



Name: \_\_\_\_\_

# Abiturprüfung 2015

## Biologie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Thema: Die Evolution der Amazonas-Flussdelfine

- I.1 Beschreiben Sie die Verbreitung der Amazonas-Flussdelfine in Südamerika (Material A). Werten Sie das Ergebnis der molekulargenetischen Untersuchung im Hinblick auf mögliche Verwandtschaftsbeziehungen der drei *Inia geoffrensis*-Unterarten aus (Material B, Tabelle 1). Nennen Sie die zur Gewinnung größerer mtDNA-Mengen erforderlichen methodischen Arbeitsschritte (Material B). Prüfen Sie unter Einbeziehung verschiedener Artbegriffe den Vorschlag, die Gattung *Inia* in zwei Arten zu unterteilen (Materialien A und B). (28 Punkte)
- I.2 Erläutern Sie differenziert aus evolutionsbiologischer Sicht unter Einbeziehung der in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse die bisherige Entwicklung der Amazonas-Flussdelfine (Materialien A bis C). (18 Punkte)
- I.3 Erörtern Sie die Hypothese, dass es in der weiteren Evolution der Amazonas-Flussdelfine im Orinoco- und im Amazonasbecken zur Artaufspaltung kommt (Materialien A bis C). (8 Punkte)

### Zugelassene Hilfsmittel:

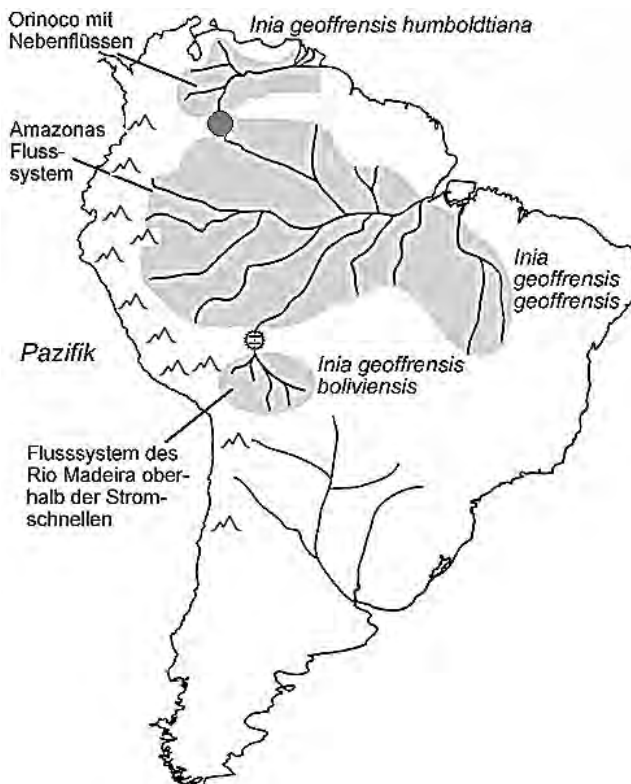
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: \_\_\_\_\_

## Material A: Informationen zu den Amazonas-Flussdelfinen

Flussdelfine (*Iniidae*) sind eine Säugetierfamilie, die zur Ordnung der Wale (*Cetacea*) und hier genauer zur Unterordnung der Zahnwale (*Odontoceti*) gehört. Im nördlichen Südamerika finden sich drei Unterarten des Amazonas-Flussdelfins (*Inia geoffrensis*), der einzigen Art der Gattung *Inia*. Die Unterarten *Inia geoffrensis humboldtiana* und *Inia geoffrensis geoffrensis* weisen im Vergleich zu *Inia geoffrensis boliviensis* ein höher entwickeltes Gehirn sowie eine Reduzierung der Zahnzahl auf. Allen gemeinsam sind die kleinen Augen. Die Schnauze ist langgestreckt und mit Tastaaren besetzt. Ihre Nahrung besteht vorwiegend aus kleinen Fischen, die sie mit Hilfe von hochentwickelter Echolotpeilung orten können.



- Schwarzwasserregion  
(Die Erklärung des Begriffs erfolgt im Text unten.)
- ⊗ Stromschnellen im Rio Madeira
- ⋈ ungefährer Verlauf des Andenmassivs
- Grau unterlegt sind die Verbreitungsgebiete.

Abbildung 1: Verbreitungsgebiete der Unterarten von *Inia geoffrensis*



Abbildung 2: Amazonas-Flussdelfin

Flussdelfine leben meist als Einzelgänger und halten sich bevorzugt in den sumpfigen, stehenden Nebenarmen der großen Ströme auf. Im Bereich zwischen Orinoco und Amazonas befinden sich die Flüsse der so genannten Schwarzwasserregion. In dieser Region hat sich das Wasser durch ausgewaschenes Humusmaterial dunkelbraun bis schwarz verfärbt. Dies bewirkt eine Absenkung des pH-Werts. Forscher konnten feststellen, dass in den Flüssen dieser Region vereinzelt Individuen von *Inia geoffrensis* auftreten. In der Regel werden diese jedoch von ihnen gemieden.



Name: \_\_\_\_\_

## Material B: Untersuchung der mtDNA der Amazonas-Flussdelfine

Forscher schlugen vor, die Amazonas-Flussdelfine statt in die drei oben genannten Unterarten in zwei Arten zu unterteilen. Um dies zu untersuchen, wurde die Sequenz eines Ausschnitts der mitochondrialen DNA (mtDNA) von Individuen aus den drei Unterarten der Amazonas-Flussdelfine analysiert (Tabelle 1). Für diese Untersuchungen wurden insgesamt 96 Flussdelfine aus den in Abbildung 1 dargestellten Verbreitungsgebieten gefangen. Die Forscher entnahmen ihnen Haut aus der Schwanzflosse und vervielfältigten die mtDNA. Sie identifizierten 14 verschiedene Haplotypen. Unter einem Haplotyp versteht man eine Variante einer Nukleotidsequenz, z. B. in einem bestimmten Chromosomenabschnitt oder in der mtDNA. Exemplarisch sind in Tabelle 1 ausgewählte Basen aus einem Ausschnitt aus der mtDNA des jeweils häufigsten Haplotyps aus dem jeweiligen Verbreitungsgebiet dargestellt. Ausgewählt wurden die Basen, die sich in den drei Haplotypen unterscheiden.

Tabelle 1: Vergleich ausgewählter Basen aus einem 400 Basenpaare großen Ausschnitt der mtDNA von drei verschiedenen Haplotypen aus den drei Verbreitungsgebieten

Position der jeweiligen Base	6	16	23	24	27	28	45	46	62	66	78	91	99	104	115	127	128	130	136	137	141
<i>Inia g. humboldtiana</i>	C	A	A	G	G	T	C	C	G	T	T	A	A	T	T	C	C	T	C	C	C
<i>Inia g. geoffrensis</i>	C	A	A	G	G	T	C	C	G	C	T	A	A	T	T	C	C	C	T	T	T
<i>Inia g. boliviensis</i>	T	G	G	A	A	C	T	A	A	C	C	G	G	C	C	T	T	T	C	T	T



Name: \_\_\_\_\_

### Material C: Die Evolution der Amazonas-Flussdelfine

H. Grabert führte Untersuchungen zur Evolution der *Iniidae* durch, wobei er zum einen die Veränderung ihres Lebensraums (Tabelle 2) und zum anderen Fossilien dieser Tiere untersuchte. Nach Grabert könnten die Vorfahren der *Iniidae* vor 15 Millionen Jahren aus pazifischen Küstengewässern in die Gewässer im Landesinneren eingewandert sein.

Tabelle 2: Veränderungen des Lebensraums der Amazonas-Flussdelfine

Zeitraum	Veränderungen
vor 5 bis 1,8 Millionen Jahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fortgesetzte Gebirgsbildung der Anden</li> <li>• Verschwinden der Verbindung zwischen den Küstengewässern und den Gewässern im Landesinneren</li> <li>• Abnahme des Salzgehalts in den Seen im Landesinneren</li> </ul>
vor 1,8 Millionen bis vor ca. 10.000 Jahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existenz einer Verbindung zwischen den Andenseen (heutiges Flusssystem des Rio Madeira) und dem Amazonas-Orinoco-Flusssystem</li> <li>• Entstehung der für Flussdelfine unüberwindlichen Stromschnellen im Rio Madeira</li> </ul>
vor ca. 10.000 Jahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umwandlung der bisherigen Savannen-Landschaft in den heute typischen tropischen Regenwald mit anschließender Veränderung der Wasserqualität der Seen und Flüsse</li> <li>• Entwicklung der Schwarzwasserregion mit einem hohen Säuregehalt</li> <li>• Aufspaltung des bis dahin einheitlichen Gebiets von Orinoco und Amazonas</li> </ul>

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2015

## Biologie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

### 2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>

#### Thema: Die Evolution der Amazonas-Flussdelfine

- I.1 Beschreiben Sie die Verbreitung der Amazonas-Flussdelfine in Südamerika (Material A). Werten Sie das Ergebnis der molekulargenetischen Untersuchung im Hinblick auf mögliche Verwandtschaftsbeziehungen der drei *Inia geoffrensis*-Unterarten aus (Material B, Tabelle 1). Nennen Sie die zur Gewinnung größerer mtDNA-Mengen erforderlichen methodischen Arbeitsschritte (Material B). Prüfen Sie unter Einbeziehung verschiedener Artbegriffe den Vorschlag, die Gattung *Inia* in zwei Arten zu unterteilen (Materialien A und B). (28 Punkte)
- I.2 Erläutern Sie differenziert aus evolutionsbiologischer Sicht unter Einbeziehung der in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse die bisherige Entwicklung der Amazonas-Flussdelfine (Materialien A bis C). (18 Punkte)
- I.3 Erörtern Sie die Hypothese, dass es in der weiteren Evolution der Amazonas-Flussdelfine im Orinoco- und im Amazonasbecken zur Artaufspaltung kommt (Materialien A bis C). (8 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- Material A:  
Abbildung 1 geändert nach: Hamilton *et al.* 2001, S. 550  
Abbildung 2: Zoo Duisburg: Amazonas-Delphin
- Material B:  
Tabelle 1 geändert nach: Banguera-Hinestroza *et al.* 2002, S. 316
- Material C:  
Tabelle 2 geändert nach: Grabert 1984, S. 334 – 340, und Banguera-Hinestroza *et al.* 2002, S. 319

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

- Banguera-Hinestroza, E. *et al.* (2002). Molecular Identification of Evolutionarily Significant Units in the Amazon River Dolphin *Inia* sp. (Cetacea: Iniidae). *Journal of Heredity*, 93, 312 – 322
- Grabert, H. (1984). Migration and speciation of the South American Iniidae (Cetacea, Mammalia). *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 49, 334 – 341
- Hamilton, H., Caballero, S., Collins, A. G. & Brownell Jr., R. L. (2001). Evolution of river dolphins. *Proceedings of the Royal Society B*, 268, 549 – 556  
verfügbar unter: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1119&context=usdeptcommercepub> (Zugriff: 20.02.2015)  
Korrektur: <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/268/1485/2615.abstract> (Zugriff: 20.02.2015)
- Hollatz, C., Torres Vilaca, S., Redondo, R. A. F., Marmontel, M., Baker, C. S. & Santos, F. R. (2011). The Amazon River system as an ecological barrier driving genetic differentiation of the pink dolphin (*Inia geoffrensis*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 102, 812 – 827
- Storch, V., Welsch, U. & Wink, M. (2013). *Evolutionsbiologie*. Heidelberg (Springer Spektrum). S. 290
- Zoo Duisburg: Amazonas-Delphin  
verfügbar unter: [http://www.zoo-duisburg.de/component/zoo/item/amazonas-delphin.html?category\\_id=5](http://www.zoo-duisburg.de/component/zoo/item/amazonas-delphin.html?category_id=5) (Zugriff: 20.02.2015)
- WWF Deutschland, Traffic Europe-Germany (2007). Amazonas-Flussdelphin  
verfügbar unter: [www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Arten-Portraet-Amazonas-Flussdelfin.pdf](http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Arten-Portraet-Amazonas-Flussdelfin.pdf) (Zugriff: 19.03.2014)

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2015

##### 1. Inhaltliche Schwerpunkte

Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten

- Grundlagen evolutiver Veränderung
  - Genotypische Variabilität von Populationen (keine Modellberechnungen)
- Art und Artbildung
- Evolutionshinweise und Evolutionstheorie
  - Rezente und paläontologische Hinweise (Homologie der Wirbeltiergliedmaßen)
  - Systematik und phylogenetischer Stammbaum (Grundlegende Zusammenhänge innerhalb des Wirbeltierstammbaumes)
  - 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

Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen

- Angewandte Genetik
  - Werkzeuge und Verfahrensschritte der Gentechnik (PCR und genetischer Fingerabdruck)

##### 2. Medien/Materialien

- 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	<p>beschreibt die Verbreitung der Amazonas-Flussdelfine in Südamerika (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Amazonas-Flussdelfine leben in den sumpfigen, stehenden Nebenarmen großer Ströme.</li> <li>• Die Unterart <i>Inia geoffrensis humboldtiana</i> ist im Flusssystem des Orinoco-Beckens anzutreffen.</li> <li>• Die Unterart <i>Inia geoffrensis geoffrensis</i> findet man im Amazonas und seinen Seitenarmen (Amazonas-Becken).</li> <li>• Im Flusssystem des oberen Rio Madeira ist die Unterart <i>Inia geoffrensis boliviensis</i> beheimatet.</li> </ul>	4
2	<p>wertet das Ergebnis der molekulargenetischen Untersuchung im Hinblick auf mögliche Verwandtschaftsbeziehungen der drei <i>Inia geoffrensis</i>-Unterarten aus (Material B, Tabelle 1), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Haplotyp der mtDNA (bezogen auf die ausgewählten Basen aus dem untersuchten Stück) von <i>Inia geoffrensis boliviensis</i> unterscheidet sich deutlich von den Haplotypen aus den zwei anderen Verbreitungsgebieten: Er unterscheidet sich in 19 Nukleotiden vom angegebenen Haplotyp von <i>Inia geoffrensis humboldtiana</i> bzw. in 18 Nukleotiden von dem von <i>Inia geoffrensis geoffrensis</i>.</li> <li>• Beim Haplotyp von <i>Inia geoffrensis geoffrensis</i> treten 5 Unterschiede im Vergleich zu dem von <i>Inia geoffrensis humboldtiana</i> auf. Die Haplotypen von <i>Inia geoffrensis geoffrensis</i> und <i>Inia geoffrensis humboldtiana</i> zeigen also bei den ausgewählten Basen jeweils einen hohen Grad an übereinstimmenden Basen. (Zum Erreichen der vollen Punktzahl ist die Ermittlung der konkreten Zahl an unterschiedlichen Nukleotiden nicht erforderlich.)</li> </ul>	4
3	<p>wertet das Ergebnis der molekulargenetischen Untersuchung im Hinblick auf mögliche Verwandtschaftsbeziehungen der drei <i>Inia geoffrensis</i>-Unterarten aus (Material B, Tabelle 1), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Vergleich der mtDNA der drei Haplotypen zeigt, dass <i>Inia geoffrensis geoffrensis</i> und <i>Inia geoffrensis humboldtiana</i> wahrscheinlich enger miteinander verwandt sind.</li> <li>• <i>Inia geoffrensis boliviensis</i> ist von den beiden anderen Unterarten wahrscheinlich verwandtschaftlich stärker getrennt.</li> </ul>	4

4	<p>nennt die zur Gewinnung größerer mtDNA-Mengen erforderlichen methodischen Arbeitsschritte (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entnahme von Hautzellen der Amazonas-Flussdelfine und Isolation der mtDNA</li> <li>• Amplifikation der mtDNA mittels PCR</li> <li>• DNA-Sequenzierung und Visualisierung der PCR-Produkte mittels Elektrophorese (Wenn vom Prüfling andere Akzente gesetzt werden, kann dies entsprechend gewertet werden.)</li> </ul>	4
5	<p>prüft unter Einbeziehung verschiedener Artbegriffe den Vorschlag, die Gattung <i>Inia</i> in zwei Arten zu unterteilen (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach dem biologischen Artbegriff ist eine Art eine natürliche Fortpflanzungsgemeinschaft, die von anderen vergleichbaren Gruppen reproduktiv isoliert ist.</li> <li>• Nach dem morphologischen Artbegriff gehören zu einer Art alle Individuen, die in ihren wesentlichen Merkmalen untereinander übereinstimmen.</li> </ul>	4
6	<p>prüft unter Einbeziehung verschiedener Artbegriffe den Vorschlag, die Gattung <i>Inia</i> in zwei Arten zu unterteilen (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Individuen von <i>Inia geoffrensis boliviensis</i> zeigen im Vergleich zu den Individuen aus den anderen zwei Verbreitungsgebieten große Unterschiede im Vergleich der ausgewählten Basen der mtDNA, die zu einer reproduktiven Isolation geführt haben können.</li> <li>• Folglich könnte es sich bei <i>Inia geoffrensis boliviensis</i> nach dem biologischen Artbegriff um eine eigene Art handeln.</li> </ul>	4
7	<p>prüft unter Einbeziehung verschiedener Artbegriffe den Vorschlag, die Gattung <i>Inia</i> in zwei Arten zu unterteilen (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Inia geoffrensis boliviensis</i> besitzt im Gegensatz zu <i>Inia geoffrensis humboldtiana</i> und <i>Inia geoffrensis geoffrensis</i> ein niedriger entwickeltes Gehirn und eine höhere Anzahl an Zähnen.</li> <li>• Folglich könnte es sich bei <i>Inia geoffrensis boliviensis</i> nach dem morphologischen Artbegriff um eine eigene Art handeln.</li> </ul>	4
8	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	



## Teilaufgabe I.2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert differenziert aus evolutionsbiologischer Sicht unter Einbeziehung der in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse die bisherige Entwicklung der Amazonas-Flussdelfine (Materialien A bis C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der zunächst einheitliche Lebensraum könnte von den <i>Inia</i>-Vorfahren als Gründerpopulation von der Pazifikseite aus besiedelt worden sein.</li> <li>• Durch die Gebirgsbildung der Anden entstand die geografische Abtrennung der Gewässer im Landesinneren zum Pazifik.</li> </ul>	3
2	<p>erläutert differenziert aus evolutionsbiologischer Sicht unter Einbeziehung der in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse die bisherige Entwicklung der Amazonas-Flussdelfine (Materialien A bis C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch transformierende Selektion ist eine Anpasstheit an die Süßwasserumgebung entstanden.</li> </ul>	2
3	<p>erläutert differenziert aus evolutionsbiologischer Sicht unter Einbeziehung der in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse, die bisherige Entwicklung der Amazonas-Flussdelfine (Materialien A bis C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die entstandene geografische Barriere durch die Stromschnellen im Rio Madeira führte zu einer Trennung der ursprünglichen Population in zwei Teilpopulationen im oberen Rio Madeira bzw. im Becken des Orinoco und des Amazonas.</li> <li>• Dadurch wurde der Genfluss unterbrochen.</li> <li>• Die durch die geografische Isolation entstandenen unterschiedlichen Genpools enthielten jeweils nur einen bestimmten Teil des ursprünglichen Genpools. Die Genpools in den zwei Teilpopulationen veränderten sich <ul style="list-style-type: none"> <li>– durch Mutation und Rekombination in der Kern-DNA,</li> <li>– durch Mutationen in der mtDNA (dies ist auch molekulargenetisch bei dem Haplotyp von <i>Inia geoffrensis boliviensis</i> im Vergleich zu den Haplotypen der Individuen in den Flusssystemen des Orinoco bzw. des Amazonas zu erkennen),</li> <li>– durch Selektion.</li> </ul> </li> <li>• Es liegt allopatrische Artbildung vor.</li> </ul> <p><i>(Zur Vergabe der vollen Punktzahl muss der Fachbegriff allopatrische Artbildung genannt werden. Deutungen in Richtung Gendrift sind ebenfalls zu akzeptieren.)</i></p>	8
4	<p>erläutert differenziert aus evolutionsbiologischer Sicht unter Einbeziehung der in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse die bisherige Entwicklung der Amazonas-Flussdelfine (Materialien A bis C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch einen höheren Humusanteil und einen niedrigeren pH-Wert entstand in der damaligen Savannen-Landschaft die Schwarzwasserregion als geografische Barriere.</li> <li>• Dies bewirkte eine Aufspaltung der größeren Teilpopulation in die getrennten Teilpopulationen des Orinoco- und des Amazonas-Flusssysteme.</li> <li>• Diese Trennung führte dazu, dass sich die Individuen zumindest nur sehr selten (Schwarzwasserbereich) miteinander verpaaren konnten.</li> <li>• Da aber ein Genfluss im Schwarzwasserbereich geringfügig möglich ist, ist es hier noch nicht zu einer Artaufspaltung, sondern lediglich zu einer allopatrischen Bildung von Unterarten gekommen.</li> </ul> <p><i>(Sollte als Argument die geringe Trennungszeit der Populationen genannt werden, kann dies auch entsprechend gewertet werden.)</i></p>	5
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe I.3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erörtert die Hypothese, dass es in der weiteren Evolution der Amazonas-Flussdelfine im Orinoco- und im Amazonasbecken zur Artaufspaltung kommt (Materialien A bis C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei den zwei Unterarten <i>Inia geoffrensis humboldtiana</i> (Orinocobecken) und <i>Inia geoffrensis geoffrensis</i> (Amazonasbecken) kann es durch unterschiedliche Mutationen in den jeweiligen Populationen zu einer unterschiedlichen Entwicklung der beiden Genpools kommen.</li> <li>• Die unterschiedlichen ökologischen Bedingungen im jeweiligen Lebensraum können einen unterschiedlichen Selektionsdruck bewirken.</li> <li>• Bei bleibender geografischer Isolation durch die Schwarzwasserbarriere kann es zu einer Auftrennung in zwei unterschiedliche Arten kommen: allopatrische Artbildung.</li> </ul>	5
2	<p>erörtert die Hypothese, dass es in der weiteren Evolution der Amazonas-Flussdelfine im Orinoco- und im Amazonasbecken zur Artaufspaltung kommt (Materialien A bis C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommt es zu vermehrten Wanderungen von <i>Inia geoffrensis</i> durch die Schwarzwasserregion, führt dies zu einer Durchmischung der Genpools.</li> <li>• In diesem Fall bleibt eine Fortpflanzungsgemeinschaft erhalten und es kommt nicht zur Aufspaltung, sondern zu der Erhaltung oder Stabilisierung der Art.</li> </ul>	3
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## b) Darstellungsleistung

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

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe I.1**

	Anforderungen  Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
1	beschreibt die Verbreitung ...	4			
2	wertet das Ergebnis ...	4			
3	wertet das Ergebnis ...	4			
4	nennt die zur ...	4			
5	prüft unter Einbeziehung ...	4			
6	prüft unter Einbeziehung ...	4			
7	prüft unter Einbeziehung ...	4			
8	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe I.1 Teilaufgabe</b>	<b>28</b>			

**Teilaufgabe I.2**

	Anforderungen  Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erläutert differenziert aus ...	3			
2	erläutert differenziert aus ...	2			
3	erläutert differenziert aus ...	8			
4	erläutert differenziert aus ...	5			
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe I.2 Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe I.3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erörtert die Hypothese ...	5			
2	erörtert die Hypothese ...	3			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe I.3 Teilaufgabe</b>	<b>8</b>			
	<b>Summe der I.1, I.2 und I.3 Teilaufgabe</b>	<b>54</b>			

**Darstellungsleistung**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt seine Gedanken ...</li> <li>• strukturiert seine Darstellung ...</li> <li>• verwendet eine differenzierte ...</li> <li>• gestaltet seine Arbeit ...</li> </ul>	6			
	<b>Summe Darstellungsleistung</b>	<b>6</b>			
	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>60</b>			

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

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

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



Name: \_\_\_\_\_

# Abiturprüfung 2015

## Biologie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Thema: Das Gift des Texas-Sandskorpions

- II.1 Beschreiben Sie den Ablauf eines Aktionspotenzials und die zugrunde liegenden Vorgänge an der Axonmembran nach künstlicher Reizung eines Axons. Erklären Sie darüber hinaus, wie die  $\text{Na}_v1.7$ - und die  $\text{Na}_v1.8$ -Ionenkanäle bei der Auslösung von Aktionspotenzialen in den Nozizeptoren der Schmerzbahn zusammenwirken (Material A). (18 Punkte)
- II.2 Fassen Sie die Versuchsergebnisse in Material B zusammen und leiten Sie Schlussfolgerungen bezüglich der Wirkung des Skorpiongiftes auf das Schmerzempfinden der Hausmaus und der Grashüpfermaus im Vergleich zu den anderen Substanzen ab. Begründen Sie, weshalb die Grashüpfermaus den Skorpion als Beute nutzen kann. (18 Punkte)
- II.3 Erklären Sie die Wirkung des Skorpiongiftes auf das Schmerzempfinden bei der Grashüpfermaus detailliert auf molekularer Ebene (Material A, Tabelle 1, und Material C). Entwickeln Sie eine Hypothese zur Wirkungsweise des Giftes bei der Hausmaus (Materialien A bis C). (18 Punkte)

### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: \_\_\_\_\_

## Material A: Nozizeptoren – Neuronen der Schmerzbahn

Als Nozizeptoren werden sensorische Neuronen (Rezeptor-Neuronen) bezeichnet, die auf schmerzverursachende (= noxische) Reize mit der Auslösung von Aktionspotenzialen reagieren. Die Aktionspotenziale werden über die Axone der Nozizeptoren zum Rückenmark und von dort zum Gehirn geleitet, wo die eigentliche Schmerzwahrnehmung erfolgt (vgl. Abbildung 1).

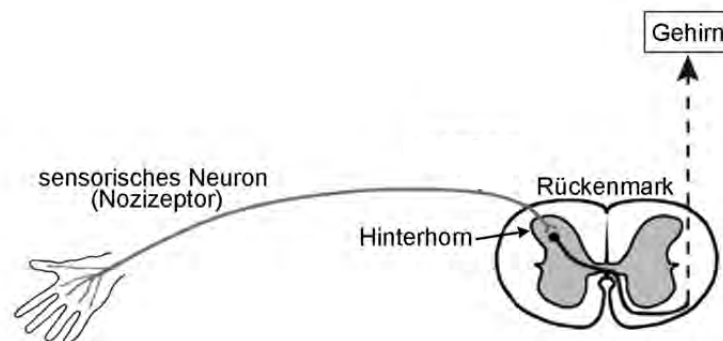


Abbildung 1: Schmerzbahn im Nervensystem

Nozizeptoren finden sich in allen Körperregionen, in denen Schmerz ausgelöst wird. In den Enden der Nozizeptoren, die sich im Gewebe (z. B. der Haut) verästeln, werden durch noxische Reize (z. B. chemische Reize oder mechanische Reize durch Stich- oder Schnittverletzungen) Depolarisationen unterhalb des Schwellenwertes ausgelöst. Dies führt je nach Stärke der ausgelösten Depolarisation zur Öffnung weiterer, spannungsabhängiger  $\text{Na}^+$ -Ionenkanäle. Untersuchungen haben gezeigt, dass in der Membran der Nozizeptoren zwei Varianten spannungsabhängiger  $\text{Na}^+$ -Ionenkanäle vorkommen, die beide an der Auslösung von Aktionspotenzialen nach noxischer Reizung beteiligt sind. Diese Ionenkanalvarianten werden als  $\text{Na}_v1.7$  bzw.  $\text{Na}_v1.8$  bezeichnet und unterscheiden sich in ihrer Reaktion auf Spannungsänderungen an der Membran (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Eigenschaften zweier Varianten spannungsabhängiger  $\text{Na}^+$ -Ionenkanäle in den Nozizeptoren

Bezeichnung des spannungsabhängigen $\text{Na}^+$ -Ionenkanals	Eigenschaften
$\text{Na}_v1.7$	schnelle Öffnung bei Depolarisationen, die <b>noch unterhalb des Schwellenwertes</b> für die Auslösung eines Aktionspotenzials liegen; schnelle Schließung und Inaktivierung
$\text{Na}_v1.8$	Öffnung bei Depolarisationen, die <b>im Bereich des Schwellenwertes</b> für die Auslösung eines Aktionspotenzials liegen



Name: \_\_\_\_\_

## Material B: Das Gift des Texas-Sandskorpions

Der Kleine Texas-Sandskorpion (*Centruroides sculpturatus*) produziert ein Gift, das ihn effektiv vor Feinden schützt. Das Gift löst unmittelbar nach einem Stich des Skorpions einen heftig brennenden Schmerz aus, der zum Teil über Stunden anhält. Wird ein potenzieller Räuber von einem Sandskorpion gestochen, lenkt der Schmerz den Räuber sofort von der Beute ab, was dem Skorpion Zeit verschafft zu entkommen.

Forscher beobachteten, dass die Sandskorpione dennoch von der in demselben Lebensraum vorkommenden Grashüpfermaus (*Onychomys torridus*) gefressen werden. Wird die Grashüpfermaus bei einer Attacke auf einen Skorpion gestochen, putzt sie sich wenige Sekunden an der Einstichstelle und setzt ihren Angriff dann unbeeindruckt fort.

Die Wirkung des Skorpiongiftes auf das Schmerzempfinden der Grashüpfermäuse wurde in einem Schmerztest mit der Wirkung dieses Giftes auf Hausmäuse (*Mus musculus*) verglichen. Der Test beruht auf der Injektion von schmerzauslösenden Substanzen in eine hintere Pfote der Tiere. Als Standardtest wird die schmerzauslösende Substanz Formalin verwendet. Die Injektion von Formalin löst im Bereich der Einstichstelle Schmerzen aus, weshalb die Nagetiere beginnen, sich die Pfote zu lecken. Die Dauer des Leckens innerhalb eines Zeitrahmens von 15 Minuten gilt als Maß für die Intensität der Schmerzempfindung. Die Injektion von physiologischer Kochsalzlösung dient als Kontrolle. Je Versuchsansatz wurden acht Hausmäuse bzw. Grashüpfermäuse untersucht.

Abbildung 2:  
Reaktion von Hausmaus (*M. musculus*)  
und Grashüpfermaus (*O. torridus*) nach  
Injektion von physiologischer Kochsalz-  
lösung (0,9 %), 5 % Formalin,  
0,25 µg/µl Skorpiongift

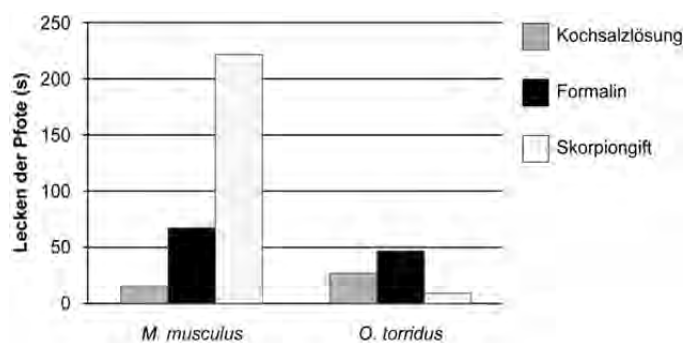
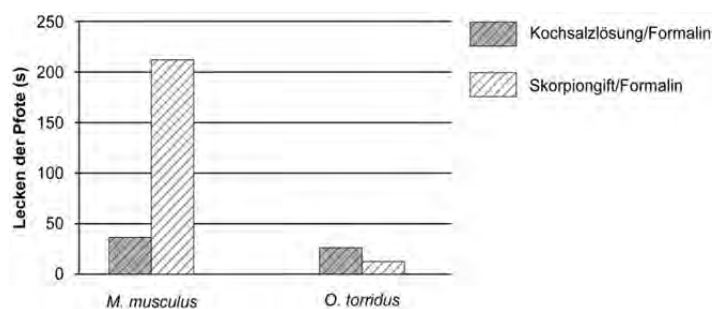


Abbildung 3:  
Reaktion von Hausmaus und Grashüpfer-  
maus nach Injektion von physiologischer  
Kochsalzlösung bzw. Skorpiongift mit  
jeweils anschließender Injektion von  
Formalin  
(Das Formalin wurde 60 s nach der ersten  
Injektion verabreicht, die Dauer der Reak-  
tion wurde ab diesem Zeitpunkt erfasst.)







Name: \_\_\_\_\_

### Material C: Wirkung des Skorpiongiftes auf die Nozizeptoren

Zur Untersuchung der Wirkungsweise des Skorpiongiftes auf die Nozizeptoren der Hausmaus und der Grashüpfermaus wurde der Einstrom von  $\text{Na}^+$ -Ionen nach künstlicher überschwelliger Reizung bei steigenden Konzentrationen des Giftes gemessen (Abbildung 4). Während der Messung wurde die Aktivität der  $\text{Na}_v1.7$ -Ionenkanäle künstlich gehemmt.

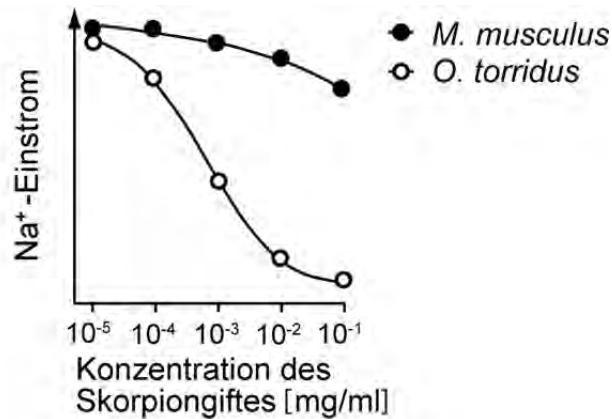


Abbildung 4: Einstrom von  $\text{Na}^+$ -Ionen in die Nozizeptoren nach künstlicher Reizung in Abhängigkeit von der Konzentration des Skorpiongiftes

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2015

## Biologie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

### 2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>

**Thema: Das Gift des Texas-Sandskorpions**

- II.1 Beschreiben Sie den Ablauf eines Aktionspotenzials und die zugrunde liegenden Vorgänge an der Axonmembran nach künstlicher Reizung eines Axons. Erklären Sie darüber hinaus, wie die  $\text{Na}_v1.7$ - und die  $\text{Na}_v1.8$ -Ionenkanäle bei der Auslösung von Aktionspotenzialen in den Nozizeptoren der Schmerzbahn zusammenwirken (Material A). (18 Punkte)
- II.2 Fassen Sie die Versuchsergebnisse in Material B zusammen und leiten Sie Schlussfolgerungen bezüglich der Wirkung des Skorpiongiftes auf das Schmerzempfinden der Hausmaus und der Grashüpfermaus im Vergleich zu den anderen Substanzen ab. Begründen Sie, weshalb die Grashüpfermaus den Skorpion als Beute nutzen kann. (18 Punkte)
- II.3 Erklären Sie die Wirkung des Skorpiongiftes auf das Schmerzempfinden bei der Grashüpfermaus detailliert auf molekularer Ebene (Material A, Tabelle 1, und Material C). Entwickeln Sie eine Hypothese zur Wirkungsweise des Giftes bei der Hausmaus (Materialien A bis C). (18 Punkte)

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

### 3. Materialgrundlage

- Material A:  
Abbildung 1 verändert nach: Sacerdote (o. J.)  
Tabelle 1 verändert nach: Cummins *et al.* 2007
- Material B:  
Abbildungen 2 und 3 verändert nach: Rowe *et al.* 2013
- Material C:  
Abbildung 4 verändert nach: Rowe *et al.* 2013
- Cummins, T. R., Sheets, P. L. & Waxman S. G. (2007). The Roles of sodium channels in nociception: Implications for mechanisms of pain. *Pain* **131**, 243 – 257
- Rowe, A. H., Xiao, Y., Rowe, M. P., Cummins, T. R. & Zakon, H. H. (2013). Voltage-Gated Sodium Channel in Grasshopper Mice defends against Bark Scorpion Toxin. *Science* **342**, 441 – 446
- Rowe, A. H., Xiao, Y., Scales, J., Linse, K. D., Rowe, M. P. & Cummins, T. R. (2011). Isolation and Characterization of CvIV4: A Pain inducing  $\alpha$ -scorpion toxin. *PLoS ONE* **6** e23520  
verfügbar unter: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0023520> (Zugriff: 04.07.2014)
- Sacerdote, P. (o. J.). About inflammatory pain. *Anatomy, physiology and pharmacology of acute inflammatory pain.*  
verfügbar unter: <http://www.nimesulide.net/Institutional.aspx?Pagina=220&SM=173&Lingua=EN> (Zugriff: 04.07.2014)

### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2015

#### 1. Inhaltliche Schwerpunkte

Steuerungs- und Regulationsmechanismen im Organismus

- Molekulare und cytologische Grundlagen mit den Schwerpunkten
  - Bau und Funktion des Neurons
  - Erregungsentstehung, Erregungsleitung, Synapsenvorgänge einschließlich molekularer Grundlagen
  - Synaptische Verschaltung und Verrechnung

#### 2. Medien/Materialien

- 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 Ablauf eines Aktionspotenzials und die zugrunde liegenden Vorgänge an der Axonmembran nach künstlicher Reizung eines Axons, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine künstliche Reizung des Axons durch eine Reizelektrode führt zu lokaler Depolarisation der Zellmembran.</li> <li>• Die Depolarisation erhöht die Öffnungswahrscheinlichkeit spannungsabhängiger Na<sup>+</sup>-Ionenkanäle.</li> <li>• Wird das Axon bis über einen bestimmten Wert (Schwellenwert) hinaus depolarisiert, öffnen sich weitere spannungsabhängige Na<sup>+</sup>-Ionenkanäle.</li> <li>• Aufgrund des Konzentrationsgradienten und des Ladungsgefälles diffundieren Na<sup>+</sup>-Ionen aus dem umgebenden Medium in das Axon, wodurch es zu einer Depolarisation der Membran in den positiven Messbereich kommt (+30 mV).</li> <li>• Die Na<sup>+</sup>-Ionenkanäle schließen sich nach 1 – 2 ms wieder und bleiben für eine kurze Zeit inaktiv.</li> <li>• Aufgrund der Depolarisation öffnen sich langsam spannungsabhängige K<sup>+</sup>-Ionenkanäle.</li> <li>• Der Ausstrom von K<sup>+</sup>-Ionen bewirkt die Repolarisation, d. h. die Rückkehr des Membranpotenzials zum Ruhepotenzial.</li> <li>• Da sich die K<sup>+</sup>-Ionenkanäle langsam schließen, entsteht eine Hyperpolarisation der Membran, d. h., das Membranpotenzial nimmt kurzzeitig negativere Werte an als das Ruhepotenzial.</li> </ul> <p><i>(Spannungswerte können je nach Literaturquelle differieren.)</i></p>	10
2	<p>erklärt darüber hinaus, wie die Na<sub>v</sub>1.7- und Na<sub>v</sub>1.8-Ionenkanäle bei der Auslösung von Aktionspotenzialen in den Nozizeptoren der Schmerzbahn zusammenwirken (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmerzreize (noxische Reize) verursachen in den Nozizeptoren eine Depolarisation.</li> <li>• Dies führt zur Öffnung von Na<sub>v</sub>1.7-Ionenkanälen, die bereits auf Depolarisationen unterhalb des Schwellenwertes reagieren.</li> <li>• Der Einstrom von Na<sup>+</sup>-Ionen führt zu weiterer Depolarisation der Membran.</li> <li>• Bei Erreichen des Schwellenwertes öffnen sich die Na<sub>v</sub>1.8-Ionenkanäle.</li> <li>• Der Einstrom von Na<sup>+</sup>-Ionen führt zur Depolarisation der Membran bis auf +30 mV und damit zum Aktionspotenzial.</li> </ul>	8
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe II.2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
<b>Der Prüfling</b>		
1	fasst die Versuchsergebnisse in Material B ( <i>Abbildung 2</i> ) zusammen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der Hausmaus führt die Injektion einer Kochsalzlösung innerhalb eines Zeitrahmens von 15 min zu einer Leckdauer der Pfote von ca. 15 s, bei Formalin zu ca. 65 s und nach Injektion des Skorpiongiftes zu einer Leckdauer von ca. 220 s.</li> <li>• Bei der Grashüpfermaus führt die Injektion einer Kochsalzlösung in dem gleichen Zeitrahmen zu einer Leckdauer von ca. 25 s, bei Formalin zu ca. 45 s und nach Injektion von Skorpiongift zu einer Leckdauer von nur ca. 10 s.</li> </ul>	3
2	fasst die Versuchsergebnisse in Material B ( <i>Abbildung 3</i> ) zusammen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Injektion von Formalin nach vorheriger Injektion des Skorpiongiftes führt bei der Hausmaus zu einer Leckdauer von ca. 210 s im Vergleich zu ca. 40 s bei Injektion von Kochsalzlösung und Formalin.</li> <li>• Die Grashüpfermaus leckt sich die Pfote nach vorheriger Injektion des Skorpiongiftes und anschließender Injektion von Formalin nur ca. 15 s im Vergleich zu ca. 25 s bei Injektion von Kochsalzlösung und Formalin.</li> </ul>	3
3	leitet Schlussfolgerungen bezüglich der Wirkung des Skorpiongiftes auf das Schmerzempfinden der Hausmaus und der Grashüpfermaus im Vergleich zu den anderen Substanzen ab, sinngemäß: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Skorpiongift löst bei der Hausmaus deutlich stärkere Schmerzen aus als Formalin.</li> <li>• Die Grashüpfermaus reagiert im Schmerztest auf Einstiche und die Injektion von Formalin, ist also auch schmerzempfindlich.</li> <li>• Das Skorpiongift verursacht bei der Grashüpfermaus weniger Schmerzen als eine Kochsalzlösung oder Formalin.</li> <li>• Das Skorpiongift vermindert bei der Grashüpfermaus durch Einstiche oder Formalin verursachte Schmerzen.</li> </ul>	8
4	begründet, weshalb die Grashüpfermaus den Skorpion als Beute nutzen kann, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Da das Skorpiongift Schmerzen bei der Grashüpfermaus vermindert, d. h. schmerzlindernd wirkt, lösen auch die Stiche bei ihr kaum Schmerzen aus, und sie kann die Skorpione ohne Beeinträchtigung fressen.</li> </ul>	4
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe II.3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erklärt die Wirkung des Skorpiongiftes auf das Schmerzempfinden bei der Grashüpfermaus detailliert auf molekularer Ebene (Material A, Tabelle 1, und Material C), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Messung (Material C) des <math>\text{Na}^+</math>-Einstroms in die Nozizeptoren der Grashüpfermaus zeigt, dass der <math>\text{Na}^+</math>-Einstrom mit zunehmender Konzentration des Skorpiongiftes gehemmt wird.</li> <li>Das Skorpiongift blockiert wahrscheinlich die Öffnung von <math>\text{Na}^+</math>-Ionenkanälen.</li> <li>Dies hat zur Folge, dass bei der Grashüpfermaus mit zunehmender Konzentration des Giftes immer weniger Aktionspotenziale in den Nozizeptoren ausgelöst werden.</li> <li>Ab einer bestimmten Konzentration des Giftes werden schließlich keine Schmerzsignale zum Gehirn mehr weitergeleitet.</li> </ul>	8
2	<p>erklärt die Wirkung des Skorpiongiftes auf das Schmerzempfinden bei der Grashüpfermaus detailliert auf molekularer Ebene (Material A, Tabelle 1, und Material C), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Da die <math>\text{Na}_v1.7</math>-Ionenkanäle während des Experiments (Material C) inaktiviert wurden, blockiert das Skorpiongift bei der Grashüpfermaus die Aktivität der <math>\text{Na}_v1.8</math>-Ionenkanäle.</li> <li>Da die <math>\text{Na}_v1.8</math>-Ionenkanäle blockiert werden, können auch andere Schmerzsignale nicht mehr zum Gehirn geleitet werden, das Skorpiongift hat schmerzstillende Wirkung.</li> </ul>	4
3	<p>entwickelt eine Hypothese zur Wirkungsweise des Giftes bei der Hausmaus (Materialien A bis C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Das starke Schmerzempfinden der Hausmaus nach Injektion des Skorpiongiftes kann durch eine Aktivierung von <math>\text{Na}^+</math>-Ionenkanälen verursacht werden.</li> <li>Da der <math>\text{Na}^+</math>-Einstrom durch die <math>\text{Na}_v1.8</math>-Ionenkanäle bei der Hausmaus durch das Skorpiongift sogar leicht vermindert wird (Abbildung 4), ist eine Aktivierung der <math>\text{Na}_v1.8</math>-Kanäle ausgeschlossen.</li> <li>Eine verstärkte Auslösung von Aktionspotenzialen könnte durch eine Aktivierung der <math>\text{Na}_v1.7</math>-Kanäle verursacht werden. Eine durch das Gift bewirkte verlängerte Öffnung dieser Kanäle könnte dazu führen, dass der Schwellenwert länger bestehen bleibt und folglich mehr Aktionspotenziale ausgelöst werden.</li> </ul> <p><i>(Andere schlüssige Hypothesen zur Giftwirkung sind zu akzeptieren.)</i></p>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## b) Darstellungsleistung

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

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe II.1**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	beschreibt den Ablauf ...	10			
2	erklärt darüber hinaus ...	8			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe II.1 Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			

**Teilaufgabe II.2**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	fasst die Versuchsergebnisse ...	3			
2	fasst die Versuchsergebnisse ...	3			
3	leitet Schlussfolgerungen bezüglich ...	8			
4	begründet, weshalb die ...	4			
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe II.2 Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe II.3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erklärt die Wirkung ...	8			
2	erklärt die Wirkung ...	4			
3	entwickelt eine Hypothese ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe II.3 Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			
	<b>Summe der II.1, II.2 und II.3 Teilaufgabe</b>	<b>54</b>			

**Darstellungsleistung**

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

	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>60</b>			
--	---	-----------	--	--	--

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

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



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:

<b>Note</b>	<b>Punkte</b>	<b>Erreichte Punktzahl</b>
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 2015**

### *Biologie, Grundkurs*

---

#### **Aufgabenstellung:**

##### **Thema: Interspezifische Beziehungen am Yellowstone-See**

- III.1 Skizzieren Sie auf der Grundlage von Material A die Stellung der Grizzly-Bären in einem Nahrungsnetz und geben Sie zu jeder Art die Trophieebene an. Stellen Sie die erste und die zweite Lotka-Volterra-Regel dar, werten Sie Abbildung 1 aus und überprüfen Sie die Anwendbarkeit der Regeln für dieses Beispiel unter Einbezug von Material A. *(22 Punkte)*
- III.2 Stellen Sie die beiden grundlegenden Mechanismen zur Regulation der Populationsdichte durch Umweltfaktoren dar. Erläutern Sie die Ursachen der Populationsentwicklung der Cutthroat-Forellen und erläutern Sie die Bedeutung der Cutthroat-Forellen im Nahrungsspektrum der Grizzly-Bären (Materialien A und B). *(16 Punkte)*
- III.3 Leiten Sie auf der Grundlage aller Materialien die Ursache für den Rückgang der Wapiti-Population am Yellowstone-See ab. Beurteilen Sie die ökologische Bedeutung von Cutthroat-Forellen und Seesaiblingen für die Ökosysteme im Yellowstone-Nationalpark (Materialien A bis C). *(16 Punkte)*

#### **Zugelassene Hilfsmittel:**

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: \_\_\_\_\_

### Material A: Ökologische Untersuchungen im Yellowstone-Nationalpark

Der Yellowstone-See liegt im Yellowstone-Nationalpark (YNP) in den Rocky Mountains. Im See leben Cutthroat-Forellen (*Oncorhynchus clarki*). Sie ernähren sich von Wasserinsekten, Krebsen, kleineren Fischen und Zooplankton. Je nach Habitat erreichen die Fische eine Größe von etwa 15 bis 60 Zentimetern. Die Cutthroat-Forellen sind Beute zahlreicher Beutegreifer, darunter eingeführte Seesaiblinge oder gefährdete Arten wie Weißkopfseeadler, die sich fast ausschließlich von Fisch ernähren. Grizzly-Bären erbeuten die Cutthroat-Forellen, wenn die Fische zum Laichen in die zahlreichen Zuflüsse des Yellowstone-Sees, wie den Clear Creek, wandern. Während der Wanderungen durch die flacheren Flussabschnitte stellen sie für die Bären eine leichte Beute dar. Bis etwa 1998 ernährten sich Grizzly-Bären zur Laichzeit noch etwa zu 36 % von Cutthroat-Forellen. Die Nahrungsquellen der Grizzly-Bären in Tabelle 1 wurden über mehrere Jahre bis etwa 1992 erfasst. Nur die Daten zu Wapiti-Kälbern und Kadavern stammen auch aus späteren Untersuchungen, die 1997 veröffentlicht wurden.

Tabelle 1: Auswahl zentraler Nahrungsquellen von Grizzly-Bären im Yellowstone-Nationalpark in Abhängigkeit von der Jahreszeit

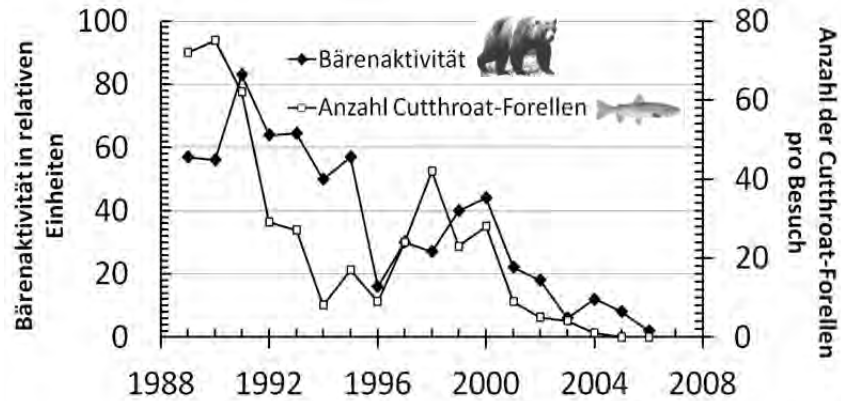
Nahrung	Monat										
	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov		
Wapiti-Kadaver											
Gräser & Klee											
Kiefern Samen											
Wapiti-Kälber											
Cutthroat-Forellen											
Beeren											
Pilze											

Mitte November bis Februar: Winterruhe der Bären



Name: \_\_\_\_\_

Abbildung 1:  
Mittlere Anzahl laichender  
Cutthroat-Forellen an ver-  
schiedenen Zuflüssen des  
Yellowstone-Sees und Bärenaktivität an den Zuflüssen



Für die Untersuchung, deren Ergebnisse in Abbildung 1 dargestellt sind, wurden in der Laichzeit wöchentlich 9 – 11 Zuflüsse des Yellowstone-Sees besucht, und die Anzahl laichender Cutthroat-Forellen wurde ermittelt. Außerdem wurden bei den Besuchen alle Hinweise auf das Vorkommen von Schwarz- und Grizzly-Bären, wie zum Beispiel das Vorhandensein von Kot, Reste gefressener Forellen, frische Spuren oder Bärensichtungen, protokolliert. Diese Hinweise wurden als Bärenaktivität zusammengefasst und gemittelt. Die Population der Grizzly-Bären im YNP nahm seit Mitte der 1980er Jahre von 200 bis 350 Tieren auf etwa 600 (2012) zu.

### Material B: Populationsentwicklung der Cutthroat-Forellen

1994 wurde der Seesaibling (*Salvelinus namaycush*) im Yellowstone-See entdeckt. Er wurde wahrscheinlich illegal durch Angler eingeführt. Der bis zu 1,50 m lange Fisch lebt im tiefen Wasser des Sees und laicht dort. Er wandert nicht in die Zuflüsse. Sein Nahrungsspektrum ähnelt dem der Cutthroat-Forelle. Wenn in ihrem Habitat kleinere Beutefische vorkommen, ernähren Seesaiblinge sich fast ausschließlich von Fisch. Die Nationalparkbehörde veranlasste in den letzten Jahren, große Mengen des Seesaiblings aus dem See zu entfernen.

Seit den späten 1980er Jahren werden Cutthroat-Forellen von dem Nesseltier *Myxobolus cerebralis* parasitiert, das die Drehkrankheit auslöst. Der Parasit verursacht eine Deformierung des Skeletts. Die deformierte Wirbelsäule bewirkt eine spiralförmige Fortbewegung. Die erkrankten Fische werden leichter erbeutet und können selbst nur sehr erschwert jagen. Eine weitere Gefährdung für die Cutthroat-Forellen ist das Austrocknen ihrer Laichgründe während der Dürreperioden seit den späten 1990er Jahren.

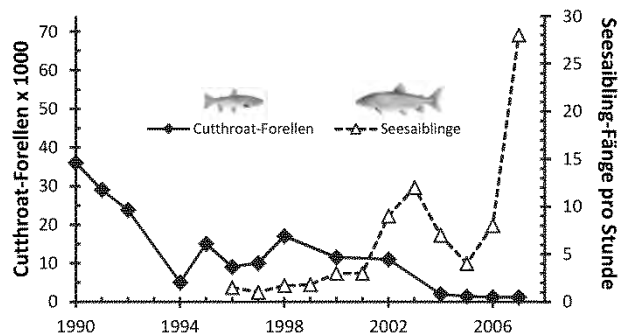


Abbildung 2:  
Gesamtanzahl laichender Cutthroat-Forellen im  
Clear Creek und Seesaibling-Fänge von Anglern  
im Yellowstone-See pro Stunde



Name: \_\_\_\_\_

### Material C: Populationsentwicklung der Wapitis

Wapitis (*Cervus canadensis*) sind eine nordamerikanische Hirschart. Im Frühling verlassen die Wapitis ihr Winterquartier, das in höher gelegenen Gebieten liegt, und wandern zum Yellowstone-See. Die Kälber werden etwa im Juni geboren. In den letzten Jahren beobachtete man eine stetige Abnahme des Tierbestandes. Dies verdeutlicht auch die Anzahl der Wapiti-Kälber pro Kuh im Winter, die sich seit den 1990er Jahren um etwa 50 % reduziert hat.

Tabelle 2: Ernährungsverhalten von Grizzly-Bären vor und nach 1998

Periode	Anteil von Wapitis (Kadaver, Kälber, Adulte) an der Ernährung von Grizzly-Bären von Mai bis Juli	erbeutete Wapiti-Kälber pro Jahr und Grizzly-Bär
vor 1998	10 %	3,5
nach 1998	50 %	7,0

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2015

## Biologie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

### 2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>

**Thema: Interspezifische Beziehungen am Yellowstone-See**

III.1 Skizzieren Sie auf der Grundlage von Material A die Stellung der Grizzly-Bären in einem Nahrungsnetz und geben Sie zu jeder Art die Trophieebene an. Stellen Sie die erste und die zweite Lotka-Volterra-Regel dar, werten Sie Abbildung 1 aus und überprüfen Sie die Anwendbarkeit der Regeln für dieses Beispiel unter Einbezug von Material A. (22 Punkte)

III.2 Stellen Sie die beiden grundlegenden Mechanismen zur Regulation der Populationsdichte durch Umweltfaktoren dar. Erläutern Sie die Ursachen der Populationsentwicklung der Cutthroat-Forellen und erläutern Sie die Bedeutung der Cutthroat-Forellen im Nahrungsspektrum der Grizzly-Bären (Materialien A und B). (16 Punkte)

III.3 Leiten Sie auf der Grundlage aller Materialien die Ursache für den Rückgang der Wapiti-Population am Yellowstone-See ab. Beurteilen Sie die ökologische Bedeutung von Cutthroat-Forellen und Seesaiblingen für die Ökosysteme im Yellowstone-Nationalpark (Materialien A bis C). (16 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- Material A:  
Tabelle 1 verändert nach: Response of Yellowstone grizzly bears to changes in food resources: A Synthesis.  
Abbildung 1 verändert nach und kombiniert aus: Koel *et al.* 2005, fig. 4, und Middleton *et al.* 2013, fig. 3a, und <http://www.nps.gov/yell/planyourvisit/upload/fishar9-18.pdf>
- Material B:  
Abbildung 2 verändert nach und kombiniert aus: Gresswell *et al.* 1994, fig. 3, und Middleton *et al.* 2013, fig. 3a, und <http://www.nps.gov/yell/planyourvisit/upload/fishar9-18.pdf>
- Material C:  
Tabelle 2 verändert nach: Middleton *et al.* 2013, fig. 3b/d

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

- Gresswell, R. E., Liss, W. J. & Larson, G. L. (1994). Life-History Organization of Yellowstone Cutthroat trout *Oncorhynchus clarki bouvieri* in Yellowstone Lake. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic science* 51, 298 – 309
- Koel, T. M., Bigelow, P. E., Doepke, P. D., Ertel, B. D. & Mahony, D. L. (2005). Nonnative Lake Trout Result in Yellowstone Cutthroat Trout Decline and Impacts to Bears and Anglers. *Fisheries*, 30, 10 – 19
- Middleton, A. *et al.* (2013). Grizzly bear predation links the loss of native trout to the demography of migratory elk in Yellowstone. *Proceedings of the Royal Society Biology*, 280, 870 – 878
- Lexikon der Biologie, Spektrum Akademischer Verlag: Heidelberg  
verfügbar unter: <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/> (Zugriff: 14.01.2015)
- Response of Yellowstone grizzly bears to changes in food resources: A Synthesis  
verfügbar unter:  
[http://www.nrmcs.usgs.gov/files/norock/IGBST/IGBST\\_FoodSynReport120213.pdf](http://www.nrmcs.usgs.gov/files/norock/IGBST/IGBST_FoodSynReport120213.pdf),  
<http://www.nps.gov/yell/naturescience/upload/ynpfoodgraph-2008.pdf>,  
<http://www.nps.gov/yell/naturescience/bearfoods.htm> (Zugriff jeweils: 14.01.2015)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Yellowstone\\_cutthroat\\_trout](http://en.wikipedia.org/wiki/Yellowstone_cutthroat_trout) (Zugriff: 14.01.2015)
- <http://www.nps.gov/yell/planyourvisit/upload/fishar9-18.pdf> (Zugriff: 14.01.2015)

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2015

##### 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
- 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

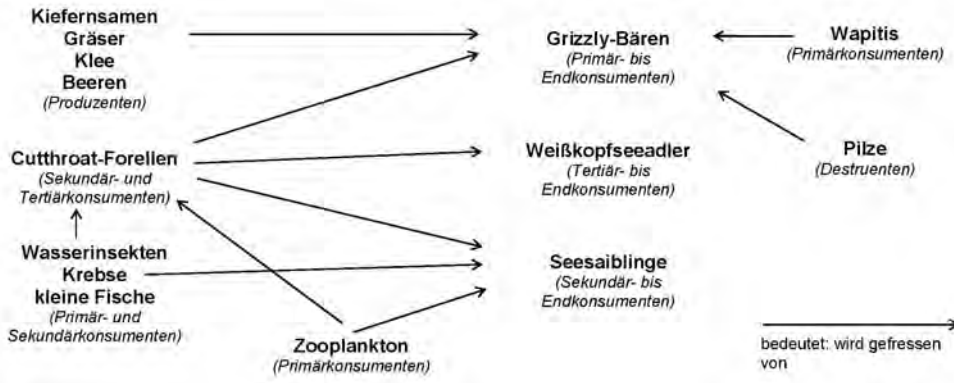
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

**6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen**

**Teilleistungen – Kriterien**

a) inhaltliche Leistung

**Teilaufgabe III.1**

	<b>Anforderungen</b>	maximal erreichbare Punktzahl
<b>Der Prüfling</b>		
1	<p>skizziert auf der Grundlage von Material A die Stellung der Grizzly-Bären in einem Nahrungsnetz und gibt zu jeder Art die Trophieebene an, z. B.:</p>  <p><i>(Es wird erwartet, dass auf der Grundlage der Materialien ein in sich stimmiges und vom Umfang her vergleichbares Nahrungsnetz dargestellt wird.)</i></p>	6
2	<p>stellt die erste und die zweite Lotka-Volterra-Regel dar, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regel der periodischen Zyklen: Die Populationsdichten von Räubern und Beutetieren schwanken periodisch und phasenverschoben.</li> <li>• Regel der konstanten Mittelwerte: Die Populationsdichten schwanken um jeweils konstante Mittelwerte.</li> </ul>	6
3	<p>wertet Abbildung 1 aus, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ab dem Jahr 2005 wurden keine Cutthroat-Forellen mehr an diesen Zuflüssen gesichtet, während es beispielsweise vor 1992 im Mittel immer über 80 waren.</li> <li>• Auch die Bärenaktivität an den Zuflüssen nimmt im Untersuchungszeitraum von maximal etwa 80 relativen Einheiten im Jahr 1991 auf nahezu 0 im Jahr 2006 ab.</li> <li>• Die Anzahl laichender Cutthroat-Forellen ist ein Maß für die Populationsdichte der Fische: Nimmt die Anzahl laichender Cutthroat-Forellen in den Zuflüssen ab, verringert sich auch die Größe ihrer Population gesamt.</li> <li>• Die Bären halten sich an den Zuflüssen auf, weil sie die Cutthroat-Forellen erbeuten: Weil die Anzahl an Cutthroat-Forellen zurückgeht, nimmt deshalb auch die Bärenaktivität an den Zuflüssen während des Untersuchungszeitraums ab.</li> </ul>	6
4	<p>überprüft die Anwendbarkeit der Regeln für dieses Beispiel unter Einbezug von Material A, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Lotka-Volterra-Regeln sind nicht aus dem Diagramm ableitbar, weil die Bärenaktivität kein Maß für die Populationsdichte der Grizzly-Bären ist. Obwohl die Bärenaktivität an den Zuflüssen abnahm, ist im Zeitraum von etwa 1985 bis 2012 die Anzahl der Grizzly-Bären von 200 bis 350 auf 600 gestiegen.</li> <li>• Außerdem sind Grizzly-Bären Allesfresser mit breitem Nahrungsspektrum. Eine unmittelbare Abhängigkeit ihrer Populationsdichte von der Populationsdichte eines Beutetiers, in diesem Fall der Cutthroat-Forelle, ist deshalb nicht zu erwarten.</li> </ul>	4
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	



## Teilaufgabe III.2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>stellt die beiden grundlegenden Mechanismen zur Regulation der Populationsdichte durch Umweltfaktoren dar, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abiotische Faktoren wie Wettereinflüsse regulieren die Populationsdichte dichteunabhängig. Ihre Wirkung ist von der Anzahl der Individuen in einer Population unabhängig.</li> <li>• Biotische Faktoren regulieren die Populationsdichte dichteabhängig. Ihre Wirkung ist von der Anzahl der Individuen in einer Population abhängig. Beide Faktoren beeinflussen sich also wechselseitig.</li> </ul> <p><i>(Für die Vergabe der vollen Punktzahl muss die dichteabhängige und -unabhängige Regulation der Populationsdichte mit biotischen und abiotischen Umweltfaktoren dargestellt werden.)</i></p>	4
2	<p>erläutert die Ursachen der Populationsentwicklung der Cutthroat-Forellen (Materialien A und B), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Ursache des Einbruchs der Population ist die gemeinsame Wirkung von dichteabhängigen und -unabhängigen Faktoren: <ul style="list-style-type: none"> <li>– erhöhte Sterblichkeit durch Drehkrankheit (biotisch und dichteabhängig),</li> <li>– Austrocknen der Laichplätze als Folge von Dürreperioden (abiotisch und dichteunabhängig),</li> <li>– erhöhter Feinddruck durch sich stark vermehrende Seesaiblinge (biotisch und dichteabhängig),</li> <li>– interspezifische Konkurrenz durch sich stark vermehrende Seesaiblinge mit ähnlichem Nahrungsspektrum (biotisch und dichteabhängig).</li> </ul> </li> </ul>	6
3	<p>erläutert die Bedeutung der Cutthroat-Forellen im Nahrungsspektrum der Grizzly-Bären (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Cutthroat-Forellen sind von Juni bis Mitte August eine wichtige Nahrungsquelle, insbesondere, weil sie beim Laichen leicht zu erbeuten sind.</li> <li>• Daneben besitzen Grizzly-Bären aber noch andere, gleichwertige Nahrungsquellen, die etwa im gleichen Zeitraum verfügbar sind: z. B. Wapiti-Kälber, Kiefersamen und Wapiti-Kadaver.</li> <li>• Außerhalb der Laichzeit haben die Grizzly-Bären keinen Zugriff auf Cutthroat-Forellen als Beute.</li> </ul>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

**Teilaufgabe III.3**

	<b>Anforderungen</b>	maximal erreichbare Punktzahl
	<b>Der Prüfling</b>	
1	<p>leitet auf der Grundlage aller Materialien die Ursache für den Rückgang der Wapiti-Population am Yellowstone-See ab, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Als Ursache für den Populationsrückgang der Wapitis kann die Prädation der Wapiti-Kälber durch Grizzly-Bären angenommen werden.</li> <li>• Grizzly-Bären haben seit 1998 ihre Ernährung angepasst: Weil die Population der Cutthroat-Forellen eingebrochen ist und seit etwa 2004 fast keine Cutthroat-Forellen mehr in den Zuflüssen des Yellowstone-Sees laichen, mussten die Grizzly-Bären den Schwerpunkt ihrer Ernährung im Frühjahr auf Wapiti-Kälber umstellen.</li> <li>• Letztlich ist der Populationsrückgang der Cutthroat-Forellen in Folge der Kombination aus Drehkrankheit, Austrocknen ihrer Laichplätze sowie Konkurrenz und Prädation durch Seesaiblinge die Ursache für den Populationsrückgang der Wapitis.</li> </ul>	10
2	<p>beurteilt die ökologische Bedeutung von Cutthroat-Forellen und Seesaiblingen in den Ökosystemen im Yellowstone-Nationalpark (Materialien A bis C), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Cutthroat-Forellen sind eine Schlüsselart, weil sie als Art eines aquatischen Ökosystems über die Grizzly-Bären die Populationsdichte von Wapitis als Art eines terrestrischen Ökosystems beeinflussen.</li> <li>• Die Seesaiblinge sind eine Schlüsselart, weil sie als durch den Menschen eingeführte, invasive Art die Cutthroat-Forellen verdrängen (Konkurrenzausschluss), sie aber nicht in der Ernährung von Grizzly-Bären ersetzen, da Seesaiblinge nicht in den Zuflüssen laichen, wo sie von Grizzly-Bären erbeutet werden könnten.</li> </ul> <p><i>(Der Begriff Schlüsselart wird nicht erwartet.)</i></p>	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

**b) Darstellungsleistung**

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

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe III.1**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	skizziert auf der ...	6			
2	stellt die erste ...	6			
3	wertet Abbildung 1 ...	6			
4	überprüft die Anwendbarkeit ...	4			
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe III.1 Teilaufgabe</b>	<b>22</b>			

**Teilaufgabe III.2**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	stellt die beiden ...	4			
2	erläutert die Ursachen ...	6			
3	erläutert die Bedeutung ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe III.2 Teilaufgabe</b>	<b>16</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe III.3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	leitet auf der ...	10			
2	beurteilt die ökologische ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe III.3 Teilaufgabe</b>	<b>16</b>			
	<b>Summe der III.1, III.2 und III.3 Teilaufgabe</b>	<b>54</b>			

**Darstellungsleistung**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt seine Gedanken ...</li> <li>• strukturiert seine Darstellung ...</li> <li>• verwendet eine differenzierte ...</li> <li>• gestaltet seine Arbeit ...</li> </ul>	6			
	<b>Summe Darstellungsleistung</b>	<b>6</b>			
	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>60</b>			

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

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

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