



Name: _____

Abiturprüfung 2016

Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Die Evolution der Höhlenzikaden auf Hawaii

- I.1 Vergleichen Sie die äußeren Merkmale der Höhlenzikade *Oliarus polyphemus* mit denen der dargestellten oberirdisch lebenden *Oliarus*-Arten tabellarisch (Abbildungen 1 und 2) und erklären Sie die Vorteile von zwei besonderen Merkmalen der Höhlenzikade in ihrem Lebensraum (Material A). (11 Punkte)
- I.2 Geben Sie jeweils eine Definition des morphologischen und des biologischen Artbegriffs an, fassen Sie die in Material B aufgezeigten Informationen kurz zusammen und begründen Sie, ob es sich bei den untersuchten Populationen von *Oliarus polyphemus* um eine Art oder um mehrere Arten handelt (Material B). Erläutern Sie ein mögliches experimentelles Vorgehen zur Überprüfung des Artstatus der einzelnen Populationen (Material B). (22 Punkte)
- I.3 Erklären Sie zusammenfassend den in Abbildung 5 gezeigten phylogenetischen Stammbaum. Erläutern Sie auf der Grundlage des gesamten Materials und unter besonderer Berücksichtigung der hauptsächlich wirksamen Evolutionsfaktoren, wie der Wechsel zur troglobionten Lebensweise sowie die Besiedlung der Lavahöhlen auf der Insel Hawaii durch *Oliarus polyphemus* abgelaufen sein könnten. (21 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Material A: Höhlenzikaden der Gattung *Oliarus* auf Hawaii

Zikaden der Gattung *Oliarus* gehören zur Familie der Glasflügelzikaden (Cixiidae) und sind auf fast allen Kontinenten zu finden. Auf der Hawaii-Inselgruppe leben etwa 85 endemische *Oliarus*-Arten. Sie gehen wahrscheinlich alle auf eine Ursprungsart zurück, die den Archipel Hawaii einst besiedelte. Neben vielen oberirdischen Lebensräumen haben manche Arten auch die immer feuchten und dunklen Lavahöhlen der jüngsten und größten Insel, Hawaii, besiedelt. Durch die immer noch aktiven Vulkane entstehen auf Hawaii immer wieder auch neue Lavahöhlen. Manche dieser Höhlen sind zeitweise oder ständig durch Tunnelsysteme miteinander verbunden.

Glasflügelzikaden legen ihre Eier im Boden oder auf Wurzeln ab. Die Jungtiere (Nymphen) leben in dunklen, feuchten Habitaten, wie zum Beispiel in faulem Holz, Laubstreu oder Erdspalten, und ernähren sich von Wurzeln. Bei oberirdisch lebenden Arten verlassen die adulten Tiere das Habitat der Nymphen und leben danach oberirdisch. Die Höhlenzikaden hingegen sind Troglobionten, also obligate Höhlenbewohner.

Eine der hawaiianischen Höhlenzikaden ist die nur etwa 3 mm große Kleinzikade *Oliarus polyphemus*. Sie ernährt sich vom Saft der Wurzeln der Pionierpflanze *Metrosideros polymorpha*, die in die Lavahöhlen hineinragen und zum Teil vorhangähnliche Matten bilden. Ähnlich wie andere Troglobionten zeigt auch *O. polyphemus* im Vergleich zu nah verwandten, oberirdisch lebenden Zikaden einige morphologische Unterschiede.

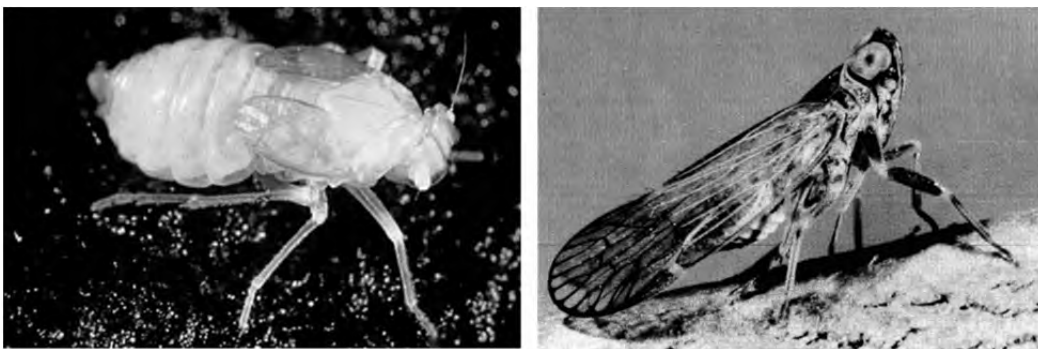
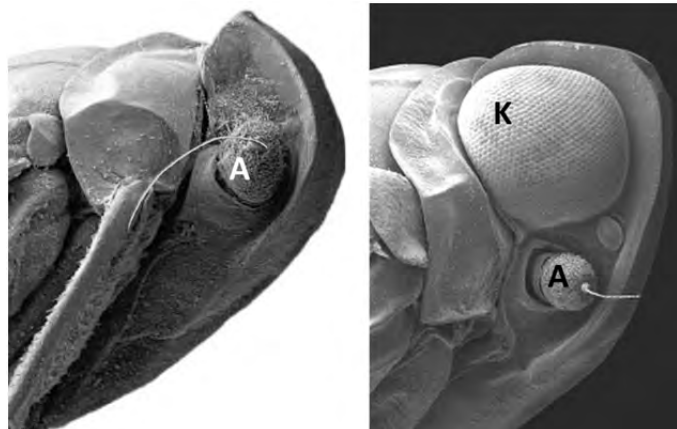


Abbildung 1: Morphologie der Höhlenzikade *O. polyphemus* (links) im Vergleich zu einer oberirdisch lebenden Zikade *Oliarus spec.* (rechts)

Abbildung 2:
Elektronenmikroskopische Aufnahmen vom Kopf der Höhlenzikade *O. polyphemus* (links) und einer oberirdisch lebenden Zikade (*O. filicicola*, rechts) in Seitenansicht

K Komplexauge von *O. filicicola*
A jeweils eine Antenne





Name: _____

Material B: Gesangsmuster bei *Oliarus polyphemus*

Forscher untersuchten diverse genetische und morphologische Merkmale (wie z. B. Länge der Deckflügel oder Kopfbreite) bei *O. polyphemus*-Populationen aus verschiedenen Lavahöhlen auf der Insel Hawaii und stellten zum Teil große Unterschiede zwischen den einzelnen Populationen fest. Einige der untersuchten Höhlen sind erst vor wenigen Jahrzehnten bis Jahrhunderten entstanden. Da alle Populationen in sehr ähnlichen Habitaten leben, lässt sich keiner der gefundenen Unterschiede als spezielle Anpasstheit interpretieren. Zudem untersuchten die Forscher die Muster der Paarungsgesänge bei *O. polyphemus*-Populationen in verschiedenen Lavahöhlen:

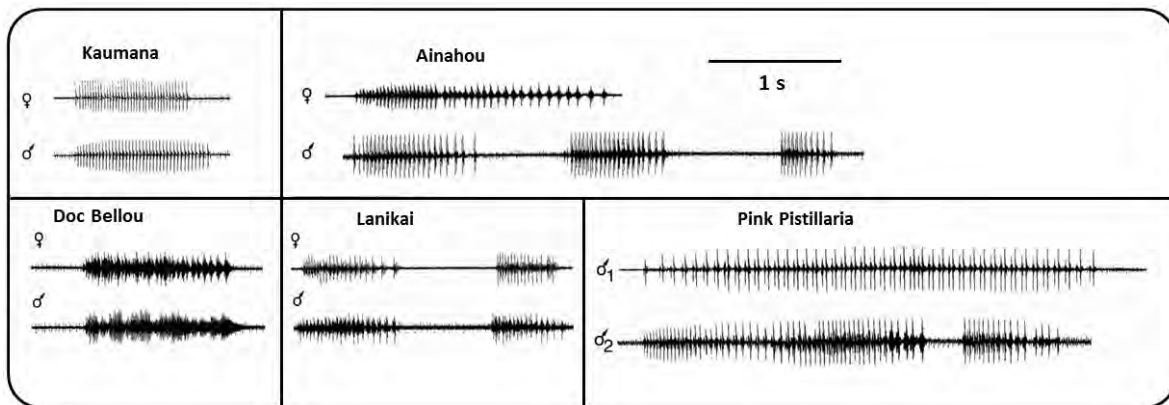


Abbildung 3: Gesangsmuster von Männchen und Weibchen von *O. polyphemus* aus verschiedenen Lavahöhlen auf der Insel Hawaii
(Dargestellt ist jeweils eine Strophe, die sich aus mehreren Versen und Pausen zusammensetzen kann. In der Pink Pistillaria-Höhle wurden zwei Populationen untersucht, wobei nur die Signale der Männchen dargestellt sind.)

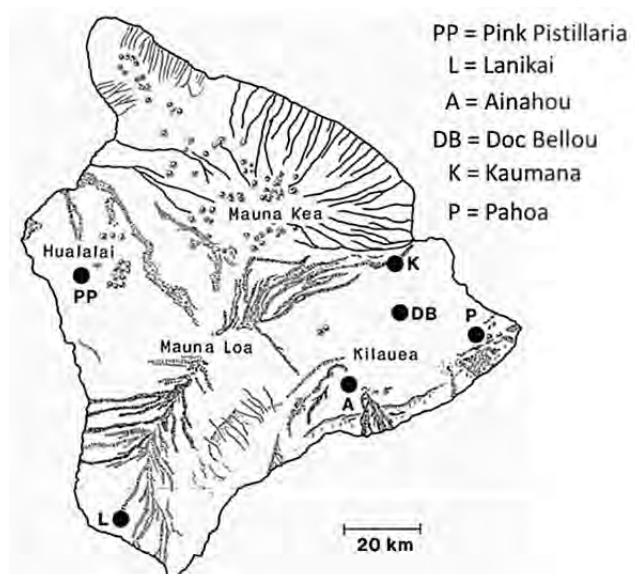


Abbildung 4:
Geographische Karte der Insel Hawaii
(Hualalai, Mauna Kea, Mauna Loa und Kilauea sind Namen von Vulkanen; die schwarzen Punkte kennzeichnen verschiedene Lavahöhlen.)



Name: _____

Material C: Vergleich von mtDNA-Abschnitten bei *Oliarus polyphemus*

Um Aufschluss über die genetischen Ähnlichkeiten der verschiedenen Populationen von *O. polyphemus* zu erhalten, untersuchten die Forscher die Nukleotidsequenzen eines Abschnitts der mitochondrialen DNA (mtDNA) von Individuen ausgewählter Populationen auf Hawaii. Die Ergebnisse sind in Abbildung 5 gezeigt.

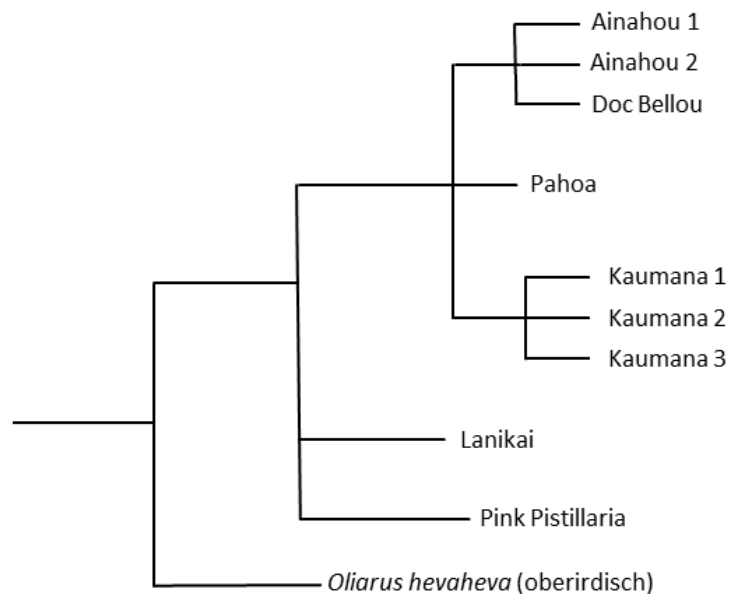


Abbildung 5: Ausschnitt eines phylogenetischen Stammbaums auf der Basis des Vergleichs eines mtDNA-Abschnittes einiger Populationen von *O. polyphemus* auf der Insel Hawaii (Die Art *O. hevaheva* lebt ebenfalls auf der Insel Hawaii, ist allerdings auch auf der Nachbarinsel Lanai gefunden worden. Die Länge der Äste ist ein Maß für die Anzahl an Nukleotidsequenzunterschieden. Wurden für die Analysen mehrere Proben untersucht, so sind diese entsprechend mit Zahlen gekennzeichnet.)

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2016

Biologie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Die Evolution der Höhlenzikaden auf Hawaii

- I.1 Vergleichen Sie die äußeren Merkmale der Höhlenzikade *Oliarus polyphemus* mit denen der dargestellten oberirdisch lebenden *Oliarus*-Arten tabellarisch (Abbildungen 1 und 2) und erklären Sie die Vorteile von zwei besonderen Merkmalen der Höhlenzikade in ihrem Lebensraum (Material A). (11 Punkte)
- I.2 Geben Sie jeweils eine Definition des morphologischen und des biologischen Artbegriffs an, fassen Sie die in Material B aufgezeigten Informationen kurz zusammen und begründen Sie, ob es sich bei den untersuchten Populationen von *Oliarus polyphemus* um eine Art oder um mehrere Arten handelt (Material B). Erläutern Sie ein mögliches experimentelles Vorgehen zur Überprüfung des Artstatus der einzelnen Populationen (Material B). (22 Punkte)
- I.3 Erklären Sie zusammenfassend den in Abbildung 5 gezeigten phylogenetischen Stammbaum. Erläutern Sie auf der Grundlage des gesamten Materials und unter besonderer Berücksichtigung der hauptsächlich wirksamen Evolutionsfaktoren, wie der Wechsel zur troglobionten Lebensweise sowie die Besiedlung der Lavahöhlen auf der Insel Hawaii durch *Oliarus polyphemus* abgelaufen sein könnten. (21 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Material A:
Abbildung 1 verändert nach: Hoch & Howarth 1993, fig. 1B, und Knauer 2011
Abbildung 2 verändert nach: Wessel *et al.* 2013, Suppl. Material, fig. S2
- Material B:
Abbildung 3 verändert nach: Hoch & Howarth 1993, fig. 4
Abbildung 4 verändert nach: Hoch & Howarth 1993, fig. 7
- Material C:
Abbildung 5 verändert nach: Wessel *et al.* 2013, fig. 2D und S7

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

- Hoch, H. & Howarth, F. G. (1993). Evolutionary dynamics of behavioral divergence among populations of the Hawaiian cave-dwelling planthopper *Oliarus polyphemus* (Homoptera: Fulgoroidea: Cixiidae). *Pacific Science* 47, 303–318
- Hoch, H. (1997). The Hawaiian cave planthoppers (Homoptera: Fulgoroidea: Cixiidae) – a model for rapid subterranean speciation? *International Journal of Speleology* 26, 21–31
- Hoch, H. & Howarth, F. G. (1999). Multiple cave invasions by species of the planthopper genus *Oliarus* in Hawaii (Homoptera: Fulgoroidea: Cixiidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 127, 453–475
- Kirkaldy, G. W. (1902). Hemiptera. In: Sharp, D. (Hg.): Fauna Hawaiiensis or the Zoology of the Sandwich (Hawaii) Isles: Being Results of the Explorations instituted by the Joint Committee appointed by the Royal Society of London for promoting Natural Knowledge and the British Association for the Advancement of Science and carried on with the assistance of those Bodies and of the Trustees of the Bernice Pauahi Bishop Museum at Honolulu, 93–174
- Kunkel, A. (o. J.): Liebesgesänge der Höhlenzikaden.
https://www.hu-berlin.de/pr/medien/publikationen/regelmaessig/tsp/ws07_08/insekten_html (Zugriff: 15.10.2014)
- Knauer, R. (2011). In jeder Höhle singen sie ein anderes Lied.
<http://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.neue-zikaden-arten-in-jeder-hoehle-singen-sie-ein-anderes-lied.a0bf75ba-e627-4836-8134-f61fa7c3708d.html> (Zugriff: 11.08.2015)
- Wessel, A. & Hoch, H. (2007). Höhlenzikaden auf Hawaii – Liebesgesänge und die Entstehung der Arten. In: Glaubrecht, M., Kinitz, A. & Moldrzyk, U. (Hg.). *Als das Leben laufen lernte. Evolution in Aktion*. München: Prestel, 222–225
- Wessel, A. (2008). Incipient non-adaptive radiation by founder effect? *Oliarus polyphemus* Fennah, 1973 – a subterranean model case. (Hemiptera: Fulgoromorpha: Cixiidae). Dissertation, Humboldt Universität Berlin
- Wessel, A., Hoch, H., Asche, M. *et al.* (2013). Founder effects initiated rapid species radiation in Hawaiian cave planthoppers. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, 9391–9396

4. Bezüge zu den Vorgaben 2016

| |
|---|
| <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 (Homologie der Wirbeltiergliedmaßen) – Systematik und phylogenetischer Stammbaum (Grundlegende Zusammenhänge innerhalb des Wirbeltierstammbaumes, vertiefend: phylogenetische Stellung der Primaten) – Vergleich und Beurteilung der Ergebnisse unterschiedlicher Analysemethoden; bei der Analyse bzw. Erstellung eines Stammbaumes sind Übereinstimmungen in der DNA-Sequenz und Aminosäure-Sequenz von Proteinen einzubeziehen – 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 die äußeren Merkmale der Höhlenzikade <i>Oliarus polyphemus</i> mit denen der dargestellten oberirdisch lebenden <i>Oliarus</i> -Arten tabellarisch (Abbildungen 1 und 2), z. B.: | | | 6 |
| | Art | <i>Oliarus polyphemus</i> | oberirdisch lebende <i>Oliarus</i> -Arten | |
| | Merkmal | | | |
| | Flügel | stark reduziert | groß | |
| | Pigmentierung | nicht vorhanden | unterschiedlich pigmentierte Körperregionen | |
| | Augen | nicht vorhanden | große Komplexaugen | |
| | Antennen | lang | kurz | |

| | | |
|---|--|---|
| 2 | <p>erklärt die Vorteile von zwei besonderen Merkmalen der Höhlenzikade in ihrem Lebensraum (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Höhlenzikade zeigt einige Anpassungen an ihren speziellen Lebensraum, die im Vergleich zu oberirdisch lebenden Zikaden energieeinsparend wirken, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> – Die Höhlenzikade lebt in Lavahöhlen, in die kein Sonnenlicht gelangt. Die Ausbildung von (Komplex-)Augen ist in diesem Fall nutzlos. – Eine Pigmentierung, z. B. als UV-Schutz, kann in diesem Lebensraum ebenfalls entfallen. – Die Ausbildung von Flügeln bedeutet in den dunklen Höhlen ohne entsprechende Orientierungsmöglichkeiten keinen Selektionsvorteil. • Die Einsparung von Energie stellt einen Vorteil für den Träger dar, der z. B. zu einer höheren Vermehrungsrate führen kann. Somit konnten sich entsprechende Mutationen in der Population durchsetzen. <p>(Für die Vergabe der vollen Punktzahl sind die Vorteile von zwei Merkmalen zu erläutern.)</p> | 5 |
| 3 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2) | |

Teilaufgabe I.2

| | Anforderungen | maximal erreichbare Punktzahl |
|---|---|-------------------------------|
| | Der Prüfling | |
| 1 | <p>gibt eine Definition des morphologischen Artbegriffs an, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eine Gruppe von Lebewesen, die untereinander und mit ihren Nachkommen in wesentlichen Merkmalen übereinstimmen, bildet eine morphologische Art. | 2 |
| 2 | <p>gibt eine Definition des biologischen Artbegriffs an, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eine biologische Art stellt eine Gruppe von Lebewesen dar, deren Angehörige sich potenziell miteinander fortpflanzen und fortpflanzungsfähige Nachkommen bilden können. | 2 |
| 3 | <p>fasst die in Material B aufgezeigten Informationen kurz zusammen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die verschiedenen Populationen unterscheiden sich hinsichtlich morphologischer und genetischer Merkmale und weisen ein hohes Maß an Variabilität auf. • In den verschiedenen Höhlen haben sich unterschiedliche Gesangsmuster herausgebildet, z. T. mit deutlichen geschlechtsspezifischen Unterschieden. • In der Pink Pistillaria-Höhle leben (mindestens) zwei Populationen mit unterschiedlichen Gesangsmustern sympatrisch nebeneinander. • Die einzelnen Lavahöhlen sind mehrere Kilometer voneinander entfernt. | 6 |
| 4 | <p>begründet, ob es sich bei den untersuchten Populationen von <i>Oliarus polyphemus</i> um eine Art oder um mehrere Arten handelt (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Da sich die Populationen hinsichtlich morphologischer Merkmale unterscheiden, könnte es sich zumindest nach dem morphologischen Artbegriff um verschiedene Arten handeln. • Da die Höhlen zum Teil sehr weit auseinander liegen, sind die einzelnen Populationen räumlich getrennt (geographische Isolation), was eine Vermischung erschwert. • Da die beiden untersuchten Populationen in der Pink Pistillaria-Höhle unterschiedliche Muster der Paarungsgesänge (ethologische Isolation) besitzen, könnten auch die sympatrisch lebenden Populationen voneinander reproduktiv isoliert sein und unter Umständen schon nach dem biologischen Artbegriff sich nicht mehr miteinander fortpflanzen und fortpflanzungsfähige Nachkommen bilden. <p>(Alternative sachlogische Lösungen sind zu akzeptieren.)</p> | 8 |

| | | |
|---|--|---|
| 5 | <p>erläutert ein mögliches experimentelles Vorgehen zur Überprüfung des Artstatus der einzelnen Populationen (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eine Möglichkeit, um den Artstatus der einzelnen Populationen zu überprüfen, ist die Durchführung von Kreuzungsexperimenten. Wenn die Individuen der einzelnen Populationen miteinander fruchtbare Nachkommen zeugen können, handelt es sich noch um eine Art im Sinne des biologischen Artbegriffs. <p>(Wird ein entsprechendes Experiment zur Überprüfung des Artstatus im Sinne des morphologischen Artbegriffs vorgeschlagen, so ist dies gleichfalls zu akzeptieren.)</p> | 4 |
| 6 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2) | |

Teilaufgabe I.3

| | Anforderungen | maximal erreichbare Punktzahl |
|--------------|--|-------------------------------|
| Der Prüfling | | |
| 1 | <p>erklärt zusammenfassend den in Abbildung 5 gezeigten phylogenetischen Stammbaum, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle untersuchten Populationen gehen auf einen gemeinsamen Vorfahren zurück. Dies schließt auch die oberirdisch lebende Art <i>Oliarus hevaheva</i> mit ein. • Die Populationen in den einzelnen Höhlen lassen sich ebenfalls auf einen gemeinsamen Vorfahren zurückführen. • Die Populationen der Höhlen Ainahou, Doc Bellou, Pahoia und Kaumana stehen sich verwandtschaftlich näher als die anderen untersuchten Populationen. • Die Populationen in der Ainahou-Höhle und der Doc Bellou-Höhle stehen sich verwandtschaftlich besonders nah. | 6 |
| 2 | <p>erläutert auf der Grundlage des gesamten Materials und unter besonderer Berücksichtigung der hauptsächlich wirksamen Evolutionsfaktoren, wie der Wechsel zur troglobionten Lebensweise sowie die Besiedlung der einzelnen Lavahöhlen auf der Insel Hawaii durch <i>Oliarus polyphemus</i> abgelaufen sein könnten, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zufällig an die troglobionte Lebensweise angepasste Individuen gerieten möglicherweise im Nymphenstadium über die Wurzeln als Nahrungsquelle in eine Lavahöhle und vermehrten sich dort unter fehlender Nahrungskonkurrenz, evtl. ohne Räuber und mit einem somit abgeschwächten Selektionsdruck. • Mutationen, Rekombinationen und der in der zunächst kleinen Population bedeutende Einfluss der Gendrift (Gründereffekt) förderten die Entwicklung einer hohen genetischen und daraus resultierenden phänotypischen Variabilität. • In Kombination mit den neuen Selektionsbedingungen traten neue Anpassungen an das unterirdische Habitat auf. • Vor allem aufgrund der Separation und starker sexueller Selektion über die spezifischen Gesangsmuster (z. B. belegt durch die beiden Populationen der Pink Pistillaria-Höhle) sind die einzelnen Populationen reproduktiv isoliert. <p>(Alternative sachlogische Darstellungen sind entsprechend zu werten, wenn die relevanten Evolutionsfaktoren einbezogen werden.)</p> | 9 |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | <p>erläutert auf der Grundlage des gesamten Materials und unter besonderer Berücksichtigung der hauptsächlich wirksamen Evolutionsfaktoren, wie der Wechsel zur troglobionten Lebensweise sowie die Besiedlung der einzelnen Lavahöhlen auf der Insel Hawaii durch <i>Oliarus polyphemus</i> abgelaufen sein könnten, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die zufälligen Merkmalsausprägungen und die Aufspaltung in viele verschiedene Populationen in kurzer Zeit ist durch die Anhäufung wiederholter Gründerereignisse in den neuen Lavahöhlen durch die Migration weniger Individuen über die z. T. miteinander verbundenen Höhlen zu erklären. • Dabei kommt der Gendrift als Evolutionsfaktor eine entscheidende Rolle zu. | 6 |
| 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 I.1

| | Anforderungen | Lösungsqualität | | | |
|---|---|-------------------------------|-----------------|----|----|
| | | maximal erreichbare Punktzahl | EK ² | ZK | DK |
| | Der Prüfling | | | | |
| 1 | vergleicht die äußeren ... | 6 | | | |
| 2 | erklärt die Vorteile ... | 5 | | | |
| 3 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) | | | | |
| | Summe I.1 Teilaufgabe | 11 | | | |

Teilaufgabe I.2

| | Anforderungen | Lösungsqualität | | | |
|---|---|-------------------------------|----|----|----|
| | | maximal erreichbare Punktzahl | EK | ZK | DK |
| | Der Prüfling | | | | |
| 1 | gibt eine Definition ... | 2 | | | |
| 2 | gibt eine Definition ... | 2 | | | |
| 3 | fasst die in ... | 6 | | | |
| 4 | begründet, ob es ... | 8 | | | |
| 5 | erläutert ein mögliches ... | 4 | | | |
| 6 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) | | | | |
| | Summe I.2 Teilaufgabe | 22 | | | |

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

Teilaufgabe I.3

| | Anforderungen | Lösungsqualität | | | |
|---|---|-------------------------------|----|----|----|
| | | maximal erreichbare Punktzahl | EK | ZK | DK |
| | Der Prüfling | | | | |
| 1 | erklärt zusammenfassend den ... | 6 | | | |
| 2 | erläutert auf der ... | 9 | | | |
| 3 | erläutert auf der ... | 6 | | | |
| 4 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) | | | | |
| | Summe I.3 Teilaufgabe | 21 | | | |
| | 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 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 gemäß nachfolgender Tabelle | | | | |
| Note ggf. unter Absenkung um bis zu zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST | | | | |
| | | | | |
| Paraphe | | | | |

Berechnung der Endnote nach Anlage 4 der Abiturverfügung auf der Grundlage von § 34 APO-GOST

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 – 48 |
| mangelhaft plus | 3 | 47 – 40 |
| mangelhaft | 2 | 39 – 32 |
| mangelhaft minus | 1 | 31 – 24 |
| ungenügend | 0 | 23 – 0 |



Name: _____

Abiturprüfung 2016

Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Auswirkungen temperatursensitiver Mutationen

- II.1 Geben Sie tabellarisch die in Abbildung 1 gekennzeichneten Strukturen a – c und 1 – 5 an und beschreiben Sie detailliert den Ablauf der Translation bei Prokaryoten (Material A). (16 Punkte)
- II.2 Geben Sie die Aminosäuresequenz, für die der Ausschnitt aus dem *Escherichia coli lacZ*-Gen codiert, für die Fälle an, dass bei der Translation nur methylierte oder nur nicht-methylierte tRNA zur Verfügung steht (Materialien B, C und E). Analysieren Sie mögliche Unterschiede der β -Galactosidase-Varianten und erläutern Sie die möglichen Auswirkungen für das Wachstum der *E. coli trmD*-Mutante mit Lactose als einziger Kohlenstoffquelle. (16 Punkte)
- II.3 Werten Sie die in Material D dargestellten Versuchsergebnisse hinsichtlich der tRNA-Methyltransferase-Menge, der tRNA-Methyltransferase-Aktivität und der Vermehrung der *E. coli trmD*-Mutante unter Berücksichtigung aller Materialien aus. (22 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Material A: Proteinbiosynthese bei Prokaryoten

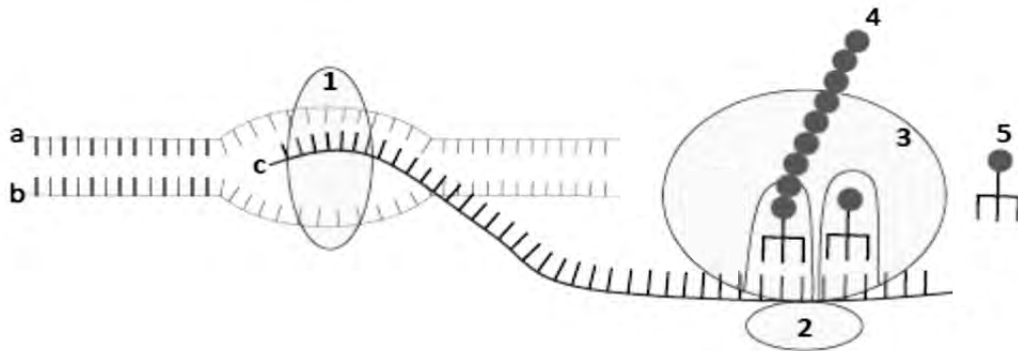


Abbildung 1: Modellhafte Darstellung der Proteinbiosynthese bei Prokaryoten

Material B: Temperatursensitive Mutationen

Temperatursensitive Mutationen sind nur unter bestimmten, restriktiven Temperaturen wirksam. Unter anderen, nicht restriktiven Temperaturen haben die Mutationen keine Auswirkungen auf den Phänotyp. Sie eignen sich daher zum Studium der Funktion von essentiellen Genen: Werden die temperatursensitiven Mutanten unter nicht restriktiven Bedingungen gehalten, so sind sie unauffällig. Sind essentielle Gene von der Mutation betroffen, überlebt die Mutante jedoch restriktive Temperaturen nicht. Es kommt zum Zelltod.

Ein Beispiel für ein essentielles Gen ist das *trmD*-Gen. Es codiert das Enzym tRNA-Methyltransferase, welches das dritte Guanin des Anticodons GGG methyliert (Abbildung 2). Eine temperatursensitive Mutation des *trmD*-Gens resultiert unter restriktiven Bedingungen im Verlust der tRNA-Methylierung. Betroffen hiervon ist daher die tRNA, welche das Codon CCC auf der mRNA erkennt. Im Falle der Basenabfolge CCC C werden nun 4 statt 3 Basen als Codon abgelesen. Zur Studie der Mutation wurde das Wildtyp-*trmD*-Gen gegen das mutierte *trmD*-Gen ausgetauscht (entstandener Stamm: *E. coli ts-S88L-trmD*, kurz: *E. coli trmD*-Mutante).

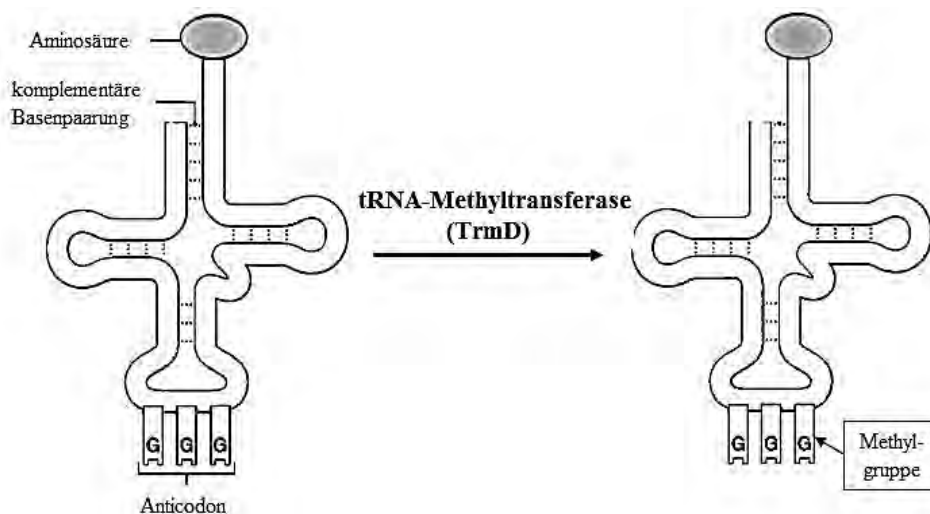


Abbildung 2: Methylierung des tRNA-Anticodons durch TrmD



Name: _____

Material C: Lactose-Verwertung bei *E. coli*

Mit Hilfe des 1023 Aminosäuren umfassenden Enzyms β -Galactosidase, codiert durch das *lacZ*-Gen, gelingt es Bakterien wie *E. coli*, den Zweifachzucker Lactose als Kohlenstoff- und damit Energiequelle zu nutzen. Gezeigt ist hier ein Ausschnitt aus dem **nicht-codogenen** Strang des *E. coli lacZ*-Gens:

Aminosäure-Position: 28 29 30 31 32 33 34
nicht-codogener
Strang: 5`... GCA GCA CAT CCC CCT TTC GCC ... 3`

Material D: tRNA-Methyltransferase-Menge, tRNA-Methyltransferase-Aktivität und Vermehrung einer *E. coli trmD*-Mutante bei 43 °C

In einem Versuch wurden Zellen der *E. coli trmD*-Mutante zunächst bei 30 °C vermehrt. In der Mitte der exponentiellen Wachstumsphase wurden Zellen dieses Ansatzes einer Temperatur von 43 °C ausgesetzt. Die tRNA-Methyltransferase-Aktivität und die Vermehrung der Zellen wurden ermittelt.

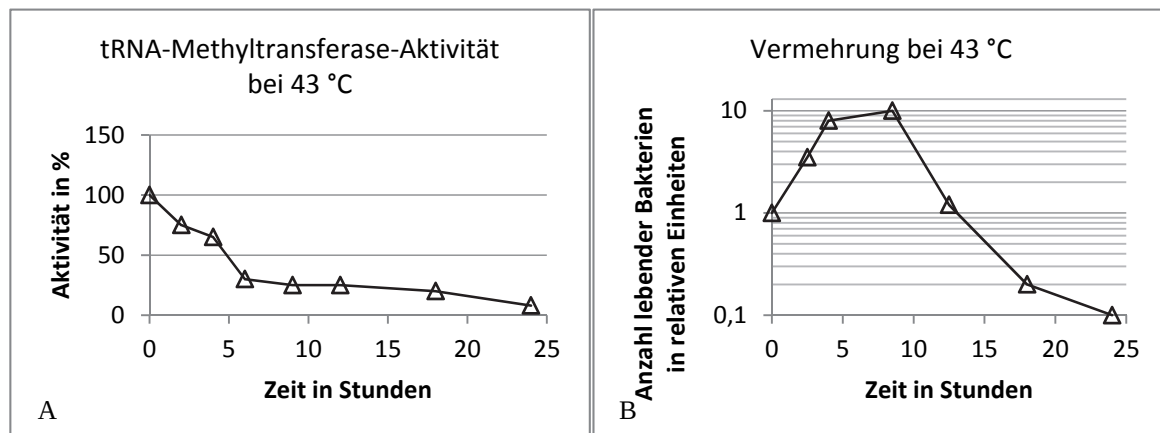


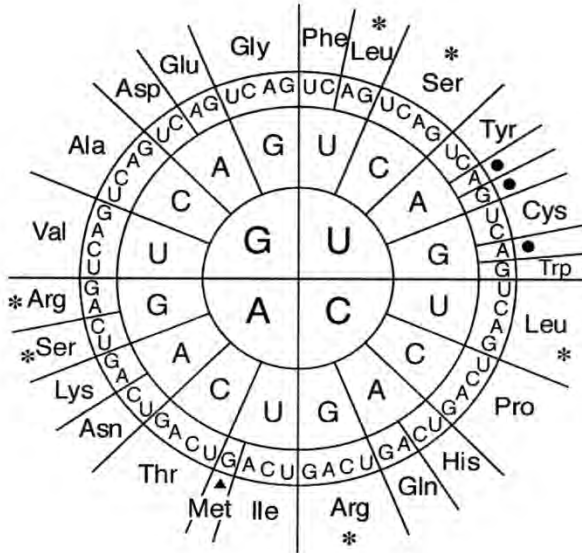
Abbildung 3: **A** tRNA-Methyltransferase-Aktivität der *E. coli trmD*-Mutante bei 43 °C und **B** Vermehrung der Zellen der *E. coli trmD*-Mutante bei 43 °C jeweils nach Wechsel von einer Temperatur von 30 °C auf 43 °C in der exponentiellen Wachstumsphase zum Zeitpunkt t = 0 Stunden (Die tRNA-Methyltransferase-Aktivität korreliert mit der Menge an methylierter tRNA.)

In einem weiteren Versuch wurden Zellen der *E. coli trmD*-Mutante und des Wildtyps zunächst eine Stunde bei 30 °C vermehrt. Dann wurden von diesen Zellen sowohl Zellen des Wildtyps als auch der Mutante für einen Zeitraum von acht Stunden einer Temperatur von 43 °C ausgesetzt, während die anderen *E. coli*-Zellen bei einer Temperatur von 30 °C verblieben. Anschließend wurden die tRNA-Methyltransferase-Mengen bestimmt. Sowohl im Vergleich zwischen Wildtyp und Mutante als auch zwischen den beiden Temperaturen ergaben sich kaum messbare Unterschiede, die unter den Versuchsbedingungen vernachlässigt werden können.



Name: _____

Material E: 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 |
|------------|-------------|-----|-------|-------|-------------|
| 5' | U | C | A | G | 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 2016

Biologie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Auswirkungen temperatursensitiver Mutationen

- II.1 Geben Sie tabellarisch die in Abbildung 1 gekennzeichneten Strukturen a – c und 1 – 5 an und beschreiben Sie detailliert den Ablauf der Translation bei Prokaryoten (Material A). (16 Punkte)
- II.2 Geben Sie die Aminosäuresequenz, für die der Ausschnitt aus dem *Escherichia coli lacZ*-Gen codiert, für die Fälle an, dass bei der Translation nur methylierte oder nur nicht-methylierte tRNA zur Verfügung steht (Materialien B, C und E). Analysieren Sie mögliche Unterschiede der β -Galactosidase-Varianten und erläutern Sie die möglichen Auswirkungen für das Wachstum der *E. coli trmD*-Mutante mit Lactose als einziger Kohlenstoffquelle. (16 Punkte)
- II.3 Werten Sie die in Material D dargestellten Versuchsergebnisse hinsichtlich der tRNA-Methyltransferase-Menge, der tRNA-Methyltransferase-Aktivität und der Vermehrung der *E. coli trmD*-Mutante unter Berücksichtigung aller Materialien aus. (22 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Material A:
Abbildung 1 vom Verfasser der Aufgabe selbst gezeichnet
- Material B:
Abbildung 2 verändert nach: <http://legacy.hopkinsville.kctcs.edu/instructors/Jason-Arnold/VLI/m1DNAfunction/m1DNAfunction2.html>
- Material C:
Abbildung 3 verändert nach: Masuda *et al.* 2013, S. 28992

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

- Kalnins, A., Otto, K., Rüther, U. & Müller-Hill, B. (1983). Sequence of the *lacZ* gene of *Escherichia coli*. *EMBO Journal* 2, 593–597
- Masuda, I., Sakaguchi, R., Liu, C., Gamper, H. & Hou, Y.-M. (2013). The temperature sensitivity of a mutation in the essential tRNA modification enzyme tRNA methyltransferase D (TrmD). *J. Biol. Chem.* 288, 28987–28996
- <http://legacy.hopkinsville.kctcs.edu/instructors/Jason-Arnold/VLI/m1DNAfunction/m1DNAfunction2.html> (Zugriff 16.04.2015)

4. Bezüge zu den Vorgaben 2016

| |
|---|
| <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 Pro- und Eukaryonten, Mutagene und Mutationen – Regulation der Genaktivität am Beispiel der Prokaryonten (Operonmodell) <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 | gibt tabellarisch die in Abbildung 1 gekennzeichneten Strukturen a – c und 1 – 5 an: | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <tr> <td>a</td> <td>codogener Strang</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>nicht-codogener Strang</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>mRNA</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>RNA-Polymerase</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>kleine ribosomale Untereinheit</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>große ribosomale Untereinheit</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>wachsende Polypeptidkette</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>mit einer Aminosäure beladene tRNA</td> </tr> </table> | a | codogener Strang | b | nicht-codogener Strang | c | mRNA | 1 | RNA-Polymerase | 2 | kleine ribosomale Untereinheit | 3 | große ribosomale Untereinheit | 4 | wachsende Polypeptidkette | 5 | mit einer Aminosäure beladene tRNA | |
| a | codogener Strang | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| b | nicht-codogener Strang | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| c | mRNA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | RNA-Polymerase | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | kleine ribosomale Untereinheit | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | große ribosomale Untereinheit | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | wachsende Polypeptidkette | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | mit einer Aminosäure beladene tRNA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (Die Nennung äquivalenter Fachtermini ist entsprechend zu werten.) | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|--|----|
| 2 | <p>beschreibt detailliert den Ablauf der Translation bei Prokaryoten (Material A), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die gebildete mRNA und die kleine ribosomale Untereinheit binden mithilfe einer Erkennungssequenz. • Eine mit Methionin beladene tRNA dockt komplementär zum Start-Codon an der mRNA an (P-Stelle), anschließend vervollständigt die große ribosomale Untereinheit den Translationskomplex. • In die freie A-Stelle bindet nun die nächste mit einer Aminosäure beladene tRNA komplementär zum entsprechenden Codon auf der mRNA. • Zwischen der Aminosäure der tRNA der P-Stelle und der Aminosäure der tRNA der A-Stelle wird eine Peptidbindung ausgebildet. Die nun entladene tRNA der P-Stelle verlässt das Ribosom. • Durch Gleiten des Ribosoms entlang der mRNA gelangt die nun mit 2 Aminosäuren beladene tRNA der A-Stelle an die P-Stelle, sodass in der A-Stelle eine neue mit einer Aminosäure beladene tRNA komplementär zur mRNA binden kann. Auf diese wird dann erneut die Polypeptidkette der tRNA der P-Stelle übertragen usw. • Der Vorgang wiederholt sich, bis das Ribosom auf ein Stopp-Codon trifft. Hier zerfällt der Translationskomplex und die gebildete Polypeptidkette wird freigesetzt. (Wird in den Ausführungen auch die Bedeutung der E-Stelle berücksichtigt, so stellt dies ggf. ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium dar.) | 10 |
| 3 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2) | |

Teilaufgabe II.2

| | Anforderungen | maximal erreichbare Punktzahl | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|---|-------------------------------|-----|------|-----|-----|------------|----|--|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|----|----|----|----|----|----|----|--|--------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|---|
| | Der Prüfling | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | <p>gibt die Aminosäuresequenz, für die der Ausschnitt aus dem <i>Escherichia coli lacZ</i>-Gen codiert, für die Fälle an, dass bei der Translation nur methylierte oder nur nicht-methylierte tRNA zur Verfügung steht (Materialien B, C und E):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Im Fall methylierter tRNA: <table style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">28</td><td style="padding-right: 10px;">29</td><td style="padding-right: 10px;">30</td><td style="padding-right: 10px;">31</td><td style="padding-right: 10px;">32</td><td style="padding-right: 10px;">33</td><td style="padding-right: 10px;">34</td><td></td> </tr> <tr> <td>5` ...</td><td>GCA</td><td>GCA</td><td>CAT</td><td>CCC</td><td>CCT</td><td>TTC</td><td>GCC ... 3`</td> </tr> <tr> <td></td><td>Ala</td><td>Ala</td><td>His</td><td>Pro</td><td>Pro</td><td>Phe</td><td>Ala ...</td> </tr> </table> • Im Fall nicht-methylierter tRNA: <table style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">28</td><td style="padding-right: 10px;">29</td><td style="padding-right: 10px;">30</td><td style="padding-right: 10px;">31</td><td style="padding-right: 10px;">32</td><td style="padding-right: 10px;">33</td><td style="padding-right: 10px;">34</td><td></td> </tr> <tr> <td>5` ...</td><td>GCA</td><td>GCA</td><td>CAT</td><td>CCCC</td><td>CTT</td><td>TCG</td><td>CC ... 3`</td> </tr> <tr> <td></td><td>Ala</td><td>Ala</td><td>His</td><td>Pro</td><td>Leu</td><td>Ser</td><td>Pro ...</td> </tr> </table> | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | | 5` ... | GCA | GCA | CAT | CCC | CCT | TTC | GCC ... 3` | | Ala | Ala | His | Pro | Pro | Phe | Ala ... | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | | 5` ... | GCA | GCA | CAT | CCCC | CTT | TCG | CC ... 3` | | Ala | Ala | His | Pro | Leu | Ser | Pro ... | 6 |
| 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5` ... | GCA | GCA | CAT | CCC | CCT | TTC | GCC ... 3` | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ala | Ala | His | Pro | Pro | Phe | Ala ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5` ... | GCA | GCA | CAT | CCCC | CTT | TCG | CC ... 3` | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ala | Ala | His | Pro | Leu | Ser | Pro ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | <p>analysiert mögliche Unterschiede der β-Galactosidase-Varianten, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eine Veränderung bei nicht-methylierter tRNA betrifft die Codierung der 31. Aminosäure (Prolin) der β-Galactosidase. • Hier wird statt des Codons CCC die Sequenz CCCC abgelesen. • Durch diesen falschen Ablesevorgang entsteht eine Leserasterverschiebung, die ab dieser Position in einer vollständig veränderten Aminosäurekette resultiert. | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|--|---|
| 3 | <p>erläutert die möglichen Auswirkungen für das Wachstum der <i>E. coli trmD</i>-Mutante mit Lactose als einziger Kohlenstoffquelle, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei einer Leserasterverschiebung, welche im vorliegenden Beispiel bereits im vorderen Teil der β-Galactosidase stattfindet, ist aufgrund der fast vollständig veränderten Aminosäuresequenz davon auszugehen, dass das produzierte Enzym eine veränderte Tertiärstruktur besitzt und deshalb funktionslos ist. • Dies hat zur Folge, dass die <i>E. coli trmD</i>-Mutante unter restriktiven Bedingungen auf Lactose nicht wachsen kann, da Lactose als Kohlenstoffquelle nicht verwertet werden kann. | 5 |
| 4 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2) | |

Teilaufgabe II.3

| | Anforderungen | maximal erreichbare Punktzahl |
|---|---|-------------------------------|
| | Der Prüfling | |
| 1 | <p>wertet die in Material D dargestellten Versuchsergebnisse hinsichtlich der tRNA-Methyltransferase-Menge, der tRNA-Methyltransferase-Aktivität und der Vermehrung der <i>E. coli trmD</i>-Mutante unter Berücksichtigung aller Materialien aus, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei 43 °C sinkt die tRNA-Methyltransferase-Aktivität sofort stark ab und erreicht bereits nach 6 h nur noch etwa 30 % der ursprünglichen Aktivität. Nachfolgend sinkt die tRNA-Methyltransferase-Aktivität langsam weiter ab; nach 24 h ist kaum noch Aktivität nachweisbar. • Mit Abnahme der tRNA-Methyltransferase-Aktivität sinkt ebenfalls der Anteil methylierter Guaninbasen an der dritten Position des Anticodons GGG der tRNA. • Da die tRNA-Methyltransferase-Menge bei gleichen Versuchsbedingungen im Vergleich zwischen Wildtyp und Mutante nahezu konstant bleibt, kann die verringerte Aktivität nicht auf eine verminderte Enzymmenge zurückgeführt werden. | 8 |
| 2 | <p>wertet die in Material D dargestellten Versuchsergebnisse hinsichtlich der tRNA-Methyltransferase-Menge, der tRNA-Methyltransferase-Aktivität und der Vermehrung der <i>E. coli trmD</i>-Mutante unter Berücksichtigung aller Materialien aus, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es kann daher ausgeschlossen werden, dass die Ursache für die Temperatursensitivität eine Enzymdenaturierung mit anschließendem Abbau des Enzyms ist. | 2 |
| 3 | <p>wertet die in Material D dargestellten Versuchsergebnisse hinsichtlich der tRNA-Methyltransferase-Menge, der tRNA-Methyltransferase-Aktivität und der Vermehrung der <i>E. coli trmD</i>-Mutante unter Berücksichtigung aller Materialien aus, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei einer Temperatur von 43 °C wächst die Kultur für weitere 8 – 9 Stunden. Erst dann nimmt die Vermehrung ab und die Zellen sterben. • Dies hängt mit der tRNA-Methyltransferase-Aktivität zusammen, die bei 43 °C eingeschränkt ist, methylierte tRNA nicht mehr gebildet wird und sich stattdessen nicht-methylierte tRNA in den Zellen ansammelt. | 4 |

| | | |
|---|--|---|
| 4 | <p>wertet die in Material D dargestellten Versuchsergebnisse hinsichtlich der tRNA-Methyltransferase-Menge, der tRNA-Methyltransferase-Aktivität und der Vermehrung der <i>E. coli trmD</i>-Mutante unter Berücksichtigung aller Materialien aus, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wenn erst nach 8 – 9 h bei der <i>E. coli trmD</i>-Mutante vermehrt der Zelltod eintritt, kann die mutierte tRNA-Methyltransferase nicht direkt für den Zelltod verantwortlich sein, sondern vielmehr der Anteil nicht-methylierter tRNA. • Durch die verringerte tRNA-Methylierungsrate ist davon auszugehen, dass bei der Proteinbiosynthese zahlreiche funktionslose Proteine gebildet werden. • Erreicht die tRNA-Methylierungsrate noch ein bestimmtes Niveau, können noch genügend funktionierende Proteine gebildet werden. • Wird eine kritische tRNA-Methylierungsrate unterschritten, ist die Bildung einer zum Überleben ausreichenden Menge an essentiellen Proteinen nicht mehr möglich, so dass der Zelltod eintritt. <p><i>(Andere sachlich richtige Ausführungen sind entsprechend zu werten.)</i></p> | 8 |
| 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 II.1

| Anforderungen | | Lösungsqualität | | | |
|-------------------------------|---|-------------------------------|-----------------|----|----|
| | Der Prüfling | maximal erreichbare Punktzahl | EK ² | ZK | DK |
| 1 | gibt tabellarisch die ... | 6 | | | |
| 2 | beschreibt detailliert den ... | 10 | | | |
| 3 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) | | | | |
| Summe II.1 Teilaufgabe | | 16 | | | |

Teilaufgabe II.2

| Anforderungen | | Lösungsqualität | | | |
|-------------------------------|---|-------------------------------|----|----|----|
| | Der Prüfling | maximal erreichbare Punktzahl | EK | ZK | DK |
| 1 | gibt die Aminosäuresequenz ... | 6 | | | |
| 2 | analysiert mögliche Unterschiede ... | 5 | | | |
| 3 | erläutert die möglichen ... | 5 | | | |
| 4 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) | | | | |
| Summe II.2 Teilaufgabe | | 16 | | | |

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

Teilaufgabe II.3

| | Anforderungen | Lösungsqualität | | | |
|---|---|-------------------------------|----|----|----|
| | | maximal erreichbare Punktzahl | EK | ZK | DK |
| | Der Prüfling | | | | |
| 1 | wertet die in ... | 8 | | | |
| 2 | wertet die in ... | 2 | | | |
| 3 | wertet die in ... | 4 | | | |
| 4 | wertet die in ... | 8 | | | |
| 5 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) | | | | |
| | Summe II.3 Teilaufgabe | 22 | | | |
| | 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 Punktsumme aus der ersten bearbeiteten Aufgabe | 60 | | | |
| Übertrag der Punktsumme aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe | 60 | | | |
| Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung | 120 | | | |
| aus der Punktsumme resultierende Note gemäß nachfolgender Tabelle | | | | |
| Note ggf. unter Absenkung um bis zu zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST | | | | |
| Paraphe | | | | |

Berechnung der Endnote nach Anlage 4 der Abiturverfügung auf der Grundlage von § 34 APO-GOST

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 – 48 |
| mangelhaft plus | 3 | 47 – 40 |
| mangelhaft | 2 | 39 – 32 |
| mangelhaft minus | 1 | 31 – 24 |
| ungenügend | 0 | 23 – 0 |



Name: _____

Abiturprüfung 2016

Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Die Salamander der Appalachen

- III.1 Werten Sie den einführenden Informationstext im Hinblick auf die ökologischen Aspekte und Faktoren aus, die für das Vorkommen der artenreichen Gattung *Plethodon* eine wichtige Rolle spielen (Material A). Fassen Sie die Daten in den Tabellen 1 und 2 zusammen und deuten Sie die zur Art *Plethodon teyahalee* sympatrische bzw. parapatrische Verbreitung weiterer *Plethodon*-Arten in den südlichen Appalachen aus ökologischer Sicht (Material A). (22 Punkte)
- III.2 Fassen Sie die in Abbildung 2 dargestellten Forschungsergebnisse kurz zusammen. Stellen Sie die Kernaussage der Bergmannschen Regel dar und erklären sie diese aus ökologischer Sicht. Erörtern Sie detailliert auf dieser Grundlage, ob sich die Bergmannsche Regel zur Erklärung der Körpergrößen bei den *Plethodon*-Salamandern anwenden lässt (Material B). (20 Punkte)
- III.3 Werten Sie Abbildung 3 unter Einbezug von Abbildung 2 im Hinblick auf die Faktoren aus, die ursächlich für die Veränderung der Körpergrößen innerhalb der Gattung *Plethodon* sein könnten. Entwickeln Sie auf der Grundlage der Materialien A bis C eine Hypothese zu den ökophysiologischen Ursachen dieser Veränderungen. (12 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Material A: Die Salamander der Appalachen

Die Appalachen sind ein bewaldetes Mittelgebirge in Nordamerika, das sich über eine Länge von 2400 km entlang der Ostküste des Kontinents erstreckt. Das Klima der Appalachen ist kühl bis gemäßigt mit einer hohen Luftfeuchtigkeit bedingt durch eine hohe Niederschlagsmenge. Durch Berge und tief eingeschnittene Flusstäler bieten die Appalachen eine Vielzahl unterschiedlicher Mikroklimata, und die Biodiversität ist extrem hoch. Die hier am häufigsten vorkommenden Wirbeltiere sind Salamander der Gattung *Plethodon*: Pro Quadratmeter können bis zu 8 Salamander vorkommen. Es sind landlebende, lungenlose und poikilotherme Tiere. Da Sauerstoffversorgung und Wasseraufnahme ausschließlich über die Haut erfolgen, muss diese stets feucht sein. Die Gattung *Plethodon* umfasst etwa 55 Arten.

Die Salamander ernähren sich von einer Vielzahl unterschiedlich großer wirbelloser Tiere wie Regenwürmer und Insekten (Käfer, Wanzen, Ameisen), aber auch Schnecken und Hundertfüßer werden gefressen. Die Verbreitung verschiedener *Plethodon*-Arten in den Appalachen wurde im Vergleich zur Verbreitung der Art *Plethodon teyahalee* untersucht (Abbildung 1). Dabei wurden die klimatischen Gegebenheiten an 2707 Standorten des Untersuchungsgebietes bezogen auf die Faktoren Feuchtigkeit und Temperatur analysiert, und die Morphologie der Salamander wurde in die Studie einbezogen.

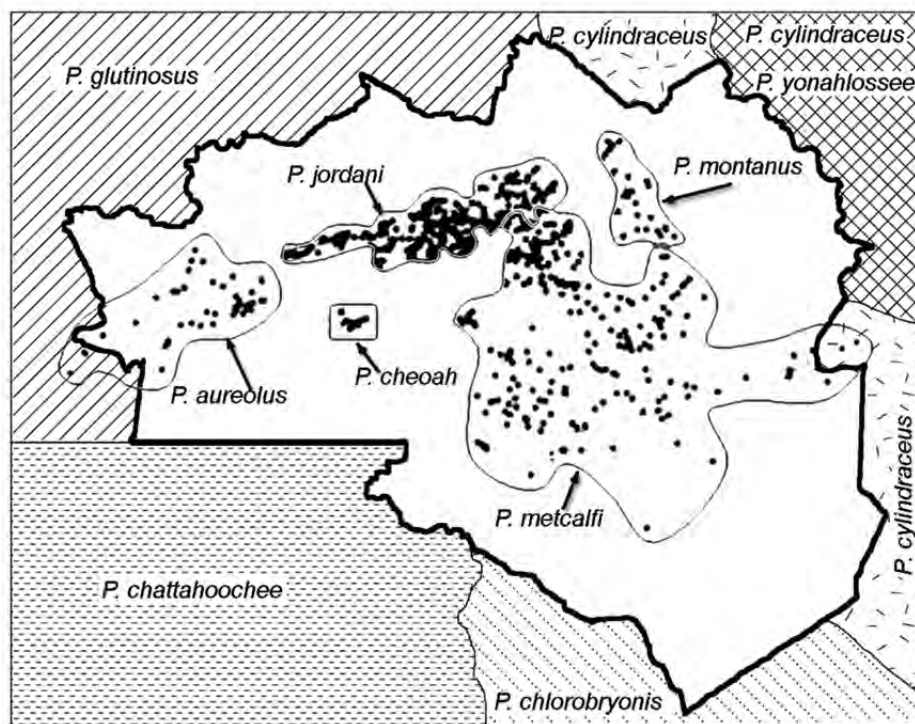


Abbildung 1: Geographische Verbreitung von *Plethodon*-Arten in den südlichen Appalachen (Die weiße Fläche entspricht dem Verbreitungsgebiet von *P. teyahalee*.)



Name: _____

| Art | P/S | Durchschnittliche Differenz der Kopfgrößen zu <i>P. teyahalee</i> |
|-------------------------|-----|--|
| <i>P. aureolus</i> | S | 2,74 |
| <i>P. cheoah</i> | S | 3,21 |
| <i>P. jordani</i> | S | 2,82 |
| <i>P. metcalfi</i> | S | 1,43 |
| <i>P. montanus</i> | S | 2,84 |
| <i>P. chattahoochee</i> | P | 0,33 |
| <i>P. chlorobryonis</i> | P | 0,47 |
| <i>P. cylindraceus</i> | P | 0,34 |
| <i>P. glutinosus</i> | P | 3,05 |
| <i>P. yonahlossee</i> | P | 1,99 |

Tabelle 1: Vergleich der Kopfgrößen zwischen *P. teyahalee* und verschiedenen zu dieser Art sympatrisch (S) bzw. parapatrisch¹ (P) vorkommenden *Plethodon*-Arten (Die Kopfgrößen der verschiedenen Arten wurden ermittelt, indem 11 homologe *landmarks*, Positionen auf Schädel und Kiefer eines jeden Tieres, mathematisch zueinander in Beziehung gesetzt wurden. Die ermittelten Werte bleiben ohne Einheit. Fettgedruckt sind signifikant abweichende Kopfgrößen.)

| Art | Prozentualer Anteil an Standorten mit zu <i>P. teyahalee</i> übereinstimmender klimatischer Nische |
|-------------------------|---|
| <i>P. chlorobryonis</i> | 53,2 |
| <i>P. cylindraceus</i> | 57,5 |
| <i>P. glutinosus</i> | 21,5 |

Tabelle 2: Prozentualer Anteil an Standorten mit zu *P. teyahalee* übereinstimmender klimatischer Nische in den Verbreitungsgebieten von drei zu *P. teyahalee* parapatrisch lebenden *Plethodon*-Arten (Bei den sympatrisch vorkommenden Arten beträgt der Grad der Überlappung 100 %.)

¹ Sympatrisch vorkommende Arten besiedeln dasselbe Verbreitungsgebiet, während die Verbreitungsgebiete parapatrisch vorkommender Arten aneinander angrenzen, sich aber nicht überlappen.



Name: _____

Material B: Körpergrößen in der Gattung *Plethodon*

Im Zuge der globalen Erwärmung änderten sich in den letzten Jahrzehnten die Durchschnittstemperaturen auch in den Appalachen. Forscher untersuchten u. a. die Entwicklung der Körpergrößen von *Plethodon*-Salamandern anhand historischer und aktueller Daten.

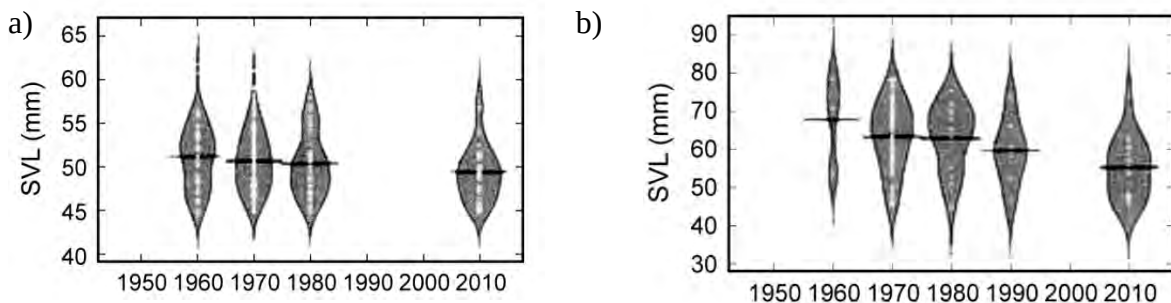


Abbildung 2: Entwicklung der Körpergrößenverteilung der Arten a) *P. cheoah*, b) *P. cylindraceus*
(Die Abkürzung SVL steht für die Länge von der Schnauze bis zum After, die dunkle Querlinie gibt die durchschnittliche SVL an. Hinter den Jahreszahlen liegt jeweils eine Dekade, d. h., die „1960“ steht für den Zeitraum 1960 – 1969.)

Material C: Körpergröße und ökophysiologische Ursachen

Zur Erforschung möglicher Ursachen für die Entwicklung der Körpergrößen (siehe Material B) wurden klimatische (vgl. Abbildung 3) und physiologische Daten in die Untersuchung einbezogen. Biophysikalische Modellierungsversuche zeigen, dass der Sauerstoffbedarf als Maß für den Energiebedarf der *Plethodon*-Salamander bei ansteigenden Temperaturen zunimmt.

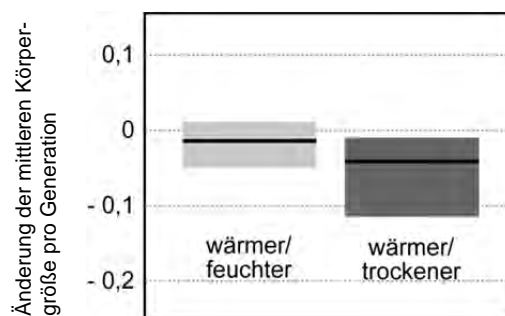


Abbildung 3: Änderung der mittleren Körpergröße pro Generation von *Plethodon*-Salamandern aus Regionen der Appalachen, die im Untersuchungszeitraum wärmer/feuchter oder wärmer/trockener geworden sind.
(Die in einem statistischen Verfahren mit mehreren Variablen ermittelte Änderung bleibt ohne Einheit.)

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2016

Biologie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Die Salamander der Appalachen

- III.1 Werten Sie den einführenden Informationstext im Hinblick auf die ökologischen Aspekte und Faktoren aus, die für das Vorkommen der artenreichen Gattung *Plethodon* eine wichtige Rolle spielen (Material A). Fassen Sie die Daten in den Tabellen 1 und 2 zusammen und deuten Sie die zur Art *Plethodon teyahalee* sympatrische bzw. parapatrische Verbreitung weiterer *Plethodon*-Arten in den südlichen Appalachen aus ökologischer Sicht (Material A). (22 Punkte)
- III.2 Fassen Sie die in Abbildung 2 dargestellten Forschungsergebnisse kurz zusammen. Stellen Sie die Kernaussage der Bergmannschen Regel dar und erklären sie diese aus ökologischer Sicht. Erörtern Sie detailliert auf dieser Grundlage, ob sich die Bergmannsche Regel zur Erklärung der Körpergrößen bei den *Plethodon*-Salamandern anwenden lässt (Material B). (20 Punkte)
- III.3 Werten Sie Abbildung 3 unter Einbezug von Abbildung 2 im Hinblick auf die Faktoren aus, die ursächlich für die Veränderung der Körpergrößen innerhalb der Gattung *Plethodon* sein könnten. Entwickeln Sie auf der Grundlage der Materialien A bis C eine Hypothese zu den ökophysiologischen Ursachen dieser Veränderungen. (12 Punkte)

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

3. Materialgrundlage

- Material A:
Abbildung 1 verändert nach: Church 2011
Tabelle 1 verändert nach: Church 2011
Tabelle 2 verändert nach: Church 2011
- Material B:
Abbildung 2 verändert nach: Caruso *et al.* 2014
- Material C:
Abbildung 3 verändert nach: Caruso *et al.* 2014
- Caruso, N. M., Sears, M. W., Adams, D. C. and Lips, K. R. (2014): Widespread reductions in body size of adult salamanders in response to climate change. *Global Change Biology* 20, 1751–1759
- Church, J. O’connor (2011): Ecological processes regulating geographic distribution of *Plethodon* salamanders in the Southern Appalachian Mountains. *Graduate Theses and Dissertations*. Paper 10182
- Milanovitch, J. R., Peterman, W. E., Nibbelink, N. P. and Maerz, J. C. (2010): Projected loss of a salamander diversity hotspot as a consequence of projected global climate change. *PLoS ONE* 5, e12189

4. Bezüge zu den Vorgaben 2016

1. Inhaltliche Schwerpunkte

Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung

- Einfache Beziehungen zwischen Organismengruppen und abiotischen Habitatfaktoren
 - Angepasstheiten an Temperatur und Feuchtigkeit bei Tieren und Pflanzen
 - Toleranzbereich, physiologisches und ökologisches Optimum
- Wechselbeziehungen, Populationsdynamik
 - Beziehungen zwischen Populationen: LOTKA-VOLTERRA-Regeln, Konkurrenz, Koexistenz

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>wertet den einführenden Informationstext im Hinblick auf die ökologischen Aspekte und Faktoren aus, die für das Vorkommen der artenreichen Gattung <i>Plethodon</i> eine wichtige Rolle spielen (Material A), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ein wesentlicher abiotischer Faktor für die Gattung <i>Plethodon</i> sind die hohen Niederschläge in den Appalachen. Die Salamander sind, da sie Sauerstoff und Wasser ausschließlich über die Haut aufnehmen, auf eine hohe Luftfeuchtigkeit in ihrer Umgebung angewiesen. • Ebenso ist der abiotische Faktor Temperatur bedeutsam für das Vorkommen der Salamander, da die Stoffwechselaktivität der poikilothermen Salamander von der Außentemperatur abhängt. • Die Appalachen bieten aufgrund von Bergen und tief eingeschnittenen Flusstälern eine Vielzahl verschiedener Mikroklimata und somit verschiedene Habitate für Arten. Dies begünstigt die Ausbildung unterschiedlicher ökologischer Nischen, was den Artenreichtum innerhalb der Gattung <i>Plethodon</i> erklären könnte. | 6 |
| 2 | <p>fasst die Daten in den Tabellen 1 und 2 zusammen, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle zu <i>P. teyahalee</i> sympatrisch vorkommenden Arten unterscheiden sich in ihrer Kopfgröße signifikant von dieser Art. • Die zu <i>P. teyahalee</i> sympatrisch vorkommenden Arten zeigen eine 100 %ige Übereinstimmung ihrer klimatischen Nischen mit <i>P. teyahalee</i>. • Die Kopfgrößen der zu <i>P. teyahalee</i> parapatriisch vorkommenden Arten weisen teilweise signifikante Unterschiede zu dieser Art auf. Bei mehreren Arten gibt es jedoch keine signifikanten Unterschiede in der Kopfgröße. • Die zu <i>P. teyahalee</i> parapatriisch vorkommenden Arten kommen teilweise an Standorten vor, die sich von der klimatischen Nische der Art <i>P. teyahalee</i> unterscheiden. | 8 |
| 3 | <p>deutet die zur Art <i>Plethodon teyahalee</i> sympatrische bzw. parapatriische Verbreitung weiterer <i>Plethodon</i>-Arten in den südlichen Appalachen aus ökologischer Sicht (Material A), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zwischen den Salamanderarten im gleichen Verbreitungsgebiet besteht interspezifische Konkurrenz. Sie können nach dem Konkurrenzausschlussprinzip nur dann dauerhaft gemeinsam vorkommen, wenn sie sich zumindest teilweise in ihren Ansprüchen an den Lebensraum unterscheiden. • Aufgrund der auffälligen Unterschiede der Kopfgrößen kann vermutet werden, dass die sympatrisch zu <i>P. teyahalee</i> vorkommenden Salamanderarten unterschiedlich große Bodentiere als Nahrungsquelle nutzen. Hierdurch wird interspezifische Konkurrenz vermieden und eine Koexistenz ermöglicht. • Die parapatriische Verbreitung der Arten erklärt sich zumindest teilweise durch die Anpasstheit an unterschiedliche mikroklimatische Gegebenheiten in den Appalachen. • Zwischen diesen Arten besteht folglich keine Nahrungskonkurrenz. Daher unterscheiden sich nicht alle parapatriisch zu <i>P. teyahalee</i> lebenden Arten in der Kopfgröße signifikant von <i>P. teyahalee</i>. <p>(Zur Vergabe der vollen Punktzahl ist die Einbeziehung der fachlichen Konzepte interspezifische Konkurrenz, Konkurrenzausschlussprinzip und Koexistenz in die Argumentation erforderlich.)</p> | 8 |
| 4 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2) | |

Teilaufgabe III.2

| | Anforderungen | maximal erreichbare Punktzahl |
|---|---|-------------------------------------|
| | Der Prüfling | |
| 1 | <p>fasst die in Abbildung 2 dargestellten Forschungsergebnisse kurz zusammen, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei beiden <i>Plethodon</i>-Arten zeigt sich seit den 1960er Jahren eine Abnahme der durchschnittlichen Körpergröße. • Die Körpergröße der kleineren Salamanderart <i>P. cheoah</i> nimmt dabei weniger stark ab als die der größeren Art <i>P. cylindraceus</i>. | 2 |
| 2 | <p>stellt die Kernaussage der Bergmannschen Regel dar und erklärt diese aus ökologischer Sicht, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Bergmannsche Regel besagt, dass bei endothermen Tieren die Größe nahe verwandter Arten oder Unterarten von warmen Klimazonen zu den kälteren hin zunimmt. • Die Zunahme der Körpergröße nach der Bergmannschen Regel erklärt sich dadurch, dass bei großen Tieren mit ähnlichem Körperbau die Körperoberfläche im Verhältnis zum Körpervolumen geringer ist als bei kleineren. • Sie verlieren daher im Verhältnis weniger Wärme über ihre Oberfläche und kühlen in kalten Klimaten weniger schnell aus. | 6 |
| 3 | <p>erörtert detailliert auf dieser Grundlage, ob sich die Bergmannsche Regel zur Erklärung der Körpergrößen bei den <i>Plethodon</i>-Salamandern anwenden lässt (Material B), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Salamander waren bei kühleren Umgebungstemperaturen größer als unter den nun herrschenden wärmeren Bedingungen. Dies würde zu der Bergmannschen Regel passen, nach der die Körpergröße von Tieren nahe verwandter Arten oder Unterarten unter kühleren Bedingungen größer ist. • Die Salamander sind jedoch poikilotherm, ihre Körpertemperatur und damit Stoffwechselaktivität ändern sich mit der Umgebungstemperatur. • Ein größerer Körper wärmt sich bedingt durch die im Verhältnis zum Volumen geringere Oberfläche nur langsam auf. Auch die Sauerstoffversorgung aller Körperzellen durch reine Diffusion ist langsamer. • Ein größerer Körper ist für poikilotherme Tiere in kühleren Regionen daher nicht vorteilhaft, da ihre Stoffwechselaktivität bei Temperaturzunahme nur langsam ansteigt. | 8 |
| 4 | <p>erörtert detailliert auf dieser Grundlage, ob sich die Bergmannsche Regel zur Erklärung der Körpergrößen bei den <i>Plethodon</i>-Salamandern anwenden lässt (Material B), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das im Zusammenhang mit der Bergmannschen Regel angesprochene Oberfläche-Volumen-Verhältnis ist somit kein geeignetes Modell zur Erklärung der Körpergröße bei den <i>Plethodon</i>-Arten. • Da aufgrund der höheren Stoffwechselaktivität den poikilothermen Tieren in warmen Klimazonen mehr Energie für das Aufspüren von Beute und damit für das Wachstum zur Verfügung steht, würde man eher erwarten, dass sie mit zunehmender Umgebungstemperatur größer werden. | 4 |
| 5 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2) | |

Teilaufgabe III.3

| | Anforderungen | maximal erreichbare Punktzahl |
|---|---|-------------------------------------|
| | Der Prüfling | |
| 1 | <p>wertet Abbildung 3 unter Einbezug von Abbildung 2 im Hinblick auf die Faktoren aus, die ursächlich für die Veränderung der Körpergrößen innerhalb der Gattung <i>Plethodon</i> sein könnten, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Körpergröße der Salamander hat sich stärker in den Regionen der Appalachen verringert, in denen das Klima trockener und wärmer geworden ist, als in Gebieten, die wärmer und feuchter geworden sind. Folglich beeinflussen die Temperatur und die Feuchtigkeit die Körpergröße der Salamander. <p><i>(Vergleichbare fachlich zutreffende Ausführungen sind entsprechend zu werten.)</i></p> | 4 |
| 2 | <p>entwickelt auf der Grundlage der Materialien A bis C eine Hypothese zu den ökophysiologischen Ursachen dieser Veränderungen, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> Versuche zeigten, dass der Sauerstoffbedarf als Maß für den Energieverbrauch mit ansteigenden Temperaturen ansteigt. Das heißt, dass die Stoffwechselaktivität der Salamander zunimmt, da der erhöhte Sauerstoffbedarf ein direktes Maß für den Energiebedarf ist. | 2 |
| 3 | <p>entwickelt auf der Grundlage der Materialien A bis C eine Hypothese zu den ökophysiologischen Ursachen dieser Veränderungen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Zunahme der Stoffwechselaktivität der Salamander erklärt sich vermutlich durch die RGT-Regel, nach der die Geschwindigkeit biochemischer Reaktionen mit zunehmender Temperatur steigt. Für eine gute Sauerstoffversorgung sind die Salamander auf eine feuchte Haut (Sauerstofflöslichkeit) und somit auf eine feuchte Umgebung angewiesen. Bei zunehmender Temperatur und einer trockeneren Umgebung und damit einer trockeneren Haut ist dies nicht mehr gewährleistet, was aber für einen intensiver ablaufenden Stoffwechsel der Fall sein müsste. Deshalb könnte diese schlechtere Sauerstoffversorgung und damit reduzierte Energiegewinnung ein geringeres Wachstum vor allem in warmer und trockener Umgebung erklären. <p><i>(Eine vergleichbare fachlich begründete Hypothese ist entsprechend zu werten.)</i></p> | 6 |
| 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 Der Prüfling | Lösungsqualität | | | |
|---|---|-------------------------------|-----------------|----|----|
| | | maximal erreichbare Punktzahl | EK ² | ZK | DK |
| 1 | wertet den einführenden ... | 6 | | | |
| 2 | fasst die Daten ... | 8 | | | |
| 3 | deutet die zur ... | 8 | | | |
| 4 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) | | | | |
| | Summe III.1 Teilaufgabe | 22 | | | |

Teilaufgabe III.2

| | Anforderungen Der Prüfling | Lösungsqualität | | | |
|---|---|-------------------------------|----|----|----|
| | | maximal erreichbare Punktzahl | EK | ZK | DK |
| 1 | fasst die in ... | 2 | | | |
| 2 | stellt die Kernaussage ... | 6 | | | |
| 3 | erörtert detailliert auf ... | 8 | | | |
| 4 | erörtert detailliert auf ... | 4 | | | |
| 5 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) | | | | |
| | Summe III.2 Teilaufgabe | 20 | | | |

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

Teilaufgabe III.3

| | Anforderungen | Lösungsqualität | | | |
|---|---|-------------------------------|----|----|----|
| | | maximal erreichbare Punktzahl | EK | ZK | DK |
| | Der Prüfling | | | | |
| 1 | wertet Abbildung 3 ... | 4 | | | |
| 2 | entwickelt auf der ... | 2 | | | |
| 3 | entwickelt auf der ... | 6 | | | |
| 4 | erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) | | | | |
| | Summe III.3 Teilaufgabe | 12 | | | |
| | 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 gemäß nachfolgender Tabelle | | | | |
| Note ggf. unter Absenkung um bis zu zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST | | | | |
| | | | | |
| Paraphe | | | | |

Berechnung der Endnote nach Anlage 4 der Abiturverfügung auf der Grundlage von § 34 APO-GOST

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 – 48 |
| mangelhaft plus | 3 | 47 – 40 |
| mangelhaft | 2 | 39 – 32 |
| mangelhaft minus | 1 | 31 – 24 |
| ungenügend | 0 | 23 – 0 |