



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

# Abiturprüfung 2018

## Biologie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Thema: Palytoxin, das Gift der Krustenanemone

1. Erklären Sie die Funktion der Natrium-Kalium-Ionenpumpe und erläutern Sie den Wirkmechanismus von Palytoxin (Material B). Deuten Sie die Ergebnisse der neurophysiologischen Untersuchung zur Wirkung von Palytoxin (Materialien B und C).  
(22 Punkte)
2. Vergleichen Sie die Wirkung von Ouabain mit jener von Palytoxin (Material D). Entwickeln Sie auf Grundlage der Ergebnisse in Abbildung 3 eine Hypothese, auf welche Weise Ouabain die Wirkung von Palytoxin an der Membran beeinflusst (Materialien B bis D).  
(18 Punkte)
3. Erklären Sie unter Berücksichtigung evolutionsbiologischer und ökologischer Konzepte die Bedeutung des Palytoxins für die Lebensgemeinschaft in Korallenriffen (Material A). Nehmen Sie auch unter Berücksichtigung der ökologischen Potenz Stellung zur Konkurrenzstärke von *Palythoa caribaeorum* (Material A).  
(14 Punkte)

### Zugelassene Hilfsmittel:

- Taschenrechner (graphikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



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

## Material A: Ökologie der Krustenanemonen

Neben Steinkorallen bilden auch skelettlose Krustenanemonen Korallenriffe. Beide Gruppen gehören zu den Blumentieren, sind sessil und ernähren sich überwiegend carnivor von Plankton. Krustenanemonen haben in ihrem Lebensraum eine wichtige Funktion bei der Erhaltung der Riffe, da sie diese zum Beispiel vor Seeigeln schützen, welche die Oberfläche abweiden. Außerdem bieten sie Lebensraum für viele Tiere wie Schwämme, Weichkorallen, Muscheln und Krebse. Krustenanemonen dominieren die Lebensgemeinschaften häufig unter Stressbedingungen, während Steinkorallen dann empfindlich reagieren.

Die weit verbreitete Krustenanemone *Palythoa caribaeorum* kann sich ungeschlechtlich vermehren, zeigt eine breite physiologische Toleranz, ein schnelles Wachstum und Abwehrmechanismen gegenüber Räubern. Sie produziert Palytoxin (PTX), eines der stärksten marinen Toxine. Das Gift findet sich auch in anderen Tieren, die es nicht selbst produzieren, z. B. in Räubern, die sich direkt von *Palythoa* ernähren. Es kommt aber auch in anderen Tieren der Rifflebensgemeinschaft vor, die über Nahrungsnetze mit *Palythoa* verbunden sind. Diese Tiere zeigen eine hohe Toleranz gegenüber dem Gift, während es für andere Arten hoch toxisch ist.

## Material B: Toxikologie des Palytoxins

Studien zur Wirkung von Palytoxin zeigten, dass es in Nervenzellen zur Depolarisation der Membran führt. In den meisten Fällen wurde die Giftwirkung bereits bei einer extrem geringen Konzentration von 0,001  $\mu\text{mol/L}$  festgestellt. Biologen ermittelten den Wirkmechanismus, der in Abbildung 1 veranschaulicht ist.

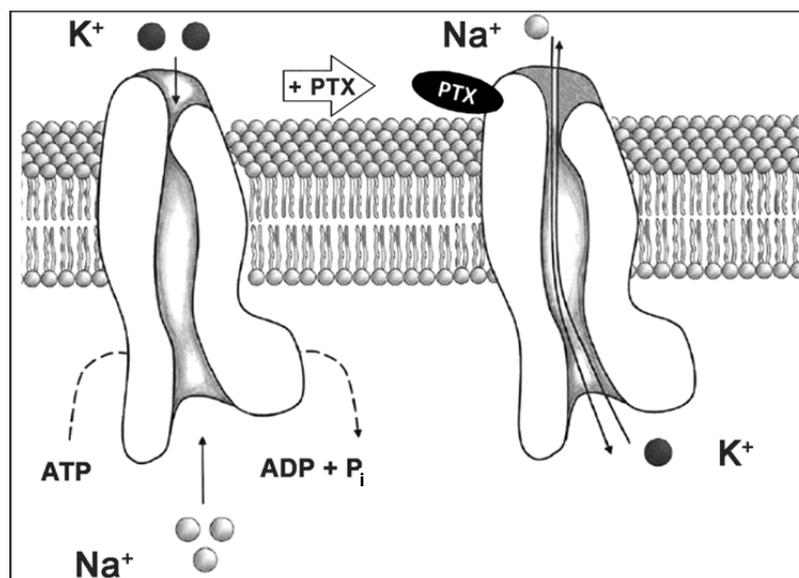


Abbildung 1: Modell zum Wirkmechanismus von PTX



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

### **Material C: Neurophysiologische Untersuchung zur Wirkung von Palytoxin**

Palytoxin ist auch für Menschen lebensgefährlich, wenn es über die Nahrungskette aufgenommen wird. Unter anderem aus diesem Grund wurde die Wirkung von PTX auf das periphere Nervensystem von Säugetieren untersucht. Biologen nutzten dafür den Ischiasnerv von Mäusen. Diesen platzierten sie in ein Bad, das mit isotonischer Salzlösung gefüllt war, und sie applizierten zusätzlich  $0,001 \mu\text{mol/L}$  PTX. Die Forscher reizten den Nerv mehrfach elektrisch überschwellig mit identischen Reizstärken und ermittelten jeweils die Summe aller messbaren Aktionspotenziale des Ischiasnervs, der aus vielen einzelnen Nervenfasern besteht. Das Ergebnis wird als sogenanntes Summen-Aktionspotenzial dargestellt. Die Amplitude dieses Summen-Aktionspotenzials hängt von der Zahl der aktiven Nervenfasern ab.

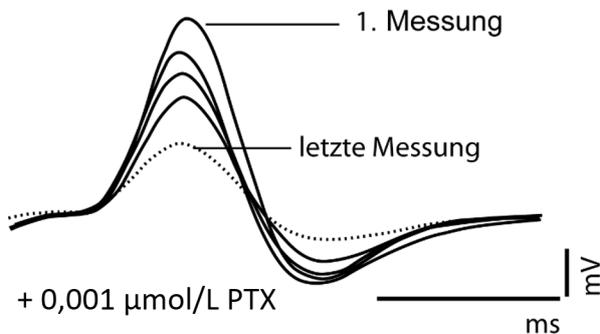


Abbildung 2:  
Summen-Aktionspotenziale nach mehrfacher Reizung des Ischiasnervs in isotonischer Salzlösung mit  $0,001 \mu\text{mol/L}$  PTX  
(Zur besseren Vergleichbarkeit sind in der Darstellung die Summen-Aktionspotenziale übereinander dargestellt.)

### **Material D: Wirkung von Palytoxin in Kombination mit Ouabain**

In weiterführenden Experimenten verglich das Forscherteam die Wirkung von PTX mit der Wirkung von Ouabain, einem Pflanzengift. Ouabain bindet an Natrium-Kalium-Ionenpumpen und wirkt dort als Inhibitor, indem es die Tätigkeit der Natrium-Kalium-Ionenpumpen blockiert. Es wurde auch untersucht, wie sich verschiedene PTX- und Ouabain-Konzentrationen allein und in Kombination auf das Membranpotenzial der Ischiasnerven von Mäusen auswirken. Für die Untersuchung der gemeinsamen Wirkung inkubierten die Forscher die Ischias-Nerven für eine Stunde mit Ouabain, bevor sie zusätzlich PTX applizierten. Nach jeweils vier Stunden wurden die unterschiedlich behandelten Nerven (vgl. Abbildung 3) elektrisch gereizt und die Summen-Aktionspotenziale ermittelt.

Zusätzlich wurden Kontrollversuche nur mit isotonischer Salzlösung durchgeführt, um die Amplitude der Summen-Aktionspotenziale nach elektrischer Reizung im Zustand ohne Gifteinwirkung zu ermitteln. Die Ergebnisse der Experimente mit Gifteinwirkung werden im Vergleich dazu in Prozent angegeben (Abbildung 3).



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

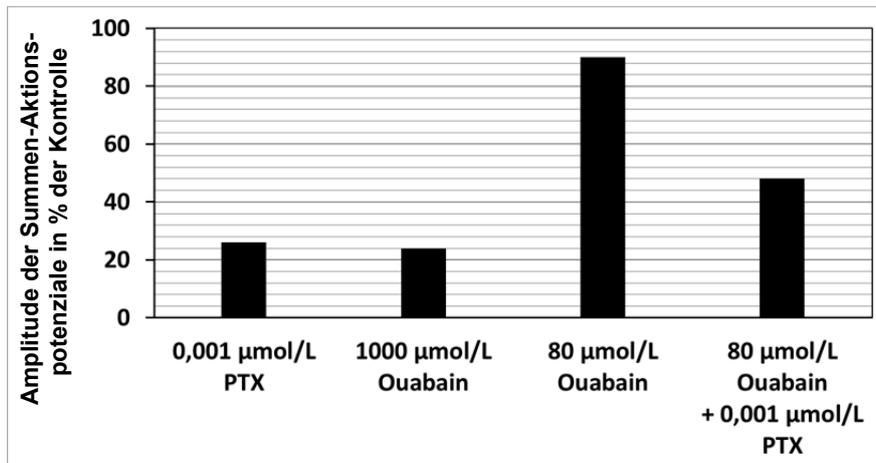


Abbildung 3: Amplitude der Summen-Aktionspotenziale in Prozent der Kontrolle  
(Ergebnis im Kontrollversuch = 100 %)

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2018

## Biologie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die fachspezifisches Material enthält

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

**Thema: Palytoxin, das Gift der Krustenanemone**

1. Erklären Sie die Funktion der Natrium-Kalium-Ionenpumpe und erläutern Sie den Wirkmechanismus von Palytoxin (Material B). Deuten Sie die Ergebnisse der neurophysiologischen Untersuchung zur Wirkung von Palytoxin (Materialien B und C).  
(22 Punkte)
2. Vergleichen Sie die Wirkung von Ouabain mit jener von Palytoxin (Material D). Entwickeln Sie auf Grundlage der Ergebnisse in Abbildung 3 eine Hypothese, auf welche Weise Ouabain die Wirkung von Palytoxin an der Membran beeinflusst (Materialien B bis D).  
(18 Punkte)
3. Erklären Sie unter Berücksichtigung evolutionsbiologischer und ökologischer Konzepte die Bedeutung des Palytoxins für die Lebensgemeinschaft in Korallenriffen (Material A). Nehmen Sie auch unter Berücksichtigung der ökologischen Potenz Stellung zur Konkurrenzstärke von *Palythoa caribaeorum* (Material A).  
(14 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- Material B:  
Abbildung 1 verändert nach: Rossini & Bigiani 2011, Fig. 1
- Material C:  
Abbildung 2 verändert nach: Kagiava *et al.* 2012, Fig. 3
- Material D:  
Abbildung 3 verändert nach: Kagiava *et al.* 2012, Fig 2A, Fig 4 A/B

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

- Rossini, G. P. & Bigiani, A. (2011). Palytoxin action on the Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>-ATPase and the disruption of ion equilibria in biological systems. *Toxicon* 57, 429–439
- Kagiava, A. *et al.* (2012). Assessing the neurotoxic effects of palytoxin and ouabain, both Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase inhibitors, on the myelinated sciatic nerve fibres of the mouse: An ex vivo electrophysiological study. *Toxicon* 59, 416–426
- Silva, J. F. *et al.* (2015). Growth of the tropical zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa) on reefs in northeastern Brazil. *An Acad Bras Cienc.* 87, 985–996
- Santos G. S. *et al.* (2016). Response of the zooxanthellae of *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Zoanthidea) to different environmental conditions in coastal and oceanic ecosystems of the Tropical Atlantic. *Helgoland Marine Research* 70:2
- Patocka, J. *et al.* (2015). Toxic potential of palytoxin. *Journal of Huazhong University of Science and Technology* 35, 773–780
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Palythoa> (Zugriff: 22.05.2017)

#### 4. Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Vorgaben 2018

Die Aufgaben weisen vielfältige Bezüge zu den Kompetenzerwartungen und Inhaltsfeldern des Kernlehrplans bzw. zu den in den Vorgaben ausgewiesenen Fokussierungen auf. Im Folgenden wird auf Bezüge von zentraler Bedeutung hingewiesen.

##### 1. Inhaltsfelder und inhaltliche Schwerpunkte

###### Neurobiologie

- Aufbau und Funktion von Neuronen
- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung

###### Ökologie

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Mensch und Ökosysteme

###### Evolution

- Grundlagen evolutiver Veränderung

##### 2. Medien/Materialien

- entfällt

#### 5. Zugelassene Hilfsmittel

- Taschenrechner (graphikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

## 6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

### Teilleistungen – Kriterien

#### a) inhaltliche Leistung

#### Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erklärt die Funktion der Natrium-Kalium-Ionenpumpe, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Konzentrationsgradient der Kaliumionen ist die wesentliche Ursache des Ruhepotenzials.</li> <li>• Die Natrium-Kalium-Pumpe transportiert ständig unter ATP-Verbrauch drei Natriumionen aus der Zelle gegen zwei Kaliumionen in die Zelle.</li> <li>• So werden Leckströme von Natriumionen ständig ausgeglichen und das Ruhepotenzial aufrechterhalten.</li> <li>• Letztlich sind daher Natriumionen außerhalb der Zelle hoch und innerhalb der Zelle gering konzentriert und Kaliumionen entsprechend umgekehrt.</li> <li>• Eine der wichtigsten Funktionen der Natrium-Kalium-Ionenpumpe ist außerdem die Wiederherstellung der Ionenverteilung über der Membran nach Auslösung eines Aktionspotenzials.</li> </ul>	8
2	<p>erläutert den Wirkmechanismus von Palytoxin (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbildung 1 zeigt, dass PTX an die Natrium-Kalium-Ionenpumpe bindet und deren Konformation so verändert, dass sie für Natrium- und Kaliumionen ATP-unabhängig permeabel wird. Die Pumpe wird durch PTX also zu einem Ionenkanal für Natrium- und Kaliumionen.</li> <li>• Natriumionen diffundieren folglich entlang des Konzentrationsgradienten und des elektrischen Potenzials in die Zelle, während Kaliumionen entlang ihres Konzentrationsgradienten nach außen diffundieren. In der Summe führen diese Prozesse zur Depolarisation.</li> </ul>	8
3	<p>deutet die Ergebnisse der neurophysiologischen Untersuchung zur Wirkung von Palytoxin (Materialien B und C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Konzentrationsgradient von Natrium- und Kaliumionen nimmt durch PTX deutlich ab, da durch PTX die Natrium-Kalium-Ionenpumpen zu Ionenkanälen verändert werden. Durch diese diffundieren Natrium- und Kaliumionen, sodass sich die Konzentrationsverhältnisse schnell verändern, wodurch sich das Membranpotenzial deutlich verringert.</li> <li>• Dies führt dazu, dass nur noch sehr schwache Depolarisationen entstehen und schließlich kein Aktionspotenzial mehr ausgelöst werden kann. Die intrazelluläre Signalübertragung ist deutlich eingeschränkt oder sogar ausgeschaltet.</li> </ul> <p><i>(Eine Erläuterung der Prozesse an der Zellmembran, die zur Abschwächung der Hyperpolarisation führen, wird nicht erwartet und stellt ggf. ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium dar.)</i></p>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	<b>Anforderungen</b>	maximal erreichbare Punktzahl
<b>Der Prüfling</b>		
1	vergleicht die Wirkung von Ouabain mit jener von Palytoxin (Material D), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• PTX und Ouabain binden beide an die Natrium-Kalium-Ionenpumpen und bewirken beide eine Reduzierung der Amplitude des Summen-Aktionspotenzials.</li> <li>• Ouabain wirkt im Vergleich zu PTX aber erst in viel höherer Konzentration. So reduziert Ouabain die Amplitude des Summen-Aktionspotenzials erst in etwa 1.000.000fach höherer Konzentration auf einen vergleichbaren Wert (24 % für Ouabain und 26 % für PTX).</li> </ul>	4
2	entwickelt auf Grundlage der Ergebnisse in Abbildung 3 eine Hypothese, auf welche Weise Ouabain die Wirkung von Palytoxin an der Membran beeinflusst (Materialien B bis D), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ouabain reduziert die Giftwirkung von PTX, da die Amplitude des Summen-Aktionspotenzials im Vergleich zur Kontrolle um 52 % reduziert ist, wenn beide Gifte gemeinsam appliziert werden. Demgegenüber bewirkt PTX allein eine Reduktion der Amplitude des Summen-Aktionspotenzials im Vergleich zur Kontrolle um 74 %.</li> </ul>	4
3	entwickelt auf Grundlage der Ergebnisse in Abbildung 3 eine Hypothese, auf welche Weise Ouabain die Wirkung von Palytoxin an der Membran beeinflusst (Materialien B bis D), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ouabain blockiert im Unterschied zu PTX die Natrium-Kalium-Ionenpumpen einzelner Nervenfasern im Ischiasnerv. Da durch die Blockade der Natrium-Kalium-Ionenpumpen das Ruhepotenzial nicht wiederhergestellt werden kann, wird die Zellmembran immer weniger erregbar. Damit entwickelt sich ein Effekt, der dem von PTX ähnelt.</li> <li>• Es sollten also zunächst noch Aktionspotenziale in einzelnen Nervenfasern ausgelöst werden, aber mit zunehmend geringerer Amplitude der Summen-Aktionspotenziale, da einzelne Nervenfasern im Ischiasnerv blockiert werden.</li> <li>• Da Ouabain die Natrium-Kalium-Ionenpumpen im Unterschied zu PTX aber nicht in Kanäle umwandelt, ist seine Wirkung geringer und es zeigt eine vergleichbare Wirkung erst in wesentlich höherer Konzentration.</li> <li>• Vermutlich konkurrieren beide Substanzen um dieselben Bindungsstellen an den Natrium-Kalium-Ionenpumpen. Da Ouabain eine Stunde vor PTX und außerdem in wesentlich höherer Konzentration zugegeben wurde, blockiert es die Bindungsstellen, sodass PTX nicht wirken kann. Somit wird die Wirkung von PTX reduziert.</li> </ul> <i>(Alternative fachlich zutreffende Lösungen sind entsprechend zu werten.)</i>	10
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

**Teilaufgabe 3**

	<b>Anforderungen</b>	maximal erreichbare Punktzahl
	<b>Der Prüfling</b>	
1	<p>erklärt unter Berücksichtigung evolutionsbiologischer und ökologischer Konzepte die Bedeutung des Palytoxins für die Lebensgemeinschaft in Korallenriffen (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Palytoxin ist das Gift der Krustenanemone <i>Palythoa caribaeorum</i>. Es ist ein Fraßschutz und übt daher einen Selektionsdruck auf Fressfeinde von <i>Palythoa caribaeorum</i> aus.</li> <li>• Offensichtlich hat die Resistenz gegen PTX einen hohen Selektionsvorteil, da die Tiere der Lebensgemeinschaft im Riff eine hohe Toleranz gegenüber PTX zeigen.</li> <li>• Eine besondere Anpasstheit besteht darin, dass Tiere mit PTX-Toleranz dieses in aktiver Form speichern und damit wahrscheinlich selbst als Fraßschutz nutzen.</li> <li>• PTX ist somit wahrscheinlich ein wichtiger Faktor in den ökologischen Nischen der Arten, die in einer Lebensgemeinschaft mit <i>Palythoa caribaeorum</i> leben.</li> </ul> <p>(Weitere im Kontext fachlich angemessene Konzepte wie beispielsweise Koevolution sind entsprechend zu werten).</p>	8
2	<p>nimmt auch unter Berücksichtigung der ökologischen Potenz Stellung zur Konkurrenzstärke von <i>Palythoa caribaeorum</i> (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Palythoa caribaeorum</i> zeigt wahrscheinlich eine große interspezifische Konkurrenzstärke, da sie <ul style="list-style-type: none"> <li>– über eine breite physiologische Potenz verfügt und sich somit auch unter Stressbedingungen vermehren kann.</li> <li>– ein schnelles Wachstum und schnelle ungeschlechtliche Vermehrung zeigt.</li> <li>– das Gift PTX produziert, welches für Organismen außerhalb ihrer Lebensgemeinschaft hoch toxisch ist.</li> </ul> </li> <li>• Insgesamt erhöht sich durch diese Faktoren ihre Konkurrenzstärke beträchtlich, sodass sie in Lebensräumen, in denen sie grundsätzlich existieren kann, wahrscheinlich Arten wie die Steinkorallen verdrängt.</li> </ul>	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 1**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erklärt die Funktion ...	8			
2	erläutert den Wirkmechanismus ...	8			
3	deutet die Ergebnisse ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>	<b>22</b>			

**Teilaufgabe 2**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	vergleicht die Wirkung ...	4			
2	entwickelt auf Grundlage ...	4			
3	entwickelt auf Grundlage ...	10			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			

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

**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erklärt unter Berücksichtigung ...	8			
2	nimmt auch unter ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>14</b>			
	<b>Summe der 1., 2. und 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 nach 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>				

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:

<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 – 33
mangelhaft minus	1	32 – 24
ungenügend	0	23 – 0



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

# Abiturprüfung 2018

## Biologie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Thema: Soziale Dynamiken in Orca-Populationen

1. Erläutern Sie die Beziehungen der beiden Orca-Ökotypen unter ökologischen Aspekten und erklären Sie die sich daraus ergebenden Folgen unter evolutionsbiologischen Gesichtspunkten (Material A). (18 Punkte)
2. Werten Sie die in Abbildung 1 gezeigten Daten aus und stellen Sie auf dieser Grundlage eine Hypothese zur Erklärung des in Abbildung 2 dargestellten Sachverhaltes auf (Materialien A bis C). (14 Punkte)
3. Erklären Sie die Begriffe „direkte Fitness“ und „indirekte Fitness“ und erläutern Sie auf dieser Grundlage die Vorteile der postreproduktiven Phase bei *Resident*-Orcas (Material C). Leiten Sie anhand von Tabelle 2 Konsequenzen für die Gesamtfitness von *Resident*-Männchen ab (Material C). (22 Punkte)

### Zugelassene Hilfsmittel:

- Taschenrechner (graphikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



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

## Material A: Ökologie von Orca-Ökotypen

Orcas (*Orcinus orca*) ernähren sich von einer großen Vielfalt an Meerestieren, darunter Fische, Säugetiere und Vögel. In den Küstengewässern des nordöstlichen Pazifiks findet man zwei genetisch unterscheidbare Gruppen (Ökotypen) von Orca-Populationen: *Residents* und *Transients*. Die beiden Ökotypen unterscheiden sich auch hinsichtlich ihrer Ernährung, Morphologie, ihrer sozialen Organisation, ihres Verhaltens und ihrer Lautäußerungen. *Residents* leben in größeren sozialen Gruppen mit recht festen Wanderrouen. *Transients* wandern ebenfalls in den Küstengebieten umher, aber ihr Aufenthalt ist nicht genau vorhersagbar. Die Gruppen der *Transients* sind in der Regel kleiner und das Sozialgefüge ist variabler.

Einige Populationen von *Residents* und *Transients* an der kanadischen Westküste wurden in den vergangenen Jahrzehnten gut untersucht. Die Nahrungszusammensetzung der beiden Ökotypen ist in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Wichtige Beutearten von *Residents* und *Transients*  
(Die Daten stammen aus verschiedenen Untersuchungen und wurden zusammengefasst.)

<i>Residents</i>		<i>Transients</i>	
Beuteart	Anzahl an Tötungen	Beuteart	Anzahl an Tötungen
<b>Fische:</b>		<b>Säugetiere:</b>	
Königslachs	60	Seehund	72
Buckellachs	14	Gewöhnlicher Schweinswal	16
Ketalachs	6	Stellerscher Seelöwe	8
Silberlachs	6	Weißflankenschweinswal	7
Rotlachs	3	Kalifornischer Seelöwe	4
Regenbogenforelle	2	<b>Vögel:</b>	
Pazifischer Hering	1	Trottellumme	4
Pazifischer Heilbutt	1	Nashornalk	2

## Material B: Die Bedeutung des Königslachses für *Resident*-Orcas

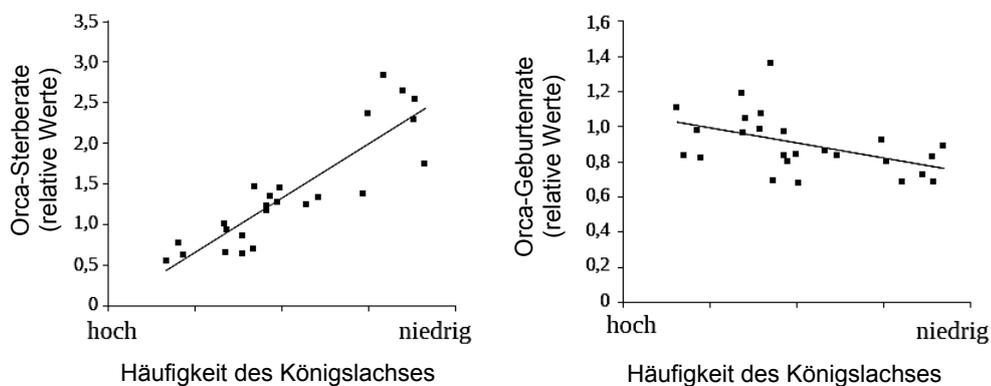


Abbildung 1: Abhängigkeit der Sterbe- und Geburtenrate von *Resident*-Orcas



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

### Material C: Postreproduktive Phase bei Orca-Weibchen

In den vergangenen Jahren wurden umfangreiche Untersuchungen zu den Sozialstrukturen in *Resident*-Populationen vor der kanadischen Westküste veröffentlicht. Es zeigte sich, dass die Gruppen wesentlich häufiger von Weibchen als von Männchen geführt werden. Sowohl der männliche als auch der weibliche Nachwuchs bleibt in der Regel zeitlebens Mitglied der Gruppe. Orca-Weibchen werden mit etwa zwölf Jahren geschlechtsreif und bekommen innerhalb ihrer reproduktiven Phase bis zu sechs Junge. Bei Orca-Weibchen konnte zudem ein im Tierreich sehr seltenes Phänomen nachgewiesen werden: Sie verlieren mit etwa 35 bis 40 Jahren ihre Reproduktionsfähigkeit, leben im Anschluss an ihre reproduktive Phase aber noch viele Jahre. Manche Weibchen werden über 90 Jahre alt. Die Weibchen der meisten anderen Tierarten sterben kurz nach dem Ende ihrer fruchtbaren Phase oder sind fruchtbar bis zu ihrem Tod. Forscher versuchten, die Fitness-Vorteile dieser postreproduktiven Phase bei *Resident*-Orcas zu ergründen.

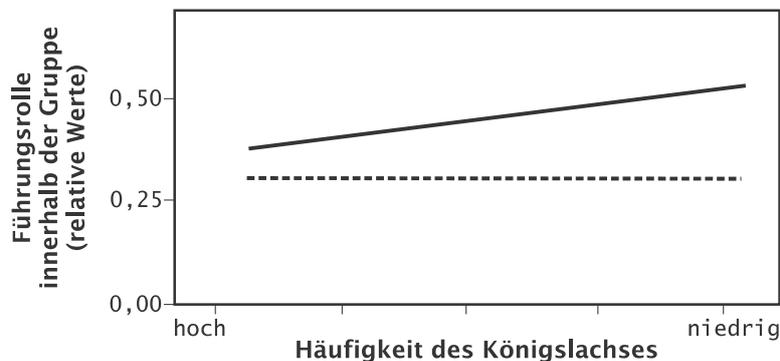


Abbildung 2: Übernahme der Führungsrolle in einer Gruppe durch postreproduktive (durchgezogene Linie) oder reproduktive *Resident*-Weibchen (gestrichelte Linie)

Tabelle 2: Weitere Befunde zum Sozialgefüge von *Resident*-Orcas

- Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Nachkommen sinkt stark nach dem Tod der Mutter. Dies ist insbesondere auch dann der Fall, wenn der Nachwuchs selbst schon relativ alt (> 30 Jahre) und die Mutter demnach in ihrer postreproduktiven Phase ist.
- Die Überlebenswahrscheinlichkeit der männlichen Nachkommen hängt dabei deutlich stärker von der Anwesenheit der Mutter ab als die der weiblichen Nachkommen.
- Mütter investieren mehr in ihre Söhne als in ihre Töchter.
- Söhne folgen ihrer Mutter häufiger, als dies Töchter tun.
- Männchen bleiben zwar zeitlebens bei ihrer sozialen Gruppe, paaren sich jedoch mit Weibchen anderer Gruppen.
- Die Lebenserwartung von Männchen (etwa 50 Jahre) ist deutlich geringer als die der Weibchen, allerdings können Männchen jedes Jahr und bis ins hohe Alter Nachkommen zeugen.

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2018

## Biologie, Grundkurs

---

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die fachspezifisches Material enthält

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

**Thema: Soziale Dynamiken in Orca-Populationen**

1. Erläutern Sie die Beziehungen der beiden Orca-Ökotypen unter ökologischen Aspekten und erklären Sie die sich daraus ergebenden Folgen unter evolutionsbiologischen Gesichtspunkten (Material A). (18 Punkte)
2. Werten Sie die in Abbildung 1 gezeigten Daten aus und stellen Sie auf dieser Grundlage eine Hypothese zur Erklärung des in Abbildung 2 dargestellten Sachverhaltes auf (Materialien A bis C). (14 Punkte)
3. Erklären Sie die Begriffe „direkte Fitness“ und „indirekte Fitness“ und erläutern Sie auf dieser Grundlage die Vorteile der postreproduktiven Phase bei *Resident*-Orcas (Material C). Leiten Sie anhand von Tabelle 2 Konsequenzen für die Gesamtfitness von *Resident*-Männchen ab. (22 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- Material A:  
Tabelle 1 verändert nach: Ford *et al.* 1998, Tab. 2 und 4
- Material B:  
Abbildung 1 verändert nach: Ford *et al.* 2010, Fig. 2
- Material C:  
Abbildung 2 verändert nach: Brent *et al.* 2015, Fig. 2  
Tabelle 2 zusammengestellt aus: Brent *et al.* 2015, Foster *et al.* 2012, Olesiuk *et al.* 1990

---

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

- Brent, L. J. N. *et al.* (2015): Ecological Knowledge, Leadership, and the Evolution of Menopause in Killer Whales. *Current Biology* 25, 746–750
- Croft, D. P. *et al.* (2017): Reproductive Conflict and the Evolution of Menopause in Killer Whales. *Current Biology* 27, 298–304
- Dahlheim, M. E. *et al.* (2008): Eastern temperate North Pacific offshore killer whales (*Orcinus orca*): Occurrence, movements and insights into feeding ecology. *Marine Mammal Science* 24, 719–729
- Ford, J. K. B. *et al.* (1998): Dietary specialization in two sympatric populations of killer whales (*Orcinus orca*) in coastal British Columbia and adjacent waters. *Can. J. Zool.* 76, 1456–1471
- Ford, J. K. B. *et al.* (2010): Linking killer whale survival and prey abundance: food limitation in the oceans' apex predator. *Biol. Lett.* 6, 139–142
- Ford, J. K. B. *et al.* (2011): Shark predation and tooth wear in a population of northeastern Pacific killer whales. *Aquatic Biology* 11, 213–224
- Foster, E. A. *et al.* (2012): Adaptive Prolonged Postreproductive Life Span in Killer Whales. *Science* 337, 1313
- Olesiuk, P. F. *et al.* (1990): Life History and Population Dynamics of Resident Killer Whales (*Orcinus orca*) in the Coastal Waters of British Columbia and Washington State. *Rep. Int. Whal. Commn.* (Special Issue 12), 209–243
- [www.orca-live.net/card/card\\_09.html](http://www.orca-live.net/card/card_09.html) (Zugriff: 25.02.2017)

#### 4. Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Vorgaben 2018

Die Aufgaben weisen vielfältige Bezüge zu den Kompetenzerwartungen und Inhaltsfeldern des Kernlehrplans bzw. zu den in den Vorgaben ausgewiesenen Fokussierungen auf. Im Folgenden wird auf Bezüge von zentraler Bedeutung hingewiesen.

##### 1. Inhaltsfelder und inhaltliche Schwerpunkte

###### Evolution

- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Art und Artbildung
- Stammbäume

###### Ökologie

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen

##### 2. Medien/Materialien

- entfällt

#### 5. Zugelassene Hilfsmittel

- Taschenrechner (graphikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

## 6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

### Teilleistungen – Kriterien

#### a) inhaltliche Leistung

#### Teilaufgabe 1

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	<p>erläutert die Beziehungen der beiden Orca-Ökotypen unter ökologischen Aspekten (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es werden unterschiedliche Räuber-Beute-Beziehungen der beiden Orca-Ökotypen dargestellt: <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Residents</i> ernähren sich ausschließlich von Fischen. Dabei spielen verschiedene Lachsarten und insbesondere der Königslachs eine große Rolle. Andere Fischarten werden in relativ geringem Maße gefressen.</li> <li>– <i>Transients</i> ernähren sich hingegen von verschiedenen marinen Säugetieren und von Vögeln. Die Säugetiere, insbesondere Seehunde und Gewöhnliche Schweinswale, bilden die Hauptnahrung.</li> </ul> </li> </ul>	4
2	<p>erläutert die Beziehungen der beiden Orca-Ökotypen unter ökologischen Aspekten (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch das unterschiedliche Nahrungsspektrum (unterschiedliche Nahrungsnischen) wird zwischen den verschiedenen Ökotypen intraspezifische Konkurrenz vermieden.</li> <li>• Auch das Wanderverhalten unterscheidet sich, da nur die Routen der <i>Residents</i> vorhersagbar sind und daher in jedem Jahr gleich verlaufen, während dies bei den <i>Transients</i> nicht der Fall ist.</li> <li>• Diese Unterschiede ermöglichen insgesamt die Koexistenz zweier Orca-Ökotypen im selben Lebensraum.</li> </ul>	6
3	<p>erklärt die sich daraus ergebenden Folgen unter evolutionsbiologischen Gesichtspunkten (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die beiden Ökotypen unterscheiden sich hinsichtlich verschiedener Merkmale wie z. B. Ernährung, Morphologie, soziale Organisation, Lautsignale und hinsichtlich ihrer genetischen Merkmale; aber sie gehören einer biologischen Art an.</li> <li>• Unterschiedliche Beute erfordert ggf. unterschiedliche Jagdtechniken (auch in der sozialen Organisation) und Unterschiede in der Morphologie.</li> <li>• Im Laufe der Evolution haben sich spezifische Anpassungen entwickelt, die den beiden Ökotypen jeweils Selektionsvorteile bieten.</li> <li>• Dies führt ebenfalls zu einer zunehmenden ethologischen Isolation der beiden Ökotypen, die sich auch in Form von genetischen Unterschieden zeigt und auf einen sympatrischen Artbildungsprozess hindeuten kann.</li> </ul>	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	wertet die in Abbildung 1 gezeigten Daten aus, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei abnehmender Häufigkeit des Königslachses steigt die Sterberate der <i>Resident-Orcas</i> deutlich von etwa 0,5 rel. Einheiten auf bis zu 2,5 rel. Einheiten an.</li> <li>• Die Geburtenrate nimmt mit abnehmender Häufigkeit des Königslachses leicht ab, von etwa 1,0 rel. Einheiten auf 0,8 rel. Einheiten.</li> </ul>	4
2	wertet die in Abbildung 1 gezeigten Daten aus, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Resident-Orcas</i> sind auf die Anwesenheit des Königslachses angewiesen, da dieser den größten Anteil der Nahrung einnimmt.</li> <li>• Bei abnehmender Populationsdichte des Königslachses steigt insbesondere die Sterberate der <i>Resident-Orcas</i>, da nicht alle Individuen der Gruppe ausreichend ernährt werden.</li> <li>• Bei abnehmender Populationsdichte des Königslachses sinkt die Geburtenrate der <i>Resident-Orcas</i> leicht ab, da nicht erfolgreiche Jäger hungern und sich weniger erfolgreich reproduzieren.</li> </ul>	6
3	stellt auf dieser Grundlage eine Hypothese zur Erklärung des in Abbildung 2 dargestellten Sachverhaltes auf (Materialien A bis C), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine sinkende Häufigkeit an Königslachsen hat zur Folge, dass die <i>Resident-Gruppen</i> vermehrt von postreproduktiven Weibchen geführt werden.</li> <li>• Diese Weibchen sind meist älter als die übrigen Gruppenmitglieder und besitzen dadurch mehr Erfahrung als jüngere Orcas, was sich in einem höheren Jagderfolg widerspiegelt und somit insbesondere in Zeiten der Nahrungsknappheit vorteilhaft ist.</li> </ul> <i>(Alternative sachlogische Hypothesen sind entsprechend zu werten.)</i>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erklärt die Begriffe „direkte Fitness“ und „indirekte Fitness“, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Gesamtfitness eines Individuums setzt sich aus der direkten Fitness und der indirekten Fitness zusammen.</li> <li>• Direkte Fitness ergibt sich durch den eigenen Fortpflanzungserfolg. Je mehr Nachkommen ein Individuum hat, desto größer ist der Anteil eigener Allele im Genpool der nächsten Generation.</li> <li>• Eine hohe direkte Fitness ergibt sich z. B. durch eine hohe Lebenserwartung, hohe Reproduktionsfähigkeit und eine hohe Zahl an Sexualpartnern.</li> <li>• Da aber auch bei Verwandten eine große genetische Übereinstimmung herrscht, ergeben sich Vorteile, das Überleben oder den Reproduktionserfolg von Verwandten zu sichern (indirekte Fitness).</li> <li>• Je näher die Verwandtschaft zwischen Individuen ist (z. B. Eltern und Nachkommen, Geschwister), umso größer ist der Fitnessgewinn bei Verwandtenhilfe.</li> </ul>	8
2	<p>erläutert auf dieser Grundlage die Vorteile der postreproduktiven Phase bei <i>Resident-Orcas</i> (Material C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Postreproduktive Weibchen können ihre Gesamtfitness nicht mehr durch eigenen Nachwuchs (direkte Fitness) steigern. Demzufolge kann eine Fitnesssteigerung nur über die Erhöhung der indirekten Fitness erfolgen.</li> <li>• Überleben die eigenen Nachkommen, so erhöht sich auch die Wahrscheinlichkeit, dass diese wiederum eigene Nachkommen zeugen und erfolgreich aufziehen.</li> <li>• Die in Material C gezeigten Ergebnisse verdeutlichen, dass postreproduktive Weibchen die direkte Fitness ihrer Nachkommen und somit ihre eigene Gesamtfitness über die Steigerung der indirekten Fitness erhöhen.</li> <li>• Der Tod der postreproduktiven Weibchen verringert dagegen die Überlebenschance der eigenen Nachkommen, insbesondere die der Söhne.</li> </ul>	8
3	<p>leitet anhand von Tabelle 2 Konsequenzen für die Gesamtfitness von <i>Resident-Männchen</i> ab (Material C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwar ist die Lebenserwartung von Männchen deutlich geringer als die von Weibchen, jedoch können Männchen durch die Paarung mit unterschiedlichen Weibchen bis ins hohe Alter Nachkommen zeugen. Sie besitzen eine höhere direkte Fitness.</li> <li>• Diese wird auch dadurch erhöht, dass Männchen sich mit Weibchen anderer Gruppen paaren und dieser Nachwuchs in der Gruppe der Mütter verbleibt und somit die Nachkommen der Männchen im Gegensatz zu den Nachkommen der Weibchen nicht in direkte (Nahrungs-)Konkurrenz mit den Mitgliedern der eigenen Gruppe treten.</li> </ul> <p><i>(Alternative fachlich zutreffende Lösungsansätze sind 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"> <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 1**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erläutert die Beziehungen ...	4			
2	erläutert die Beziehungen ...	6			
3	erklärt die sich ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			

**Teilaufgabe 2**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	wertet die in ...	4			
2	wertet die in ...	6			
3	stellt auf dieser ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>	<b>14</b>			

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

**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erklärt die Begriffe ...	8			
2	erläutert auf dieser ...	8			
3	leitet anhand von ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>22</b>			
	<b>Summe der 1., 2. und 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>			

**Die Festlegung der Gesamtnote erfolgt auf dem Auswertungsbogen in GK HT 1.**



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

# Abiturprüfung 2018

## Biologie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Thema: Grundeln im Rhein auf dem Vormarsch

1. Leiten Sie das Nahrungsspektrum des Flussbarsches aus Abbildung 1 ab und werten Sie auf dieser Grundlage und der von Material A die ökologischen Beziehungen zwischen den Grundelarten und dem Flussbarsch aus (Materialien A und B). *(18 Punkte)*
2. Erklären Sie an jeweils einem Beispiel den Unterschied zwischen dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren und erläutern Sie auf Grundlage der herrschenden Nahrungsbeziehungen die Regulation der heimischen Raubfischpopulation durch die eingeschleppten Grundeln (Materialien A und B). Geben Sie vier Gründe an, die für eine weitere Ausbreitung der Grundeln im Rhein sprechen. *(26 Punkte)*
3. Fassen Sie die Ergebnisse aus Abbildung 2 zusammen (Material C) und nehmen Sie kritisch Stellung, inwiefern die Analyse von Umwelt-DNA Aussagen über das Vorkommen und die Abundanz der Grundelarten in einem Fließgewässerabschnitt ermöglicht (Material C). *(10 Punkte)*

### Zugelassene Hilfsmittel:

- Taschenrechner (graphikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



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

### Material A: Invasive Grundeln im Rhein

In deutschen Flüssen, u. a. im Rhein, leben mittlerweile zahlreiche Tiere aus dem Schwarzmeerraum und dem Kaspischen Meer, welche durch Ballastwasser von Schiffen eingeschleppt wurden. In großer Zahl sind dies die Schwarzmaulgrundel (*Neogobius melanostomus*) und die Kesslergrundel (*Ponticola kessleri*). Ein gemeinsames Merkmal der ca. 20 cm großen, am Gewässergrund lebenden Fische ist, dass die Bauchflossen eine trichterförmige Saugscheibe bilden, mit der sich die Grundeln an harten Oberflächen, zum Beispiel an Steinen oder Schiffsrümpfen, anheften können. Die Farbe der Grundeln ist meist unauffällig mit einem tarnenden Muster. Beide Grundelarten besiedeln Uferbefestigungen aus Blocksteinen (Steinschüttungen), die Schutz bei Wellengang, Strömung und vor Räubern bieten. Ebenso dienen die Steine als Laichplätze. Die Gelege von mehreren hundert bis tausenden Eiern werden von den Männchen bewacht und verteidigt. Bis 10 cm Körpergröße fressen die jungen Grundeln beider Arten überwiegend Krebstiere und Insekten; ab 10 cm Körpergröße ernährt sich *N. melanostomus* überwiegend von Muscheln und Schnecken sowie Krebstieren, während sich *P. kessleri* von kleinen Fischen und Krebstieren ernährt. Diese eingeschleppten Grundeln sind auch Laichräuber heimischer Fische.

### Material B: Nahrungsspektrum von jungen Flussbarschen im Rhein

Im Rhein ist der Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) ein heimischer Raubfisch, der bis zu ca. 40 cm groß wird und ruhigere Gewässerabschnitte mit den Grundeln als Lebensraum teilt. Grundsätzlich ist der Rhein ein nahrungslimitiertes Ökosystem. Im Rahmen von ökologischen Freilandstudien wurden im Niederrhein in den Jahren 2011 bis 2014 Flussbarsche zu Forschungszwecken gefangen und deren Mageninhalte untersucht. Die Daten sind in der folgenden Abbildung veranschaulicht.

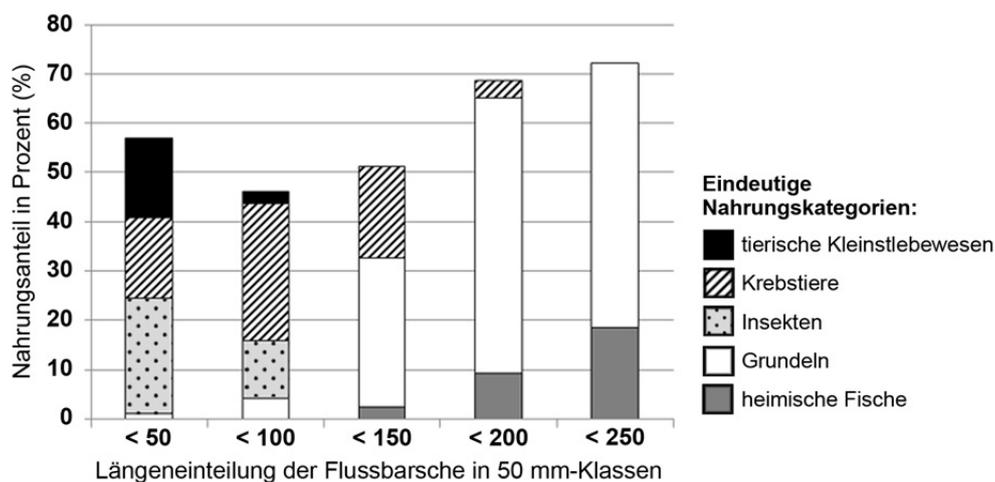


Abbildung 1: Nahrungsspektrum von jungen Flussbarschen in Abhängigkeit von der Körpergröße basierend auf Fangdaten im Niederrhein von 2011 bis 2014 (Unterschiede zu 100 % resultieren aus nicht eindeutig zuzuordnenden Nahrungskategorien.)



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

### Material C: Analyse von Umwelt-DNA statt Fischfallen

Um Aussagen über die Abundanz von Fischbeständen treffen zu können, war bisher der Einsatz von Fischereimethoden üblich (siehe Abbildung 2A). An der Universität Basel wurde nun ein Test entwickelt, mit dem sich das Vorhandensein von Fischen in fließenden oder stehenden Gewässern aus Wasserproben nachweisen lässt. Das neue Verfahren beruht auf der Analyse von Umwelt-DNA, eDNA (e = environmental). Diese eDNA ist z. B. die DNA, die über den Kot oder die Schuppen der Fische ins Wasser gelangt, wo sie mit der Strömung mitgetragen wird. Im Labor kann die eDNA aus Wasserproben vom Gewässergrund isoliert und mit entsprechenden Verfahren, PCR und Gelelektrophorese, nachgewiesen werden. Der zur Analyse des Grundelbestandes entwickelte Test der Universität Basel reagiert durch den gezielten Einsatz artübergreifender Primer ausschließlich auf die Erbsubstanz der Grundeln aus dem Schwarzmeerraum, auf einheimische Fischarten jedoch nicht. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2B dargestellt.

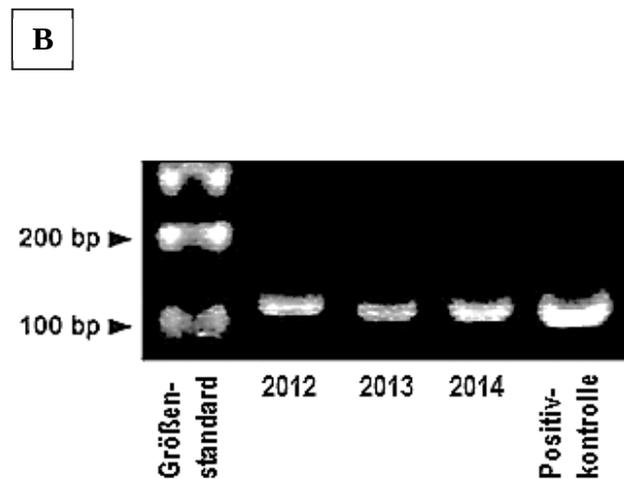
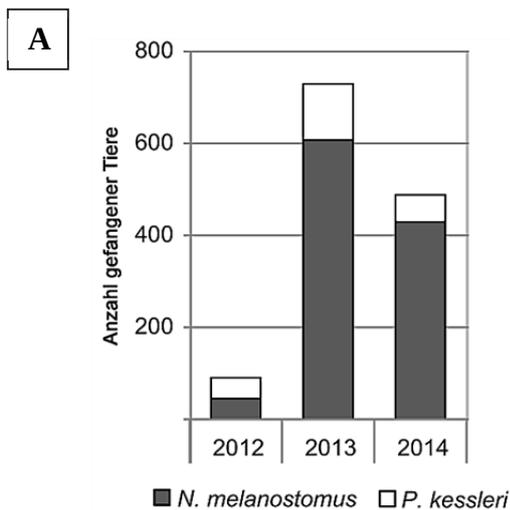


Abbildung 2A:  
Abundanzbestimmungen durch Fangdaten von 2012 bis 2014 aus dem Rhein bei Basel (Als Fangmethode wurde eine Fischfalle mit Hundetrockenfutter präpariert, auf dem Gewässergrund platziert und in regelmäßigen Abständen geleert.)

Abbildung 2B:  
Gelelektrophoretische Darstellung von eDNA-Proben von 2012 bis 2014 aus dem Rhein bei Basel (Die eDNA wurde zuvor durch PCR vervielfältigt. Dabei wurden artübergreifende Primer für Grundeln aus dem Schwarzmeerraum verwendet. Positivkontrolle: *N. melanostomus*-DNA)

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2018

## Biologie, Grundkurs

---

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die fachspezifisches Material enthält

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

**Thema: Grundeln im Rhein auf dem Vormarsch**

1. Leiten Sie das Nahrungsspektrum des Flussbarsches aus Abbildung 1 ab und werten Sie auf dieser Grundlage und der von Material A die ökologischen Beziehungen zwischen den Grundelarten und dem Flussbarsch aus (Materialien A und B). *(18 Punkte)*
2. Erklären Sie an jeweils einem Beispiel den Unterschied zwischen dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren und erläutern Sie auf Grundlage der herrschenden Nahrungsbeziehungen die Regulation der heimischen Raubfischpopulation durch die eingeschleppten Grundeln (Materialien A und B). Geben Sie vier Gründe an, die für eine weitere Ausbreitung der Grundeln im Rhein sprechen. *(26 Punkte)*
3. Fassen Sie die Ergebnisse aus Abbildung 2 zusammen (Material C) und nehmen Sie kritisch Stellung, inwiefern die Analyse von Umwelt-DNA Aussagen über das Vorkommen und die Abundanz der Grundelarten in einem Fließgewässerabschnitt ermöglicht (Material C). *(10 Punkte)*

### 3. Materialgrundlage

- Material B:  
Abbildung 1 verändert nach: Gertzen 2016, Figure 1, S. 181
- Material C:  
Abbildungen 2A und 2B verändert nach: Adrian-Kalchhauser & Burkhardt-Holm 2016, Figure 8, S. 14

---

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

- Adrian-Kalchhauser, I. & Burkhardt-Holm, P. (2016). An eDNA assay to monitor a globally invasive fish species from flowing freshwater. *PLoS ONE* 11
- Gertzen, S. (2016). *The ecological niche of invasive gobies at the Lower Rhine in intra- and interspecific competitive and predatory interactions*. Dissertation, Universität zu Köln
- Schmidt, B. R. & Ursenbacher, R. (2015). Umwelt-DNA als neue Methode zum Art-nachweis in Gewässern. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 22, 1–10
- Wiesner, C. *et al.* (2010). Gebietsfremde Fische in Deutschland und Österreich und mögliche Auswirkungen des Klimawandels. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz (BfN-Skripten, 279)
- <https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Research/Neuer-Test-fuer-Grundel-Invasion.html> (Zugriff: 05.05.2017)

#### **4. Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Vorgaben 2018**

Die Aufgaben weisen vielfältige Bezüge zu den Kompetenzerwartungen und Inhaltsfeldern des Kernlehrplans bzw. zu den in den Vorgaben ausgewiesenen Fokussierungen auf. Im Folgenden wird auf Bezüge von zentraler Bedeutung hingewiesen.

##### *1. Inhaltsfelder und inhaltliche Schwerpunkte*

###### Ökologie

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Mensch und Ökosysteme
  - *Schädlingsbekämpfung*

###### Genetik

- Gentechnik

##### *2. Medien/Materialien*

- entfällt

#### **5. Zugelassene Hilfsmittel**

- Taschenrechner (graphikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

## 6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

### Teilleistungen – Kriterien

#### a) inhaltliche Leistung

#### Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>leitet das Nahrungsspektrum des Flussbarsches aus Abbildung 1 ab, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flussbarsche ernähren sich in Abhängigkeit von ihrer eigenen Länge von Tieren verschiedener Kategorien in unterschiedlicher Menge: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Flussbarsche bis 100 mm ernähren sich zu einem Großteil von Krebstieren und Insekten, aber auch von tierischen Kleinstlebewesen und in geringem Umfang von Grundeln.</li> <li>– Bei Flussbarschen zwischen 100 mm und 250 mm nimmt mit zunehmender Länge der Nahrungsanteil von Fischen, insbesondere von Grundeln (über 50 % der Nahrung), deutlich zu. Der Anteil von Krebstieren in der Nahrung sinkt deutlich.</li> </ul> </li> </ul>	4
2	<p>wertet auf dieser Grundlage und der von Material A die ökologischen Beziehungen zwischen den Grundelarten und dem Flussbarsch aus (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zum einen liegt mehrfach interspezifische Konkurrenz in Abhängigkeit von der jeweiligen Körpergröße vor: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zwischen jungen Flussbarschen bis 150 mm Körpergröße und den beiden Grundelarten liegt eine interspezifische Konkurrenz um die Nahrungskategorie Krebstiere vor, da diese bei allen drei Fischarten einen wesentlichen Nahrungsbestandteil darstellt.</li> <li>– Zwischen der Kesslergrundel und dem Flussbarsch ab 100 mm Körpergröße liegt eine interspezifische Konkurrenz um kleinere Fische vor.</li> </ul> </li> <li>• Zum anderen steht der Flussbarsch mit den Grundelarten in Abhängigkeit von der jeweiligen Körpergröße in einer Räuber-Beute-Beziehung: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Dabei nimmt bei größeren Flussbarschen ab 100 mm Körpergröße die Bedeutung der Grundeln als Beute stark zu, da Grundeln einen beträchtlichen Nahrungsanteil größerer Flussbarsche ausmachen.</li> <li>– Da die Kesslergrundel ab 100 mm Körpergröße kleine Fische frisst, könnte sie auch ein Räuber für kleine Flussbarsche sein.</li> <li>– Ebenso sind beide Grundelarten Laichräuber für den Flussbarsch.</li> </ul> </li> </ul>	10
3	<p>wertet auf dieser Grundlage und der von Material A die ökologischen Beziehungen zwischen den Grundelarten und dem Flussbarsch aus (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auf Grund der größenabhängig unterschiedlichen Nahrungsspektren besetzen die Grundelarten und der Flussbarsch unterschiedliche ökologische Nischen. Für den betrachteten Zeitraum 2011 bis 2014 war trotz interspezifischer Konkurrenz eine Koexistenz aller drei Fischarten möglich.</li> </ul>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erklärt an jeweils einem Beispiel den Unterschied zwischen dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dichteabhängige Faktoren sind abhängig von der Größe der Population und beeinflussen dieselbige.</li> <li>• Ein dichteabhängiger Faktor ist zum Beispiel die Verfügbarkeit von Nahrung: Je mehr Nahrung es gibt, desto größer ist die Populationsdichte; infolgedessen nimmt die Verfügbarkeit von Nahrung ab.</li> <li>• Dichteunabhängige Faktoren beeinflussen die Größe von Populationen, ohne selbst abhängig von ihrer Größe zu sein.</li> <li>• Ein dichteunabhängiger Faktor sind zum Beispiel die menschlichen Verunreinigungen des Biotops: Dies nimmt unabhängig von der Populationsgröße negativen Einfluss auf die Populationsgröße.</li> </ul>	8
2	<p>erläutert auf Grundlage der herrschenden Nahrungsbeziehungen die Regulation der heimischen Raubfischpopulation durch die eingeschleppten Grundeln (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nahrung stellt einen dichteabhängigen Faktor dar, der hier u. a. durch eine interspezifische Konkurrenz limitiert wird.</li> <li>• Eine hohe Grundeldichte im Rhein bewirkt eine Nahrungsknappheit, v. a. der Krebstiere, aber auch von Insekten für die jungen heimischen Raubfische, und beeinflusst die Kapazitätsgrenze für das Populationswachstum der Raubfischpopulation. Folglich entwickeln sich weniger größere Raubfische.</li> <li>• Insbesondere Flussbarsche ab 100 mm ernähren sich aber auch von den Grundeln. Daher stellen Grundeln als Nahrung einen dichteabhängigen Faktor für Flussbarsche dar. Je mehr Grundeln es gibt, desto vorteilhafter ist die Nahrungsgrundlage für größere Flussbarsche ab 100 mm.</li> </ul> <p><i>(Die Erläuterung, dass größere Grundeln kleine Flussbarsche fressen könnten bzw. Grundeln Laichräuber der Flussbarsche sind und dadurch neben der Nahrungskonkurrenz um Krebstiere ebenfalls als Räuber die Populationsgröße der Flussbarsche limitieren, stellt ggf. ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium dar.)</i></p>	10
3	<p>gibt vier Gründe an, die für eine weitere Ausbreitung der Grundeln im Rhein sprechen (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Grundeln weisen eine ausgeprägte Anpasstheit an den Lebensraum Fließgewässer auf.</li> <li>• Die Mitführung der Grundeln durch den Schiffsverkehr (Invasion) ermöglicht eine schnelle Ausbreitung in weitere, bisher von den Grundeln unbesiedelte Flussabschnitte.</li> <li>• Die Grundeln weisen eine differenzierte Einnischung in Bezug auf die Nahrung im Rhein auf.</li> <li>• Die hohe Reproduktionsrate sowie die besondere Brutpflege durch die Männchen führen zu einer großen Abundanz dieser invasiven Arten.</li> </ul> <p><i>(Weitere schlüssige Argumente stellen ggf. ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium dar.)</i></p>	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>fasst die Ergebnisse aus Abbildung 2 zusammen (Material C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abbildung 2A zeigt detaillierte Fangzahlen aus den Jahren 2012 bis 2014 aus dem Rhein bei Basel für <i>P. kessleri</i> (2012: ca. 50, 2013: über 100, 2014: über 50) und für <i>N. melanostomus</i> (2012: ca. 50, 2013: ca. 600, 2014: über 400).</li> <li>Demgegenüber zeigt das Gel in Abbildung 2B für die drei Jahre jeweils die gleiche Bande bei etwas über 100 bp, die das Vorhandensein von Grundeln aus dem Schwarzmeerraum für die drei Jahre nachweist.</li> </ul>	4
2	<p>nimmt kritisch Stellung, inwiefern die Analyse von Umwelt-DNA Aussagen über das Vorkommen und die Abundanz der Grundelarten in einem Fließgewässerabschnitt ermöglicht (Material C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wie das Gel in Abbildung 2B zeigt, kann das Vorkommen von Grundeln durch Analyse von eDNA nachgewiesen werden. Allerdings wurden artübergreifende Primer verwendet, so dass es sich hier nicht um eine artspezifische Bande handelt. Bei Verwendung artspezifischer Primer müsste auch der Nachweis des Vorkommens einer bestimmten Art möglich sein.</li> <li>Aussagen über die Abundanz der Grundelarten sind anhand der Banden im Gel in Abbildung 2B offensichtlich nicht möglich. So findet sich z. B. der hohe Abundanzwert im Jahr 2013 überhaupt nicht in der Stärke der entsprechenden Bande im Gel wieder.</li> <li>Fraglich ist auch, inwiefern die eDNA-Menge in der Wasserprobe tatsächliche Abundanzen widerspiegelt, unter anderem da im Fließgewässer die eDNA mit dem Wasser weitergetragen wird.</li> </ul> <p><i>(Zur Vergabe der vollen Punktzahl ist die differenzierte Darstellung von zwei Aspekten erforderlich. Fachlich können bei dieser Form der klassischen PCR grundsätzlich keine Aussagen über die Quantität der eingesetzten DNA-Menge abgeleitet werden. Dies kritisch zu hinterfragen, wird jedoch von den Prüflingen nicht erwartet.)</i></p>	6
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 1**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	leitet das Nahrungsspektrum ...	4			
2	wertet auf dieser ...	10			
3	wertet auf dieser ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			

**Teilaufgabe 2**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erklärt an jeweils ...	8			
2	erläutert auf Grundlage ...	10			
3	gibt vier Gründe ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>	<b>26</b>			

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

**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	fasst die Ergebnisse ...	4			
2	nimmt kritisch Stellung ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>10</b>			
	<b>Summe der 1., 2. und 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>			

**Die Festlegung der Gesamtnote erfolgt auf dem Auswertungsbogen in GK HT 1.**