinander verknüpften Indolchinson-Molekülen. Werden sehr viele Moleküle Indolchinson verbunden (polymerisiert), so erscheint dieser Farbstoff schwarz.

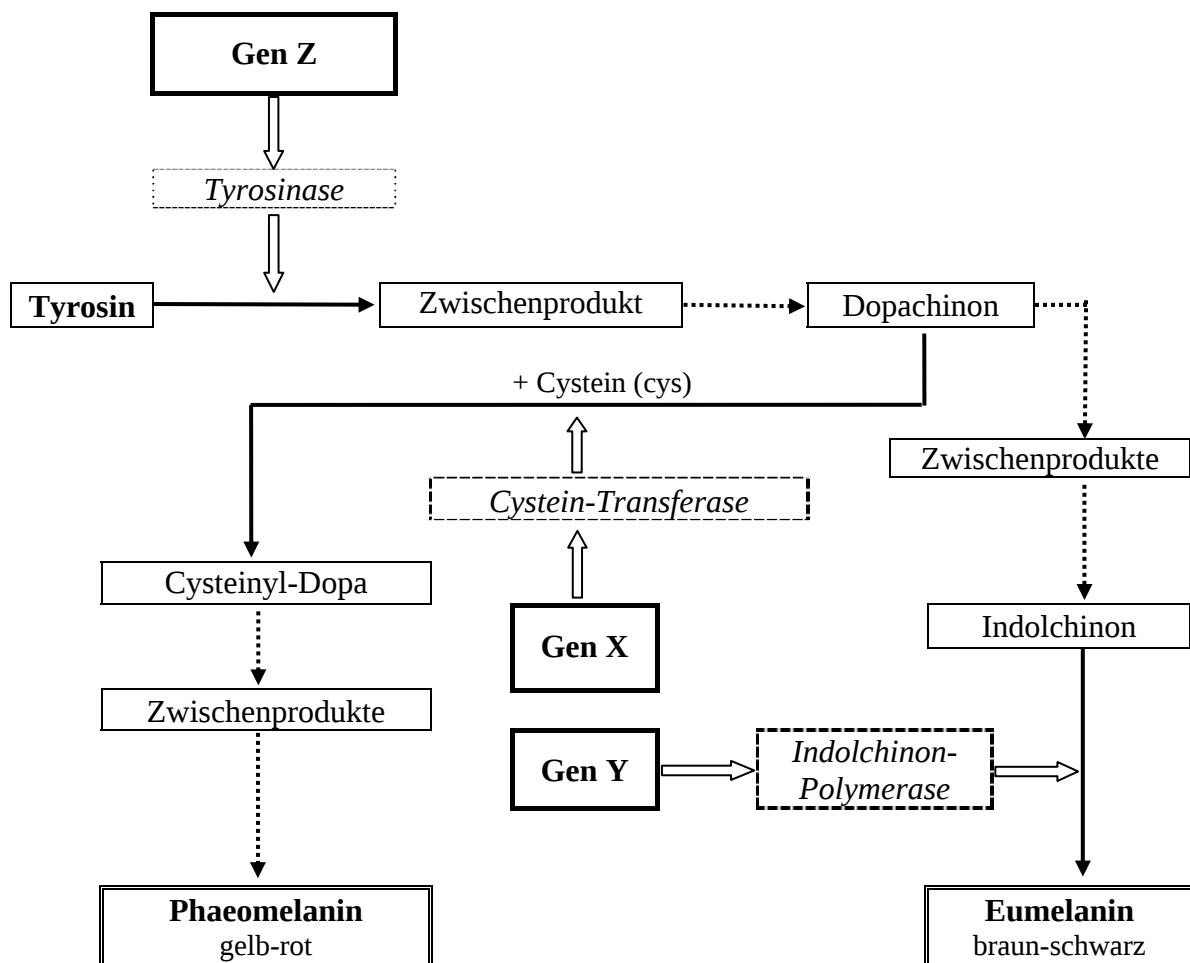


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Melaninsynthese

- > Aus dem Ausgangsstoff entsteht ein Endprodukt
-> Stoffwechselweg mit weiteren, hier nicht dargestellten Stationen



Name: _____

Material B: Ergebnisse der DNA-Sequenzierung bei Menschen mit der Stoffwechselkrankheit Albinismus

Albinismus ist eine vererbte Stoffwechselkrankheit, die zu einer Störung der Melanin-Produktion führt. Albinos besitzen keine Melanine, ihre Haut bleibt weiß, ihr Haar ist weiß-blond, auch die Iris enthält keine Melanine und erscheint deshalb rötlich.

Das dafür verantwortliche Gen ist beim Menschen auf Chromosom 11 lokalisiert und codiert das Enzym Tyrosinase, ein Protein aus 529 Aminosäuren. Für 176 Personen mit dem klinischen Bild des Albinismus wurden an der Universität Lübeck die Sequenzen der Tyrosinase-mRNA bestimmt und mit der Sequenz normalpigmentierter Personen verglichen. Die folgenden Fallbeispiele zeigen drei Ausschnitte aus der mRNA-Basensequenz von normal pigmentierten Menschen und Albinos:

Tabelle 1: Basensequenz der Tyrosinase-mRNA (Ausschnitte) und Mutationen bei drei Personen mit Albinismus (Fallbeispiele 1, 2 und 3)

Ausschnitte aus der Basensequenz der Tyrosinase-mRNA (Mensch)	
1	5'... ACA GAG AGA CGA CUC UUG GUG ... 3' (normale Pigmentierung) 113 114 115 116 117 118 119
	5'... ACA GAG AGA UGA CUC UUG GUG ... 3' (Albino)
2	5'... GAU UUU GCC CAU GAA GCA CCA ... 3' (normale Pigmentierung) 199 200 201 202 203 204 205
	5'... GAU UUU GCC AUG AAG CAC CAG ...3' (Albino)
3	5'... GGG AUA GCG GAU GCC UCU ... 3' (normale Pigmentierung) 353 354 355 356 357 358
	5'... GGG AUA CCG GAU GCC UCU ... 3' (Albino)

Material C: Die Hautfarbe wird polygen vererbt

Bei der Vererbung der Hautfarbe sind zahlreiche Gene an der Ausprägung des Merkmals beteiligt. So gibt es außer den Genen, die die Enzyme für die Synthese von Eumelanin und Phaeomelanin codieren, noch mindestens zwei weitere Allelpaare, die gleichgewichtig bestimmen, *wie viel* Farbstoff pro Zelle hergestellt wird. Diese Kontrollgene A, a, B und b legen die Konzentration der Melanine in den Hautzellen fest. Die Allele A/a und B/b liegen auf unterschiedlichen Autosomen.

Tabelle 2: Übersicht über die Allelpaare, die die Melaninmenge steuern

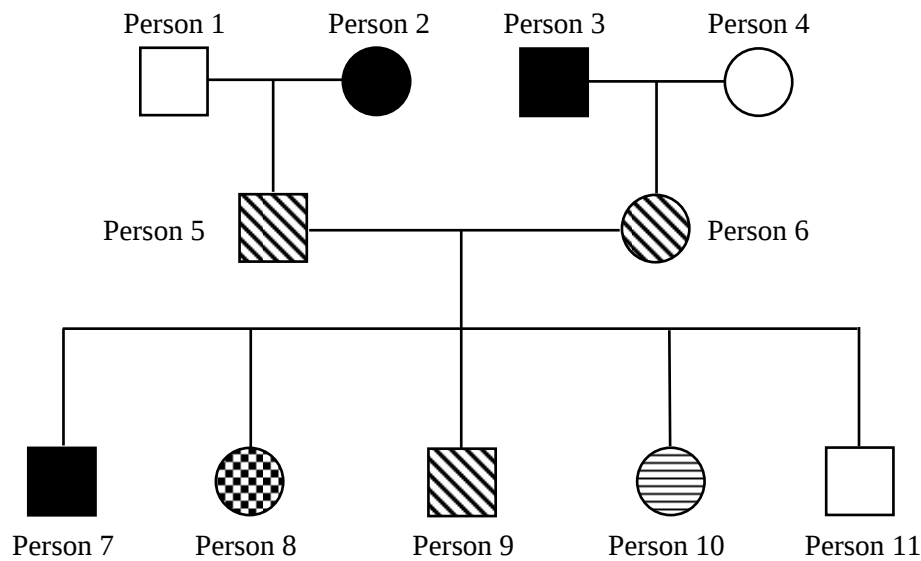
Allele	Wirkung
A	Synthese von viel Melanin
a	Synthese von wenig Melanin
B	Synthese von viel Melanin
b	Synthese von wenig Melanin



Name: _____

In einem vereinfachten Modell werden beim Menschen fünf unterschiedliche Phänotypen der Haut unterschieden und den Farbtypen 1 – 5 zugeordnet. Die Melaninkonzentration nimmt von 1 (maximale Melaninmenge) nach 5 (sehr geringe Melaninmenge) gleichmäßig ab.

Der folgende Familienstammbaum zeigt exemplarisch die Vererbung der Hautfarbe beim Menschen unter der vereinfachenden Annahme, dass zwei Allelpaare (A/a; B/b) den Phänotyp bestimmen:



Hautfarbtypen und Stammbaumsymbolik:

- Hautfarbtyp 1 schwarz
- ▣ Hautfarbtyp 2 dunkelbraun
- ▤ Hautfarbtyp 3 braun
- ▥ Hautfarbtyp 4 hellbraun
- Hautfarbtyp 5 weiß

also z. B.:

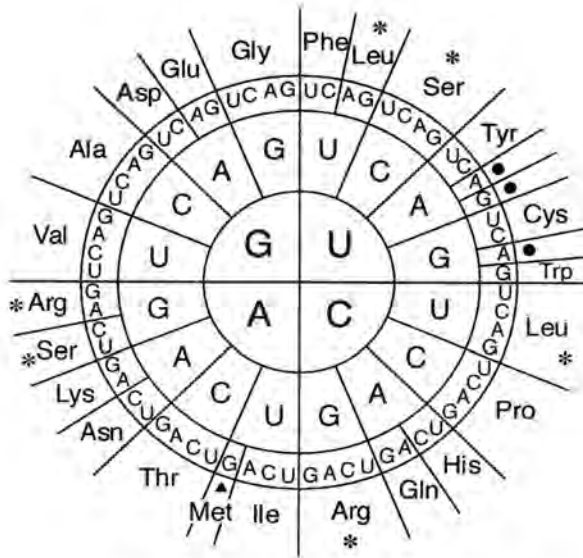
- ◐ Frau mit Farbtyp 2, dunkelbraun
- ▤ Mann mit Farbtyp 3, braun

Abbildung 2: Familienstammbaum zur Vererbung der Hautfarbe beim Menschen; zwei Allelpaare bestimmen die Melaninmenge für die Farbtypen 1 – 5



Name: _____

Material D: Codesonne und Tabelle zum genetischen Code



- | | |
|-------------------|--------------------|
| Ala Alanin | Arg Arginin |
| Asn Asparagin | Asp Asparaginsäure |
| Cys Cystein | Gln Glutamin |
| Glu Glutaminsäure | Gly Glycin |
| His Histidin | Ile Isoleucin |
| Leu Leucin | Lys Lysin |
| Met Methionin | Phe Phenylalanin |
| Pro Prolin | Ser Serin |
| Thr Threonin | Trp Tryptophan |
| Tyr Tyrosin | Val Valin |

- * zweimal auftretende Aminosäure
- Stopp-Codon
- ▲ Start-Codon

Erste Base	Zweite Base				Dritte Base
	U	C	A	G	
5'					3'
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	Stopp	Stopp	A
	Leu	Ser	Stopp	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	Met (Start)	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2011

Biologie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Vererbung der Hautfarbe beim Menschen

- II.1 Beschreiben Sie den Syntheseweg der Melanine (Material A, Abbildung 1) und leiten Sie mögliche Folgen von Mutationen der Gene X, Y und Z ab. (14 Punkte)
- II.2 Beschreiben und erläutern Sie die Mutationen, die bei den drei Patienten mit Albinismus in einem Abschnitt der mRNA nachgewiesen wurden (Material B, Tabelle 1; Material D), sowie deren Folgen anhand der angegebenen Sequenzen. Erläutern Sie am Beispiel der vorliegenden Ausschnitte aus der mRNA-Basensequenz der Tyrosinase mithilfe von Material D allgemeine Merkmale des genetischen Codes. (24 Punkte)
- II.3 Ermitteln Sie für die Personen Nr. 1 – 11 in dem in Abbildung 2 (Material C) dargestellten Familienstammbaum die möglichen Genotypen in Bezug auf die Kontrollgene A, a und B, b und analysieren Sie am Beispiel der Vererbung des Hautfarbtyps den hier vorliegenden Vererbungsmodus. Leiten Sie aus den Genotypen die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten der verschiedenen Phänotypen für die Nachkommen der Personen Nr. 5 und Nr. 6 ab. (16 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Kaufmann, M. (2006). Albinismus: Das Tyrosinase-Gen in 78 Variationen. Diss. Hum. Gen. Inst. Lübeck, 36 – 43; 58 – 60
- Sulem, P. et al. (2007). Genetic determinants of hair, eye and skin pigmentation in Europeans. Nat Genet. 39 (12), 1443-52
- Lin, J., Fisher, D. E. (2007). Melanocyte biology and skin pigmentation. Nature 445, 843 – 850

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zu den Vorgaben 2011

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i> Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molekulare Grundlagen der Vererbung und Entwicklungssteuerung <ul style="list-style-type: none"> – Replikation, Proteinbiosynthese bei Eukaryonten, Mutationen • Aspekte der Cytogenetik mit humanbiologischem Bezug <ul style="list-style-type: none"> – Stammbaumanalyse und Erbgänge in der humangenetischen Beratung <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe II.1

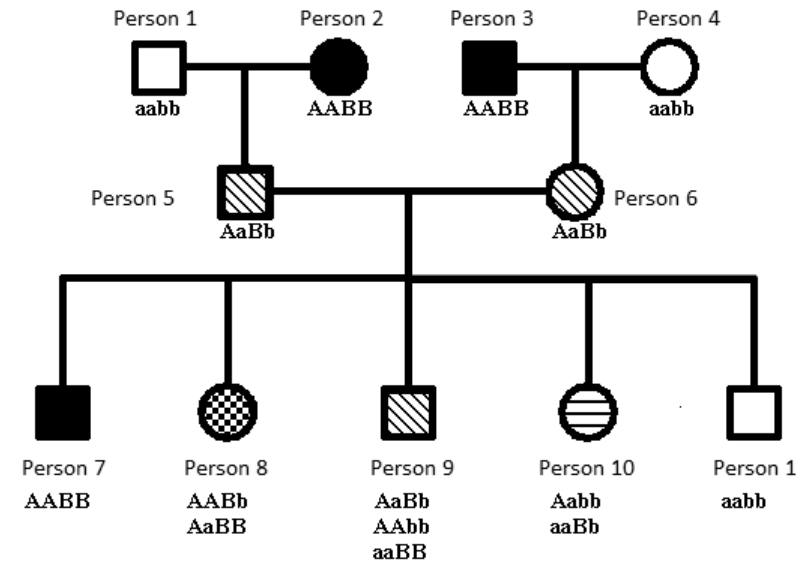
	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>beschreibt den Syntheseweg der Melanine, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Aminosäure Tyrosin wird in ein Zwischenprodukt umgewandelt, aus dem Dopachinon entsteht. • Diesen ersten Reaktionsschritt katalysiert das Enzym Tyrosinase. • Anschließend verzweigt sich der Syntheseweg: • Weg 1: Das Enzym Cystein-Transferase verbindet Dopachinon mit der Aminosäure Cystein zu Cysteinyl-Dopa. Daraus wird über weitere Stationen am Ende gelb-rotes Phaeomelanin gebildet. • Weg 2: Auf diesem Weg wird Dopachinon schrittweise in Indolchinon umgewandelt. Mehrere Moleküle Indolchinon werden durch das Enzym Indolchinon-Polymerase zum schwarz-braunen Eumelanin verknüpft. 	8
2	<p>leitet mögliche Folgen von Mutationen der Gene X, Y und Z ab, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mutation im Gen X: Das Gen X codiert das Enzym Cystein-Transferase; verliert es seine Funktion, kann Cysteinyl-Dopa und damit auch der gelb-rote Farbstoff Phaeomelanin nicht mehr hergestellt werden. Eumelanin kann auch weiterhin synthetisiert werden. • Mutation im Gen Y: Das Gen Y codiert das Enzym Indolchinon-Polymerase; fällt es aus, kann kein schwarz-braunes Eumelanin mehr hergestellt werden, es erfolgt nur die Synthese von gelb-rottem Phaeomelanin. • Mutation im Gen Z: Das Gen Z codiert das Enzym Tyrosinase; verliert es seine Funktion, kann das Zwischenprodukt und daraus Dopachinon nicht mehr hergestellt werden. Dopachinon ist die Ausgangssubstanz für beide Stoffwechselwege, fehlt dieser Stoff, können beide Prozesse zur Produktion von Phaeomelanin und Eumelanin nicht mehr ablaufen, deshalb fehlen <i>beide</i> Farbstoffe. 	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe II.2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>beschreibt die Mutationen, die bei den drei Patienten mit Albinismus am Beispiel eines Ausschnitts der mRNA nachgewiesen wurden, sowie deren Folgen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fall 1: Im Triplet Nr. 116 tritt an die Stelle des Triplets CGA (Arg) das Stopp-Codon UGA: statt der Aminosäuresequenz ... Thr – Glu – Arg – Arg – Leu – Leu – Val ... 113 114 115 116 117 118 119 ergibt sich hier: ... Thr – Glu – Arg – STOPP ----- 113 114 115 116 117 118 119 • Fall 2: Die Base Cytosin an der 1. Stelle des Triplets Nr. 202 ist ausgefallen, so dass statt der Aminosäuresequenz ... Asp – Phe – Ala – His – Glu – Ala – Pro ... 199 200 201 202 203 204 205 ... Asp – Phe – Ala – Met – Lys – His – Gln ... codiert wird. 199 200 201 202 203 204 205 • Fall 3: Nach der Veränderung in der 1. Stelle des Triplets Nr. 355 ersetzt Prolin im Enzym Tyrosinase die Aminosäure Alanin. ... Gly – Ile – Pro – Asp – Ala – Ser ... 353 354 355 356 357 358 	8
2	<p>erläutert die Mutationen, die bei den drei Patienten mit Albinismus in einem Abschnitt der mRNA nachgewiesen wurden, sowie deren Folgen anhand der angegebenen Sequenzen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fall 1: <i>Basenaustausch, Nonsense-Mutation</i> (auch akzeptiert: <i>Punktmutation</i>): Die Synthese der Tyrosinase bricht vorzeitig ab, es wird nur ein kurzes Fragment des Proteins hergestellt. Die Tyrosinase ist funktionsunfähig. • Fall 2: Die <i>Deletion</i> der Base Cytosin führt zu einer <i>Rastermutation</i>: alle Triplets nach dem Einschub codieren ab Position 202 andere Aminosäuren. Die Tyrosinase ist funktionsunfähig. • Fall 3: <i>Basenaustausch, Punktmutation</i>: Der einzelne Aminosäureaustausch hat offensichtlich große Auswirkungen auf die Proteinstruktur, da auch er zur Funktionsunfähigkeit der Tyrosinase führt. <p>In allen drei Fallbeispielen führen die vorgestellten Mutationen zum Funktionsverlust des Enzyms, so dass weder Phaeomelanin noch Eumelanin hergestellt werden können.</p>	8

3	<p>erläutert am Beispiel der vorliegenden Ausschnitte aus der mRNA-Basensequenz der Tyrosinase mit Hilfe der Codesonne allgemeine Merkmale des genetischen Codes, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der genetische Code ist ein Triplet-Code: ein Triplet aus drei von vier Basen codiert jeweils eine Aminosäure: ACAGAGAGA... → Thr – Glu – Arg. • Der Code besitzt keine Pausen (auch akzeptiert: kommafrei, keine Leerzeichen). • Der Code zeigt keine Überlappungen. • Der Code ist degeneriert (redundant): 61 Triplets codieren nur 20 Aminosäuren, so dass etliche Aminosäuren durch mehrere Triplets bestimmt werden: z. B. codieren die Triplets AGA (Nr. 115) und CGA (Nr. 116) beide die Aminosäure Arginin. • Der Code besitzt Stopp-Zeichen: drei Stopp-Codons (Nonsense-Codons) wie z. B. UGA (Beispiel 1, Nr.116) codieren keine Aminosäure, sondern bestimmen das Ende der Translation. • Der genetische Code ist universell, d. h. für alle Lebewesen gleich. <p>(Es werden vier Merkmale erwartet.)</p>	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe II.3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>ermittelt für die Personen Nr. 1 – 11 in dem dargestellten Stammbaum die möglichen Genotypen in Bezug auf die Kontrollgene A, a und B, b, z. B.:</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Personen 2, 3 und 7: Genotyp AABB: Phänotyp Hautfarbe schwarz (Farbtyp 1) • Person 8: Genotyp AABb oder AaBB: Phänotyp Hautfarbe dunkelbraun (Farbtyp 2) • Personen 5, 6 und 9: Genotyp AaBb, AAbb oder aaBB): Phänotyp Hautfarbe braun (Farbtyp 3) • Person 10: Genotyp (Aabb, aaBb): Phänotyp Hautfarbe hellbraun (Farbtyp 4) • Personen 1, 4 und 11: kein Allel A oder B, Genotyp aabb: minimale Melaninkonzentration, Phänotyp Hautfarbe weiß (Farbtyp 5). 	6

2	<p>analysiert am Beispiel der Vererbung des Hautfarbtyps den hier vorliegenden Vererbungsmodus, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Wirkung der Gene addiert sich: zwei Allelpaare bestimmen die Melaninkonzentration (additive Polygenie). • Da die beiden unterschiedlichen Allele A und a sowie B und b im heterozygoten Zustand gleich stark den Phänotyp bestimmen, handelt es sich um unvollständige Dominanz (auch akzeptiert: Kodominanz). • Je häufiger die Gene A und B im Genotyp auftreten, umso größer ist die in die Haut eingelagerte Melaninmenge. • Eine maximale Melaninkonzentration wird damit durch den Genotyp AABB bestimmt, eine minimale Melaninmenge durch aabb. • Sind die Eltern homozygot und ein Elternteil besitzt schwarze Haut (Genotyp AABB), der andere weiße Haut (Genotyp aabb), so haben alle Kinder braune Haut (Genotyp AaBb). 	5																									
3	<p>leitet die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten der verschiedenen Phänotypen unter Berücksichtigung der Genotypen der Eltern für die Nachkommen der Personen Nr. 5 und Nr. 6 ab, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Keimzellen (Gameten) der Personen Nr. 5 und Nr. 6 enthalten jeweils entweder die Allele AB, Ab, aB oder ab. • Die Zygote enthält die Kombination der Allele der beiden Gameten: <table border="1" data-bbox="451 896 1161 1223"> <tr> <td style="text-align: center;">♂ \ ♀</td> <td style="text-align: center;">AB</td> <td style="text-align: center;">Ab</td> <td style="text-align: center;">aB</td> <td style="text-align: center;">ab</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">AB</td> <td style="text-align: center;">AABB schwarz</td> <td style="text-align: center;">AABb dunkelbraun</td> <td style="text-align: center;">AaBB dunkelbraun</td> <td style="text-align: center;">AaBb braun</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ab</td> <td style="text-align: center;">AABb dunkelbraun</td> <td style="text-align: center;">AAbb braun</td> <td style="text-align: center;">AaBb braun</td> <td style="text-align: center;">Aabb hellbraun</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">aB</td> <td style="text-align: center;">AaBB dunkelbraun</td> <td style="text-align: center;">AaBb braun</td> <td style="text-align: center;">aaBB braun</td> <td style="text-align: center;">aaBb hellbraun</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ab</td> <td style="text-align: center;">AaBb braun</td> <td style="text-align: center;">Aabb hellbraun</td> <td style="text-align: center;">aaBb hellbraun</td> <td style="text-align: center;">aabb weiß</td> </tr> </table> <p>Die Wahrscheinlichkeit für die Ausprägung der Hautfarbtypen 1 – 5 ergibt: 1 (schwarz) : 4 (dunkelbraun) : 6 (braun) : 4 (hellbraun) : 1 (weiß) Die Wahrscheinlichkeit, dass die Personen Nr. 5 und Nr. 6 ein Kind mit schwarzer oder weißer Hautfarbe haben werden, ist also am geringsten; die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kind die gleiche Hautfarbe wie die Eltern ausprägt, ist am größten.</p>	♂ \ ♀	AB	Ab	aB	ab	AB	AABB schwarz	AABb dunkelbraun	AaBB dunkelbraun	AaBb braun	Ab	AABb dunkelbraun	AAbb braun	AaBb braun	Aabb hellbraun	aB	AaBB dunkelbraun	AaBb braun	aaBB braun	aaBb hellbraun	ab	AaBb braun	Aabb hellbraun	aaBb hellbraun	aabb weiß	5
♂ \ ♀	AB	Ab	aB	ab																							
AB	AABB schwarz	AABb dunkelbraun	AaBB dunkelbraun	AaBb braun																							
Ab	AABb dunkelbraun	AAbb braun	AaBb braun	Aabb hellbraun																							
aB	AaBB dunkelbraun	AaBb braun	aaBB braun	aaBb hellbraun																							
ab	AaBb braun	Aabb hellbraun	aaBb hellbraun	aabb weiß																							
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)																										

b) Darstellungsleistung

	<p>Anforderungen</p> <p style="text-align: center;">Der Prüfling</p>	<p>maximal erreichbare Punktzahl</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus. • strukturiert seine Darstellung sachgerecht. • verwendet eine differenzierte und präzise Sprache. • gestaltet seine Arbeit formal ansprechend. 	<p>6</p>

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe II.1

Anforderungen		Lösungsqualität			
Der Prüfling		maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	beschreibt den Syntheseweg ...	8			
2	leitet mögliche Folgen ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe II.1 Teilaufgabe		14			

Teilaufgabe II.2

Anforderungen		Lösungsqualität			
Der Prüfling		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	beschreibt die Mutationen ...	8			
2	erläutert die Mutationen ...	8			
3	erläutert am Beispiel ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe II.2 Teilaufgabe		24			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe II.3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	ermittelt für die ...	6			
2	analysiert am Beispiel ...	5			
3	leitet die Wahrscheinlichkeiten ...	5			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe II.3 Teilaufgabe	16			
	Summe der II.1, II.2 und II.3 Teilaufgabe	54			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
	<ul style="list-style-type: none"> • führt seine Gedanken ... • strukturiert seine Darstellung ... • verwendet eine differenzierte ... • gestaltet seine Arbeit ... 	6			
	Summe Darstellungsleistung	6			

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	60			
--	---	-----------	--	--	--

Festlegung der Gesamtnote (Bitte nur bei der letzten bearbeiteten Aufgabe ausfüllen.)

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Übertrag der Punktschme aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	60			
Übertrag der Punktschme aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	60			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	120			
aus der Punktschme resultierende Note				
Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST				
Paraphe				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsommen aus EK und ZK: _____

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: _____

Die Klausur wird abschließend mit der Note: _____ (____ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	120 – 114
sehr gut	14	113 – 108
sehr gut minus	13	107 – 102
gut plus	12	101 – 96
gut	11	95 – 90
gut minus	10	89 – 84
befriedigend plus	9	83 – 78
befriedigend	8	77 – 72
befriedigend minus	7	71 – 66
ausreichend plus	6	65 – 60
ausreichend	5	59 – 54
ausreichend minus	4	53 – 47
mangelhaft plus	3	46 – 39
mangelhaft	2	38 – 32
mangelhaft minus	1	31 – 24
ungenügend	0	23 – 0



Name: _____

Abiturprüfung 2011

Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Die europäische Forelle in Neuseeland

- III.1 Vergleichen Sie die Kennzeichen der europäischen Forellen und der Galaxien sowie deren ökologische Nischen (Material A). Fassen Sie die Ergebnisse der Standortuntersuchungen zusammen und interpretieren Sie die Befunde in Bezug auf die interspezifischen Beziehungen (Material B). *(22 Punkte)*
- III.2 Erläutern Sie die interspezifischen Beziehungen, in denen Algen, europäische Forellen, Galaxien und Nymphen untereinander stehen und skizzieren Sie zu den genannten Lebewesen ein Nahrungsnetz. Werten Sie die Versuche zum Fressverhalten von Wirbellosen (Material C) sowie die Untersuchungen zur Biomasse in Bezug auf die interspezifischen Wechselwirkungen aus (Material D). *(22 Punkte)*
- III.3 Beurteilen Sie die Einführung der europäischen Forelle in Neuseeland unter ökologischen sowie ökonomischen Gesichtspunkten und stellen Sie eine Hypothese zur weiteren Entwicklung des Ökosystems auf. *(10 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Material A: Informationen zu Forellen und Galaxien

Als beliebter Sport- und Speisefisch sind Forellen aus Europa ab 1867 in Neuseeland eingeführt worden, wo dauerhafte Populationen nun in vielen Bächen, Flüssen und Seen vorkommen. Vor allem von Anglern wird die europäische Forelle heutzutage als ein wertvoller Teil der Fauna betrachtet und bringt dem Land jährlich Millionen Dollar durch Fischereibetrieb und Angeltourismus.

Tiere, die durch den Menschen in andere Gebiete gebracht worden sind, bezeichnet man als Neozoen. Von hohem wissenschaftlichem Interesse sind die Auswirkungen der Ansiedlung von Neozoen auf heimische Arten.

Forellen:

Die Forelle (*Salmo trutta*) ist ursprünglich in Europa sowie in Teilen Nordafrikas und Westasiens verbreitet. Sie tritt in verschiedenen Lebensformen (Bachforelle, Seeforelle, Meerforelle) auf. Oft findet der Lebenszyklus in mehr als einem Habitat statt. Die Fortpflanzung erfolgt im Süßwasser, die Larval- und Jungfischphase durchlaufen die Fische in der Regel in Fließgewässeroberläufen und die Wachstums- sowie Adultphase in nahrungsreicheren, größeren Fließgewässern (Bachforelle), in Seen (Seeforelle) oder im Meer (Meerforelle).



Abbildung 1: Forelle (*Salmo trutta*)

Bachforellen werden bis zu ca. 60 cm lang und ca. 3 kg schwer und leben in kühlen, sauerstoffreichen Fließgewässern mit steinig-kiesigen Untergründen. Zum Laichen schwimmen sie stromaufwärts. Sie ernähren sich als Räuber hauptsächlich von Wirbellosen, kleinen Fischen und Jungfischen. Eine einzige kleine Forelle hat z. B. in einem Laboraquarium nachweislich 135 Galaxien-Jungfische an einem Tag konsumiert. Beim Beutefang sind Bachforellen auf visuelle Reize angewiesen.

Galaxien:

Zu der Familie der Galaxiidae zählen verschiedene Arten, die in Neuseeland vorkommen. Einige Galaxien wandern nicht und leben nur in Seen oder Fließgewässern, andere integrieren eine Meerwasserphase in ihren Lebenszyklus, pflanzen sich dann aber im Süßgewässer fort.

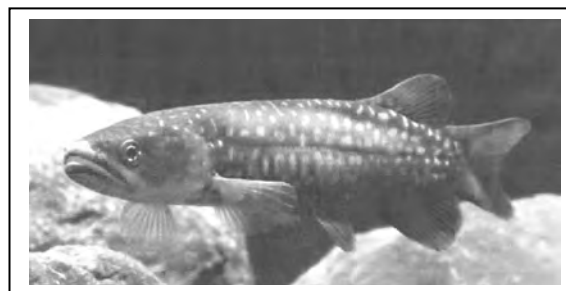


Abbildung 2: *Galaxias argenteus*

Die größte Art ist *Galaxias argenteus* (vgl. Abbildung 2) mit bis zu 45 cm und einem Gewicht von ca. 1 kg; andere Arten bleiben jedoch deutlich kleiner. Galaxien leben bevorzugt in kühlen, sauerstoffreichen Gewässern, wobei Beobachtungen zeigten, dass Gewässergründe mit Steinen und Kies bevorzugt werden. Sie ernähren sich vorwiegend von Wirbellosen und reagieren beim Beutefang auf mechanische Reize.



Name: _____

Material B: Verbreitung von Galaxien und Forellen am Taieri-Fluss

Im Rahmen einer Studie zur Verbreitung der Forellen und Galaxien in Neuseeland wurden 198 Standorte an drei Nebenarmen des Taieri-Flusses ausgewählt. Die dort vorkommenden einheimischen Galaxien leben stationär, die Forellen hingegen wandern flussaufwärts zum Laichen.

Tabelle 1: Standorttypen an 198 Standorten der Taieri-Nebenflüsse

nach Verbreitung von Forellen und Galaxien \ Standorttyp	Anzahl der Standorte	Anzahl der Wasserfälle flussabwärts bezogen auf den jeweiligen Standort (Mittelwert)	Höhe über dem Meeresspiegel (Mittelwert in Metern)	Anteil des aus Kieselsteinen bestehenden Flussbettes (Mittelwert in %)
keine Fische	54	4,37	339	15,8
nur Forellen	71	0,42	324	18,9
nur Galaxien	64	12,3	567	22,1
Forellen und Galaxien	9	0,0	481	46,7

Material C: Versuche zum Fressverhalten von Wirbellosen

Die Nymphen (Nymphen = frühe, nicht geschlechtsreife Entwicklungsstadien einiger Insekten) von Eintagsfliegen verschiedener Arten weiden im Allgemeinen mikroskopisch kleine Algen ab, die auf der Substratoberfläche in Wasserläufen leben. Zwischen den Weidegängen befinden sich die Tiere an der Unterseite der Steine. In einer Reihe von Versuchen wurde der Aktivitätsrhythmus von Nymphen unterschiedlicher Herkunft (Galaxienbach, Forellenbach) gemessen. Folgende Ergebnisse lieferten Experimente mit der Eintagsfliegen-Nymphe *Nesameletus ornatus* sowie mit *Deleatidium*-Eintagsfliegen-Nymphen in künstlich geschaffenen Wasserläufen (sogenannten „Durchflusskanälen“):

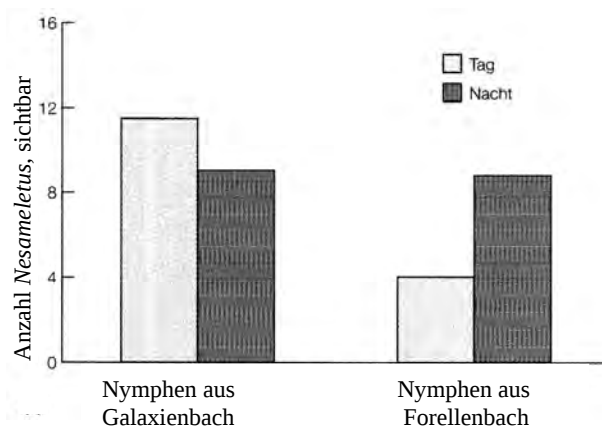


Abbildung 3a: Mittlere Anzahl von sichtbaren Eintagsfliegen-Nymphen der Art *Nesameletus ornatus*, die entweder aus Galaxienbächen oder aus Forellenbächen stammten. Sie wurden während des Tages und der Nacht beim Abweiden von Algen auf der Substratoberfläche von künstlichen Durchflusskanälen im Labor gefilmt. Die Daten wurden in Abwesenheit von Fischen erhoben.

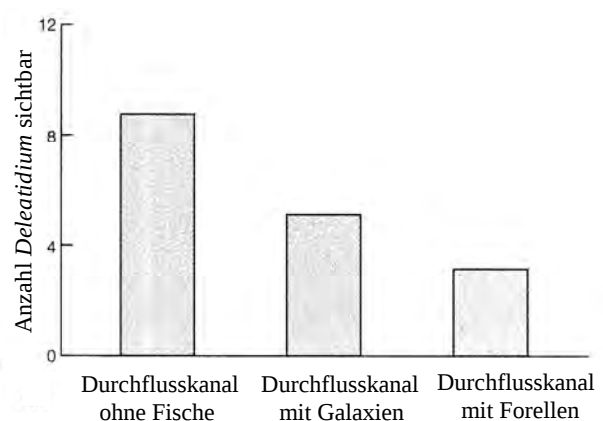


Abbildung 3b: Mittlere Anzahl an *Deleatidium* Eintagsfliegen-Nymphen, die am Nachmittag auf der Oberfläche von großen Kieselsteinen in künstlichen Durchflusskanälen beobachtet wurden. Die Durchflusskanäle wurden in echte Bäche eingesetzt und enthielten entweder keine Fische oder nur Galaxien oder nur Forellen.



Name: _____

Material D: Biomasse der Wirbellosen und Algen

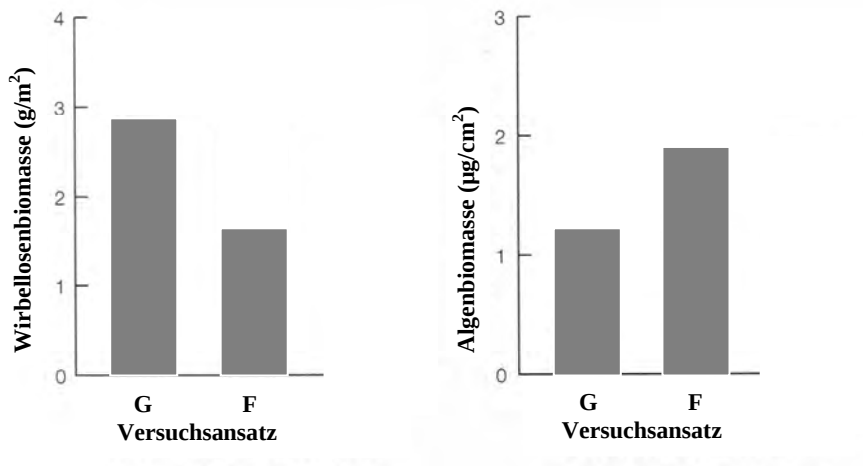


Abbildung 4: Biomasse der Wirbellosen und Biomasse der Algen pro Flächeneinheit aus Experimenten, die im Sommer in einem kleinen Bach in Neuseeland durchgeführt wurden.
Versuchsansätze: G = Galaxien anwesend; F = Forellen anwesend.

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2011

Biologie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Die europäische Forelle in Neuseeland

- III.1 Vergleichen Sie die Kennzeichen der europäischen Forellen und der Galaxien sowie deren ökologische Nischen (Material A). Fassen Sie die Ergebnisse der Standortuntersuchungen zusammen und interpretieren Sie die Befunde in Bezug auf die interspezifischen Beziehungen (Material B). (22 Punkte)
- III.2 Erläutern Sie die interspezifischen Beziehungen, in denen Algen, europäische Forellen, Galaxien und Nymphen untereinander stehen und skizzieren Sie zu den genannten Lebewesen ein Nahrungsnetz. Werten Sie die Versuche zum Fressverhalten von Wirbellosen (Material C) sowie die Untersuchungen zur Biomasse in Bezug auf die interspezifischen Wechselwirkungen aus (Material D). (22 Punkte)
- III.3 Beurteilen Sie die Einführung der europäischen Forelle in Neuseeland unter ökologischen sowie ökonomischen Gesichtspunkten und stellen Sie eine Hypothese zur weiteren Entwicklung des Ökosystems auf. (10 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Department of conservation, Wellington, New Zealand (2005). New Zealand large galaxiid recovery plan, 2003-13, Threatened Species Recovery Plan 53, 12 <http://www.doc.govt.nz/upload/documents/science-and-technical/TSRP53.pdf> (14.02.2010)
- Lexikon der Biologie in fünfzehn Bänden. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. R. Huber und Prof. Dr. H. Ziegler (2000). Siebter Band, Spektrum Akademischer Verlag, S. 99 f.
- Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Abteilung Naturschutz, Referat 42 (2010). Tierwelt: Europäische Forelle http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php?id=152780&_siteid=300 (14.02.2010)
- Rulé, Ch. et al. (2005). Die Seeforelle im Bodensee und seinen Zuflüssen: Biologie und Management. Österreichs Fischerei, Jahrgang 58/ 2005, S. 230 – 262
- Townsend, C. R. et al. (2003). Ökologie. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, S. 23 – 30

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

- Abbildung 1: Verband Deutscher Sportfischer, Referat für Öffentlichkeitsarbeit (2004)
http://images.google.de/imgres?imgurl=http://www.your-networld.de/Fisch_des_Jahres/2005/bachforelle.jpg&imgrefurl=http://www.your-networld.de/Fisch_des_Jahres/2005/2005.html&usg=__cX2RG6s90HKNMC2wexy2-q-tTQ4=&h=275&w=425&sz=60&hl=de&start=2&itbs=1&tbnid=AqTjHawl0gaemM:&tbnh=82&tbnw=126&prev=/images%3Fq%3Dbachforelle%26gbv%3D2%26hl%3Dde%26sa%3DG (14.02.2010)
- Abbildung 2: Department of conservation, Wellington, New Zealand (2005). S. 2
- Abbildungen 3a und 3b verändert nach: Townsend, C. R. et al. (2003). S. 24
- Abbildung 4 verändert nach: Townsend, C. R. et al. (2003). S. 27
- Tabelle 1 verändert nach: Townsend, C. R. et al. (2003). S. 25

4. Bezüge zu den Vorgaben 2011

1. Inhaltliche Schwerpunkte

Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung

- Umweltfaktoren, ökologische Nische
- Einfache Beziehungen zwischen Organismengruppen und abiotischen Habitatfaktoren
 - Anpassungen an Temperatur und Feuchtigkeit bei Tieren und Pflanzen
- Wechselbeziehungen, Populationsdynamik
 - Beziehungen zwischen Populationen: LOTKA-VOLTERRA-Regeln, Konkurrenz, Koexistenz
- Verflechtungen in Lebensgemeinschaften
 - Biomasseproduktion, Trophieebenen, Energiefluss
- Nachhaltige Nutzung und Erhaltung von Ökosystemen
 - nachhaltige Bewirtschaftung (chemische Schädlingsbekämpfung, biologischer Pflanzenschutz)

2. Medien/Materialien

- entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

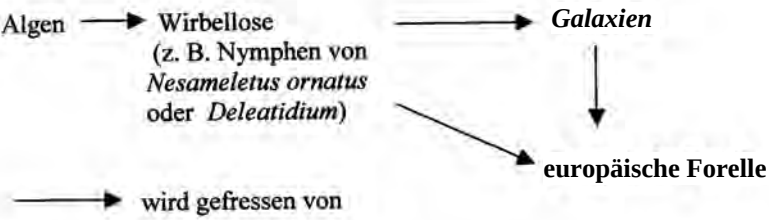
Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe III.1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>vergleicht die Kennzeichen der europäischen Forellen und der Galaxien sowie deren ökologische Nischen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vertreter beider Familien besiedeln unterschiedliche Habitats (Fließgewässer, Seen, Meer). • Alle Vertreter pflanzen sich im Süßwasser fort. • Es ergeben sich im Hinblick auf Körperform und -zeichnung Ähnlichkeiten (vgl. Abb. 1 und 2), Forellen sind jedoch größer und schwerer als Galaxien. • Galaxien und Forellen bevorzugen beide kühle, sauerstoffreiche Gewässer mit Gewässergründen aus Steinen oder Kies. • Galaxien und Forellen ernähren sich beide von Wirbellosen; Forellen zudem häufig von (Jung)fischen. • Galaxien und Forellen reagieren auf unterschiedliche Reize beim Beutefang (Forellen reagieren auf visuelle Reize, Galaxien auf mechanische). 	6
2	<p>fasst Ergebnisse der Standortuntersuchungen (Material B) zusammen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forellen und Galaxien treten selten gemeinsam an einem Standort auf. • Die Anzahl der Wasserfälle flussabwärts ist bei nur von Forellen besiedelten Standorten deutlich niedriger als bei nur von Galaxien besiedelten Standorten. • Ist der prozentuale Anteil des aus Kieselsteinen bestehenden Flussbettes relativ gering, kommen keine Fische vor. • Wenn Galaxien und Forellen gemeinsam vorkommen, sind es Standorte mittlerer Höhenlage, an denen es keine Wasserfälle flussabwärts gibt und an denen der prozentuale Anteil des aus Kieselsteinen bestehenden Flussbettes relativ hoch ist. 	6
3	<p>interpretiert die Befunde in Bezug auf die interspezifischen Beziehungen (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Galaxien und Forellen sind stellenäquivalent und beanspruchen beide eine ähnliche ökologische Nische. • Beide Arten kommen nur selten an einem gemeinsamen Standort vor, weil es eine interspezifische Konkurrenz gibt und zudem Forellen auf Galaxien einen Räuberdruck ausüben. • Forellen verdrängen Galaxien aus tiefergelegenen Flusslagen. • Wasserfälle verhindern jedoch offenbar eine stromaufwärts gerichtete Wanderung von Forellen bzw. sie schränken diese ein, sodass Galaxien in höheren Lagen existieren können. • In geringem Umfang ist Koexistenz in mittleren Höhenlagen möglich, wenn das Flussbett zu einem hohen Anteil aus Kieselsteinen besteht und keine oder nur wenige Wasserfälle stromabwärts liegen. 	10
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe III.2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	<p>erläutert die interspezifischen Beziehungen, in denen Algen, Forellen, Galaxien und Nymphen untereinander stehen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Algen als grüne Pflanzen sind Produzenten im Ökosystem. • Nymphen ernähren sich als Erstkonsumenten bzw. Herbivoren von Algen. • Galaxien und europäische Forellen sind als Carnivoren Zweit- bzw. Drittkonsumenten. • Galaxien und europäische Forellen stehen mit den Nymphen in einem Räuber-Beute-Verhältnis. • Die europäische Forelle verhält sich räuberisch gegenüber Galaxien. 	4
2	<p>skizziert zu den genannten Lebewesen ein Nahrungsnetz:</p>  <pre> graph LR Algen --> Wirbellose["Wirbellose (z. B. Nymphen von Nesameletus ornatus oder Deleatidium)"] Wirbellose --> Galaxien Wirbellose --> Forelle["europäische Forelle"] Galaxien --> Forelle </pre> <p>→ wird gefressen von</p>	4
3	<p>wertet die Versuche zum Fressverhalten von Wirbellosen in Bezug auf die interspezifischen Wechselwirkungen (Material C) aus, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nymphen von <i>Nesameletus</i> aus Galaxienbächen zeigen tagsüber eine etwas höhere Aktivität als nachts, wobei die Differenz der Tag-Nacht-Aktivität nicht sehr groß ist. • Nymphen von <i>Nesameletus</i> aus Forellenbächen zeigen hingegen tagsüber eine deutlich geringere Aktivität als nachts. • Am Nachmittag sind <i>Deleatidium</i>-Nymphen am häufigsten zu sehen, wenn keine Fische zugegen sind und damit der Räuberdruck gering ist. • In Anwesenheit von Galaxien und Forellen sind am Nachmittag weniger <i>Deleatidium</i>-Nymphen zu beobachten, wobei <i>Deleatidium</i>-Nymphen in Forellenbächen noch deutlich weniger beobachtet werden als in <i>Galaxien</i>-Bächen. • In beiden Versuchen beeinflusst der Räuberdruck das Aktivitätsmuster der Nymphen, wobei der Einfluss auf das Aktivitätsmuster bei einem Räuberdruck durch Forellen deutlich größer ist. • Die Unterschiede im Aktivitätsmuster spiegeln die Tatsache wider, dass die anwesenden Forellen beim Beutefang auf visuelle Reize reagieren. 	8
4	<p>wertet die Untersuchungen zur Biomasse (Material D) in Bezug auf die interspezifischen Wechselwirkungen aus, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei Anwesenheit von Galaxien ist die Wirbellosenbiomasse höher und die Algenbiomasse geringer als bei Anwesenheit von Forellen. • Forellen üben einen größeren Räuberdruck auf Wirbellose aus, wodurch sich wiederum eine Auswirkung in Bezug auf die Algenbiomasse ergibt, da weniger Algenbiomasse von Wirbellosen gefressen werden. 	6
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe III.3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>beurteilt die Einführung der europäischen Forelle in Neuseeland unter ökologischen Gesichtspunkten, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die eingeführten Forellen beeinflussen das bestehende Ökosystem, denn sie verdrängen einheimische Arten (Galaxien), zu denen sie stellenäquivalent sind, sie beeinflussen einzelne Arten in ihrem Verhalten (z. B. den Aktivitätsrhythmus der Eintagsfliegen nymphen), verändern bestehende Nahrungsnetze und verändern die Biomasseproduktion einzelner Trophieebenen. Die Einführung der Forelle ist problematisch, weil durch die Beeinflussung das bestehende Ökosystem verändert werden kann. <p><i>(Andere sinnvolle Lösungen sind denkbar und werden gewertet.)</i></p>	4
2	<p>beurteilt die Einführung der europäischen Forelle in Neuseeland unter ökonomischen Gesichtspunkten, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aus ökonomischer Sicht ist die Einführung der europäischen Forelle positiv zu bewerten. Der beliebte Sport- und Speisefisch bringt dem Land wirtschaftliche Einnahmen. Durch die Einführung der europäischen Forelle werden zudem Arbeitsmöglichkeiten in anhängigen Wirtschaftsbereichen geschaffen, z. B. im Fischereibetrieb und Angeltourismus. 	2
3	<p>stellt eine Hypothese zur weiteren Entwicklung des Ökosystems auf, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Das Ökosystem bleibt insgesamt intakt, denn die vorliegenden Daten sprechen trotz der Beeinflussung durch europäische Forellen grundsätzlich nicht für eine negative Entwicklung, denn auch lange nach ihrer Einführung ab 1867 kommt es z. B. bis heute nicht zu gravierenden negativen ökologischen Folgen, wie z. B. zur Auslöschung anderer Arten (zumindest nicht nach Lage der hier vorliegenden Daten). Die weitere Ausbreitung der Forelle in Neuseeland auf natürlichem Weg erscheint begrenzt, sodass keine Veränderung für die Zukunft zu erwarten ist. Da ökologische Verflechtungen komplex sind und die europäische Forelle das bestehende Ökosystem nachweislich beeinflusst, ist denkbar, dass z. B. unter bestimmten lokalen Voraussetzungen Folgen auftreten, die zur Beeinflussung der Bestände anderer Arten (z. B. von Galaxien) führen. Es besteht die Gefahr einer wirtschaftlich motivierten Besetzung von Seen (z. B. hinter den Wasserfällen) mit Forellen für Angelurlauber, sodass eine weitere Ausbreitung der Neozoen (Forellen) zu einer weiteren Verdrängung der Galaxien führt. <p><i>(Es muss nur eine Hypothese entwickelt werden. Andere sinnvolle Antworten sind denkbar.)</i></p>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
	<ul style="list-style-type: none"> führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus. strukturiert seine Darstellung sachgerecht. verwendet eine differenzierte und präzise Sprache. gestaltet seine Arbeit formal ansprechend. 	6

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe III.1

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	vergleicht die Kennzeichen ...	6			
2	fasst Ergebnisse der ...	6			
3	interpretiert die Befunde ...	10			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe III.1 Teilaufgabe	22			

Teilaufgabe III.2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	erläutert die interspezifischen ...	4			
2	skizziert zu den ...	4			
3	wertet die Versuche ...	8			
4	wertet die Untersuchungen ...	6			
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe III.2 Teilaufgabe	22			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe III.3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	beurteilt die Einführung ...	4			
2	beurteilt die Einführung ...	2			
3	stellt eine Hypothese ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe III.3 Teilaufgabe	10			
	Summe der III.1, III.2 und III.3 Teilaufgabe	54			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
	<ul style="list-style-type: none"> • führt seine Gedanken ... • strukturiert seine Darstellung ... • verwendet eine differenzierte ... • gestaltet seine Arbeit ... 	6			
	Summe Darstellungsleistung	6			

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	60			
--	---	-----------	--	--	--

Festlegung der Gesamtnote (Bitte nur bei der letzten bearbeiteten Aufgabe ausfüllen.)

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	60			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	60			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	120			
aus der Punktzahl resultierende Note				
Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST				
Paraphe				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsummen aus EK und ZK: _____

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: _____

Die Klausur wird abschließend mit der Note: _____ (____ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	120 – 114
sehr gut	14	113 – 108
sehr gut minus	13	107 – 102
gut plus	12	101 – 96
gut	11	95 – 90
gut minus	10	89 – 84
befriedigend plus	9	83 – 78
befriedigend	8	77 – 72
befriedigend minus	7	71 – 66
ausreichend plus	6	65 – 60
ausreichend	5	59 – 54
ausreichend minus	4	53 – 47
mangelhaft plus	3	46 – 39
mangelhaft	2	38 – 32
mangelhaft minus	1	31 – 24
ungenügend	0	23 – 0