

Aufgabe 1

Themenbereiche: Gene Ökofaktoren

Schmerzen

Wenn sich ein Mensch verletzt oder Fehlfunktionen seiner inneren Organe vorliegen, reagiert der Körper darauf meist mit Schmerzen. Diese haben somit eine wichtige Warn- und Schutzfunktion.

Durch genetisch bedingte Krankheiten kann es zur verstärkten Wahrnehmung von Schmerzen kommen. Aber auch das Fehlen dieser Schutzfunktion kann genetische Ursachen haben. Ist dies der Fall, empfindet der Mensch keinerlei Schmerzen mehr.

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

- a) Beschreiben Sie die Unterschiede im Bau von mRNA und DNA.
Erläutern Sie die molekularbiologischen Ursachen der erhöhten Schmerzempfindlichkeit bei Personen mit HSE (Material 1). [12 BE]
- b) Erläutern Sie anhand von Material 2 die molekularbiologischen Zusammenhänge, die zur Entstehung von CIP bei Person 4 geführt haben. [12 BE]
- c) Zeichnen Sie zunächst anhand von Material 3 den Stammbaum der Familie und geben Sie für alle Personen die jeweils möglichen Genotypen an.
Ermitteln Sie dann unter Einbeziehung eines Kreuzungsquadrates die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das noch ungeborene Kind von Morbus MCARDLE betroffen sein wird (Material 3). [8 BE]
- d) Stellen Sie mit Hilfe von Pfeilen die molekularbiologischen Zusammenhänge zwischen den in Tabelle 4 angegebenen Begriffen in einem Schaubild dar (Material 4). [8 BE]

Hinweis:

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

Material 1

Das Enzym Catechol-O-Methyltransferase (COMT) spielt bei der Schmerzempfindung des Menschen eine wichtige Rolle. COMT baut den Neurotransmitter Dopamin im Gehirn ab. Von der vorhandenen Dopaminmenge hängt die Schmerzempfindlichkeit eines Menschen ab, denn Dopamin hemmt die Bildung der körpereigenen Schmerzmittel (Endorphine). Daher sinkt die Schmerzempfindlichkeit, wenn weniger Dopamin vorhanden ist und umgekehrt.

COMT wird vom COMT-Gen codiert, das in verschiedenen Varianten vorkommt. Deren Ausprägung führt zu unterschiedlichen Schmerzempfindlichkeiten. Genetische Analysen haben ergeben, dass das COMT-Gen bei Personen mit HSE, die eine erhöhte Schmerzempfindlichkeit haben, eine andere Basensequenz aufweist als bei Personen mit MSE, die eine mittlere Schmerzempfindlichkeit haben (siehe Tabelle 1).

	Basentriplett 155 156 157 158 159
Personen mit HSE	3'...AAG CGA CCG CAC TTC...5'
Personen mit MSE	3'...AAG CGA CCG TAC TTC...5'

Tab. 1: Ausschnitte aus der Basensequenz des COMT-Gens bei verschiedenen Personen (codogener Strang)

Hinweis: Alle nicht dargestellten Basensequenzen der Gene stimmen überein.

Code-Sonne

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Material 2

Grundsätzlich kann jedes einzelne Chromosom in einer befruchteten Eizelle (Zygote) dreifach vorliegen. Das Auftreten einer solchen Trisomie führt allerdings oft zu Fehlgeburten. Nur kurz nach der Befruchtung ist die Korrektur einer Trisomie möglich, indem eines dieser Chromosomen enzymatisch abgebaut wird (siehe Abbildung 2.1).

Fand bei einer Trisomie des Chromosoms 2 eine solche Korrektur statt, kann dies das Auftreten der Erbkrankheit *Congenital Indifference to Pain* (CIP) ermöglichen, die autosomal rezessiv vererbt wird. Betroffene können von Geburt an keinerlei Schmerzen empfinden, da bei ihnen ein Protein nicht funktionsfähig ist, das an der Schmerzweiterleitung beteiligt ist. Dieses wird auf dem Chromosom 2 von dem Gen A codiert, das bei den Patienten eine bestimmte Mutation aufweist.

Nachdem in einer Familie ein Kind an CIP erkrankte (siehe Abbildung 2.2), wollten seine Eltern, die beide Schmerzen empfinden können,

eine Erklärung erhalten und suchten eine genetische Beratungsstelle auf. Daraufhin wurde das Gen A auf beiden homologen Chromosomen 2 des Kindes, seiner leiblichen Eltern und seiner Schwester untersucht. Tabelle 2 zeigt die Genotypen der untersuchten Personen.

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 2.1: Trisomiekorrektur

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt	Genotyp	
	Person 1	Aa
	Person 2	AA
	Person 3	Aa
	Person 4	aa
Abb. 2.2: Familienstammbaum	Tab. 2: Genotypen der untersuchten Personen	

Hinweis: Spontane Genmutationen sowie Crossing-over sollen ausgeschlossen sein.

Material 3

Bei der Erbkrankheit Morbus MCARDLE kommt es zu einer Störung der Energieversorgung der Muskeln. Die Patienten leiden unter verminderter körperlicher Leistungsfähigkeit und oft über tagelang anhaltende Muskelschmerzen. Morbus MCARDLE wird autosomal rezessiv vererbt.

Frank und seine Freundin Sandra erwarten ein Kind. Da Sandra unter Morbus MCARDLE leidet und diese Krankheit auch in Franks Familie vorkommt, möchten sie wissen, wie hoch das Risiko für das ungeborene Kind ist, ebenfalls von Morbus MCARDLE betroffen zu sein. Um diese Frage zu klären, stellen sie folgende Informationen zu ihren Familien zusammen:

- Franks Vater ist von Morbus MCARDLE betroffen.
- Sowohl Franks Mutter als auch er selbst sind gesund.
- Sandras Mutter ist gesund, ihren Vater kennt Sandra nicht.

Material 4

Die Symptome von Patienten mit Morbus MCARDLE (siehe Material 3) können kurzfristig gelindert werden, indem ihnen kurz vor einer geplanten Aktivität reine Glucose verabreicht wird.

Acetyl-CoA	Atmungskette	ATP	Citratzyklus	FADH ₂	Glucose
Glykolyse	NADH ₂	oxidative Decarboxylierung		Pyruvat	

Tab. 4: Begriffe

Hinweis: Im Schaubild können die Begriffe auch mehrfach verwendet werden.

Aufgabe 1 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt		Bewertung						
		I	II	III				
a)	<p>Im Gegensatz zur doppelsträngigen DNA besteht die mRNA nur aus einem Einzelstrang von Nukleotiden und ist deutlich kürzer. Anstelle des Zuckers Desoxyribose enthält die mRNA Ribose und statt der Base Thymin findet man in der mRNA Uracil.</p> <p>Eine Genmutation der ersten Base im 158. Triplet des COMT-Gens ist die Ursache der erhöhten Schmerzempfindlichkeit bei Personen mit HSE. Bei ihnen ist die erste Base Cytosin und nicht Thymin wie bei Personen mit MSE. Daher wird bei Personen mit HSE in das Enzym COMT an der entsprechenden Stelle die Aminosäure Val anstatt Met eingebaut. Dadurch wird die Funktionsfähigkeit des Enzyms verändert, so dass es aufgrund seiner vermutlich veränderten Raumstruktur Dopamin nicht mehr ausreichend abbauen kann und davon somit mehr vorhanden ist. Daher werden weniger Endorphine gebildet, was zu der höheren Schmerzempfindlichkeit bei Personen mit HSE führt.</p>	4						
b)	<p>Das Ergebnis der Untersuchung zeigt, dass bei Person 4 das krankheitsauslösende Allel a des Gens A homozygot vorliegt. Da bei Person 2 das Allel A homozygot vorliegt, kann sein Sohn das Allel a nicht von ihm geerbt haben. Nur die heterozygote Mutter trägt das rezessive Allel a, das Person 4 zweimal von ihr geerbt haben muss. Dies kann nur dadurch erklärt werden, dass es bei der Mutter während der zweiten Reifeteilung der Meiose zu einer Nondisjunction gekommen ist. Dadurch entstand eine Eizelle mit zwei Chromosomen 2, die beide das Allel a tragen. Durch die Befruchtung mit einem Spermium von Person 2 entstand eine Zygote mit einer Trisomie 2. Diese Genommutation muss durch eine Trisomiekorrektur behoben worden sein, so dass alle Körperzellen von Person 4 zwei Chromosomen 2 enthalten. Bei dieser Trisomiekorrektur wurde jedoch das väterliche Chromosom 2 abgebaut, so dass das mütterliche Chromosom 2 mit dem Allel a zweimal vorliegt und Person 4 folglich von CIP betroffen ist, da das von Gen A codierte Protein aufgrund der Mutation nicht funktionsfähig ist</p>		8	4				
c)	<p><u>Legende:</u> a: rezessives Allel für Morbus MCARDLE A: dominantes Allel für kein Morbus MCARDLE</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; padding: 5px;"> Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt (Darstellung eines Stammbaumes) </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Person 1: AA oder Aa Personen 2 und 6: aa Personen 3 und 5: Aa Person 4: Aa oder aa </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; padding: 5px;"> Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt (Darstellung eines Kombinationsquadrates) </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Kind von Morbus MCARDLE betroffen ist, beträgt 50%. </td> </tr> </table>	Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt (Darstellung eines Stammbaumes)	Person 1: AA oder Aa Personen 2 und 6: aa Personen 3 und 5: Aa Person 4: Aa oder aa	Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt (Darstellung eines Kombinationsquadrates)	Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Kind von Morbus MCARDLE betroffen ist, beträgt 50%.	3	1	
Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt (Darstellung eines Stammbaumes)	Person 1: AA oder Aa Personen 2 und 6: aa Personen 3 und 5: Aa Person 4: Aa oder aa							
Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt (Darstellung eines Kombinationsquadrates)	Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Kind von Morbus MCARDLE betroffen ist, beträgt 50%.							
		2	2					

d)	Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt	<i>Die Darstellung kann abweichen. Alle Faktoren müssen verwendet werden und in einem sinnvollen Zusammenhang stehen.</i>	5	3	
Verteilung der insgesamt 40 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche			16	20	4

Quellenangaben

Titelbild: https://medonline.at/wp-content/uploads/fuss_schmerz_dpnp1.jpg (2016)

Abbildungen 2.1, 2.2: Biosphäre Sek II: Genetik Klausuren. Berlin (Cornelsen) 2014, S. 93ff. (verändert) und www.sueddeutsche.de/leben/genetischer-defekt-das-phantom-schmerz-1.866118 (2016)

Informationen:

Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Aufgabe 2. Baden-Württemberg, 1997.

Abituraufgabe Biologie, Profil-/Neigungsfach, Aufgabe 4. Baden-Württemberg, 2012.

Chamery, J. und Hurst, L.: Die Macht der stummen Mutationen. In: Spektrum der Wissenschaft. Heft 9, 2010, S. 40 – 47.

<https://www.dgm.org/muskelerkrankungen/mcardle-erkrankung> (2016)

www.humangenetik.uniklinikum-jena.de/Diagnostik/Diagnostiken/SCN9A_vermittelte+Schmerzsyndrome-p-860.html (2016)

Aufgabe 2

Themenbereiche: Gene Ökofaktoren

Fliegen

Fliegen (Brachycera) sind mit ca. 45.000 Arten weltweit verbreitet. Sie haben einen gedrungenen Körper mit kurzen Fühlern. Am Kopf dieser Insekten fallen die großen Facettenaugen auf, mit denen die tagaktiven Tiere sehr gut sehen können. Sie ernähren sich von tierischen Körperflüssigkeiten oder von Pflanzensäften.

Bei vielen Fliegenarten handelt es sich um so genannte Hygiene-schädlinge, da sie Krankheitserreger verbreiten können.

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

Titelbild: Fliegenschwarm

- a) Beschreiben Sie den Ablauf der Translation.
Stellen Sie auf molekularer Ebene eine begründete Hypothese über die Wirkung von Rifampicin auf die Teilprozesse der Proteinbiosynthese auf (Material 1). [13 BE]
- b) Leiten Sie zuerst die Art der Vererbung der Augenfarbe bei Fruchtfliegen ab (Material 2).
Erklären Sie anschließend MORGANS Beobachtung in der F₂-Generation der in Material 2 beschriebenen Kreuzung (Material 2). [10 BE]
- c) Erklären Sie die beiden Beobachtungen an Zellen der Flugmuskulatur von Fliegen (Material 3).
Begründen Sie den in Abbildung 4 dargestellten Kurvenverlauf (Material 4). [10 BE]
- d) Zeichnen Sie zunächst eine Nahrungskette mit allen in Material 5 genannten Organismen.
Erklären Sie dann die unterschiedlichen DDT-Konzentrationen in den Organismen (Material 5). [7 BE]

Hinweis:

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

Material 1

Fliegen können das Bakterium *Trueperella pyogenes* über kleinere Wunden auf Milchkühe übertragen, was eine schmerzhafte Entzündung des Euters verursacht. Zur Behandlung kann das Antibiotikum Rifampicin (R) eingesetzt werden, das auf die Proteinbiosynthese der Bakterien wirkt.

Um mehr über die molekulare Wirkung von Rifampicin zu erfahren, wurden *Trueperella*-Kulturen damit behandelt und die Konzentration von mRNA und neu gebildeten Proteinen in den Bakterienzellen bestimmt (siehe Abbildung 1).

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

Abb. 1: Versuchsergebnisse zur Wirkung von Rifampicin

Material 2

Der amerikanische Zoologe THOMAS HUNT MORGAN lieferte durch seine Untersuchungen entscheidende Erkenntnisse für die Genetik. Er experimentierte mit Fruchtfliegen (*Drosophila melanogaster*), die nur vier Paare homologer Chromosomen besitzen - drei Autosomen-Paare und wie beim Menschen ein Paar Geschlechtschromosomen (XX bzw. XY). Eine Generation von Fruchtfliegen besteht aus bis zu 400 Individuen.

In einem Versuch (siehe Abbildung 2) kreuzte MORGAN zunächst ein rotäugiges Weibchen mit einem weißäugigen Männchen, die beide reinerbig waren. Alle ihre Nachkommen in der F₁-Generation hatten rote Augen. MORGAN kreuzte diese Tiere anschließend untereinander. In der F₂-Generation traten dann auch Fliegen mit weißen Augen auf. Dabei machte MORGAN folgende Beobachtung: Bei den Tieren mit weißen Augen handelte es sich ausschließlich um Männchen.

Hinweis: Spontanmutationen sollen ausgeschlossen sein.

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

Abb. 2: Kreuzung von Fruchtfliegen

Material 3

Anhand elektronenmikroskopischer Bilder von Zellen der Flugmuskulatur von Fliegen kann man zwei Beobachtungen machen:

1. Diese Zellen weisen eine auffallend hohe Anzahl an Mitochondrien auf.
2. In den Mitochondrien dieser Zellen ist die innere Mitochondrienmembran deutlich stärker gefaltet als in den Mitochondrien anderer Zellen der Fliegen.

Material 4

In einem Versuch wurden aus Zellen von Fliegen zunächst Mitochondrien isoliert. Die voll funktionsfähigen Mitochondrien wurden dann in eine dem Cytoplasma ähnliche, wässrige Lösung gegeben, die unter anderem Phosphat (P) und Pyruvat enthält. Während des Versuchs wurde kontinuierlich die Sauerstoffkonzentration in der Lösung gemessen. Nach 3 Minuten wurde ADP zugegeben. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4 dargestellt.

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

Abb. 4: Versuchsergebnisse

Material 5

Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) wurde bis in die 1970er-Jahre häufig als Insektizid eingesetzt, z.B. gegen krankheitsübertragende Fliegen, bis man erkannte, dass der fettlösliche Stoff nur sehr langsam abgebaut wird. Zudem fand man heraus, dass der Kontakt mit DDT schwerwiegende Auswirkungen bei anderen Tieren und beim Menschen haben kann. Obwohl der Stoff inzwischen in den meisten Industrieländern verboten wurde, ist er heute noch nachweisbar.

Bei verschiedenen Lebewesen eines Flusses wurde jeweils ihr Gehalt an DDT ermittelt (siehe Tabelle 5). Dabei wurden unter anderem ein Raubvogel und ein Raubfisch untersucht sowie Eintagsfliegen-Larven, die sich ausschließlich pflanzlich ernähren. Im Flusswasser stellte man einen DDT-Gehalt von 0,000003 mg/kg fest.

Lebewesen	Gewicht eines Individuums [g]	DDT-Gehalt [mg/kg]
Bitterfisch	10,0	0,5
Eintagsfliegen-Larve	0,5	0,04
Kieselalgen	< 0,005	0,003
Kormoran	2.000,0	5,0

Tab. 5: DDT-Gehalt in verschiedenen Lebewesen

Aufgabe 2 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt		Bewertung		
		I	II	III
a)	<p>Die Translation startet mit der Bindung der mRNA an die kleine ribosomale Untereinheit, die anschließend entlang der mRNA vom 5'-Ende Richtung 3'-Ende wandert, bis sie auf ein Startcodon trifft. Eine mit der Aminosäure Met beladene tRNA bindet mit ihrem Anticodon komplementär an die mRNA. Daraufhin lagert sich die große ribosomale Untereinheit an, so dass sich die tRNA in der P-Stelle befindet. An die A-Stelle bindet eine weitere beladene tRNA und zwischen den beiden Aminosäuren wird eine Peptidbindung ausgebildet. Das Ribosom wandert weiter und die entladene tRNA verlässt das Ribosom. Dadurch wird das nächste Codon an der A-Stelle frei. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis auf der mRNA in Höhe der A-Stelle ein Stopp-Codon liegt, für das es keine passende tRNA gibt. Die ribosomalen Untereinheiten lösen sich voneinander und das Polypeptid wird freigesetzt.</p> <p>Wahrscheinlich verhindert Rifampicin die Transkription, indem es beispielsweise das Enzym RNA-Polymerase hemmt, das die Synthese der mRNA katalysiert. Daher nimmt direkt ab Zugabe von R die Konzentration von mRNA ab. Da nun keine neue mRNA synthetisiert wird und die bereits vorhandene enzymatisch abgebaut wird, sinkt die mRNA-Konzentration. Die Translation an den Ribosomen kann daher nur noch kurzzeitig ablaufen, weshalb auch die Konzentration der neu gebildeten Proteine abnimmt.</p> <p><i>Andere begründete und sinnvoll aus dem Material abgeleitete Hypothesen können die hier genannte ersetzen.</i></p>	9	2	2
b)	<p>Wäre das Allel für die rote Augenfarbe rezessiv, könnten die beiden reinerbigen Fliegen der P-Generation nur weißäugige Nachkommen haben, da sie nur die rezessiven Allele für diese Augenfarbe vererben könnten. Da alle Individuen der F₁-Generation jedoch rotäugig sind, muss das Allel für rote Augen dominant gegenüber dem rezessiven Allel für weiße Augen sein. Würde das Gen für die Augenfarbe auf einem Autosom liegen, wäre es in der F₂-Generation sehr unwahrscheinlich, dass nur Männchen weiße Augen haben. Da die Individuen der F₁-Generation heterozygot sind, müssten 25% ihrer Nachkommen geschlechtsunabhängig den Phänotyp weiße Augen haben. Da dies nicht der Fall ist, wird die Augenfarbe x-chromosomal vererbt.</p> <p>Da Weibchen der F₂-Generation über das x-Chromosom des Vätertiers ein dominantes Allel für rote Augen erhalten, das sich in diesem Fall ausprägen würde, kann es sich, wie von MORGAN beobachtet, bei den Tieren mit weißen Augen nur um Männchen handeln. Diese haben das x-Chromosom mit dem rezessiven Allel für weiße Augen von ihrer Mutter erhalten. Da auf ihrem y-Chromosom kein Allel für die Augenfarbe liegt, führt das rezessive Allel des x-Chromosoms bei ihnen zur Ausprägung der weißen Augenfarbe.</p>	1	4	
c)	<p>Beobachtung 1: In den Mitochondrien wird durch den Vorgang der Zellatmung ATP produziert. Die hohe Mitochondrienzahl in den Muskelzellen führt daher zur Bereitstellung großer Mengen dieses energiereichen Stoffes, die für den energieaufwändigen Prozess des Fliegens genutzt werden können.</p> <p>Beobachtung 2: In der inneren Mitochondrienmembran befinden sich die Proteine der Elektronentransportkette, die für die ATP-Synthese während der Atmungskette nötig sind. Durch die starke Faltung können mehr dieser Proteine in einem Mitochondrium vorkommen. Hierdurch wird in den Zellen der Flugmuskulatur pro Zeiteinheit mehr ATP synthetisiert als in anderen Zellen.</p>		2	2

	In den ersten drei Minuten sinkt die Sauerstoffkonzentration. Das in der Lösung befindliche Pyruvat wird in der Matrix der isolierten Mitochondrien im Rahmen der oxidativen Decarboxylierung zu Acetyl-CoA umgewandelt. Dieses steht dem Citratzyklus zur Verfügung, bei dem die energiereichen Stoffe NADH ₂ und FADH ₂ entstehen. Diese werden in der Atmungskette verbraucht, wobei ATP erzeugt und Sauerstoff verbraucht wird, weshalb die Sauerstoffkonzentration sinkt. Nach Zugabe von ADP sinkt die Sauerstoffkonzentration stärker als zuvor. Das zugeführte ADP wird im Rahmen der Atmungskette mit dem Phosphat aus der Lösung oxidativ phosphoryliert und dabei zu ATP. Da hierfür vermehrt Sauerstoff verbraucht wird, sinkt die Konzentration stärker, bis der in der Lösung vorhandene Sauerstoff nach etwa 7 Minuten vollständig verbraucht ist.			
d)	Kieselalgen ⇔ Eintagsfliegen-Larve ⇔ Bitterfisch ⇔ Kormoran Die Algen nehmen das DDT mit dem Flusswasser auf. Werden die Produzenten von Konsumenten 1. Ordnung wie den Eintagsfliegen-Larven gefressen, nehmen diese das enthaltene DDT auf und lagern es in ihrem Körper ein. Da sie ein Vielfaches ihrer eigenen Körpermasse an Nahrung aufnehmen müssen, nehmen sie entsprechend viel DDT auf. Im Laufe der Nahrungskette kommt es so von einer Trophiestufe zur nächsten zu einer DDT-Anreicherung, sodass beim Kormoran als Endkonsument die höchsten Werte vorliegen.	3		
		2	2	
Verteilung der insgesamt 40 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		16	20	4

Quellenangaben

Titelbild: <http://thumbs.dreamstime.com/z/schwarm-der-fliegen-5102782.jpg> (verändert)

Abbildung 1: Abituraufgabe Biologie, Leistungsfach, Nachtermin, Aufgabe 3. Thüringen, 1995; www.milchuntersuchung.de//Mastitiserreger_2.html (2016) und www.vetpharm.uzh.ch (2016).

Abbildung 2: Abituraufgabe Biologie, Leistungsfach, Aufgabe 3. Thüringen, 2000 und Beyer, I. et al.: Natura Lehrerband Genetik. Stuttgart (Klett) 2005, S. 75 (verändert).

Abbildung 4: Abituraufgabe Biologie, erhöhtes Anforderungsniveau, Aufgabe 1. Niedersachsen, 2010 (verändert).

Informationen:

Abituraufgabe Biologie, Leistungsfach, Aufgabe 2. Thüringen, 2001.

Ude, Joachim und Koch, Michael: Die Zelle - Atlas der Ultrastruktur. Heidelberg (Spektrum Akademischer Verlag) 2002.

http://images.slideplayer.org/1/207366/slides/slide_15.jpg (2016)

www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/brachycera/1864 (2016)

www.schaedlingskunde.de/Steckbriefe/htm_Seiten/Brachycera-Fliegen.htm (2016)

Aufgabe 3

Themenbereich: Ökofaktoren

Fließgewässer

Als Fließgewässer bezeichnet man alle oberirdischen Gewässer, die sich im Gegensatz zu Seen und anderen stehenden Gewässern in ständig fließender Bewegung befinden. Die Fließgewässer zählen zu den artenreichsten Ökosystemen unseres Planeten. Eingriffe in dieses Ökosystem, wie z.B. Veränderungen des Ufers, haben verschiedene Auswirkungen auf die Tiere und Pflanzen dieses Lebensraums.

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

Titelbild: Flusslauf

- a) Geben Sie in Abbildung 1 mit Fachbegriffen die charakteristischen Werte und Bereiche der Temperatur-Toleranzkurve von Steinfliegenlarven an (Material 1).
Beschreiben Sie zwei verschiedene Anpasstheiten von Tieren an den abiotischen Faktor Strömung in einem Fließgewässer. [10 BE]
- b) Begründen Sie zunächst aus ökologischer Sicht anhand von Material 2, warum ein gemeinsames Vorkommen der Larven der dort genannten Köcherfliegenarten möglich ist.
Leiten Sie anschließend die möglichen Folgen des in Material 3 beschriebenen Eingriffs für die Larven von Flusswächter und Pilzkopf-Köcherjungfer ab (Material 2 und 3). [17 BE]
- c) Stellen Sie zunächst jeweils eine begründete Hypothese über die Veränderung der Fließgeschwindigkeit, der Wassertemperatur sowie des Sauerstoffgehaltes des Wassers von der Quelle des Pfuhlgrabens bis zum Ort Haunetal auf (Material 4).
Begründen Sie anschließend aus ökologischer Sicht die Verteilung der Flohkrebsarten an den Probestellen ① und ② (Material 4). [13 BE]

Hinweis:

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

Material 1

Die Larven der Steinfliegen (*Leuctra*) leben in kalten Fließgewässern mit sehr sauberem Wasser und sind an hohe Fließgeschwindigkeiten angepasst. Das Wachstum und die Entwicklung dieser Insektenlarven bis hin zum erwachsenen Tier kann je nach vorherrschenden Bedingungen ein bis mehrere Jahre dauern. So wirken sich hohe sommerliche Wassertemperaturen wachstumshemmend auf die Larven aus. Bei einer Temperatur von mehr als 14°C fallen diese Larven in Hitzestarre; sinkt die Temperatur unter 4°C, tritt Kältestarre ein. Die Tiere sterben, wenn die Temperatur auf über 16°C steigt oder unter 2°C fällt (siehe Abbildung 1).

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

Abb. 1: Temperatur-Toleranzkurve
von Steinfliegenlarven

Material 2

Die Weibchen der Köcherfliegen (*Trichoptera*) legen ihre Eier in kaltes, sauerstoffreiches, sauberes Wasser. Nur in solchen Gewässern finden das Schlüpfen und die Entwicklung der Larven statt, da sie z.B. höhere Temperaturen nicht tolerieren. Nach dem Schlüpfen bauen sich die Larven einiger Arten eine Wohnröhre aus Steinen bzw. Pflanzenmaterial, den sogenannten Köcher. In einem Flussabschnitt (siehe Abbildung 2) wurde das Vorkommen der Larven verschiedener Köcherfliegenarten (siehe Tabelle 2) untersucht.

Abbildung aus
urheberrechtlichen
Gründen entfernt

Abb. 2: Struktur des untersuchten
Flussabschnitts

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Tab. 2: Ausgewählte Eigenschaften der Larven verschiedener Köcherfliegenarten

Material 3

Für das in Abbildung 2 dargestellte Fließgewässer wurde aufgrund von Baumaßnahmen folgender Eingriff beschlossen:

Am Ufer sollen die großen Bäume mit all ihren Wurzeln entfernt werden.

Material 4

Der Pfuhlgraben (siehe Abbildung 4) ist ein nur wenige Kilometer langer Wasserlauf in einer bergigen Region Hessens, der in die Haune mündet.

Im Pfuhlgraben sind Flohkrebse (*Gammariden*) zu finden. Zu den einheimischen Flohkrebarten gehören u.a. der Gemeine Flohkrebs (GF) und der Bachflohkreb (BF), die in verschiedenen Regionen eines Fließgewässers vorkommen. Die Flohkrebse leben am Gewässergrund, wo sie sich von Pflanzenresten ernähren. Weitere Eigenschaften von BF und GF sind in Tabelle 4 dargestellt.

An zwei Probestellen im Pfuhlgraben wurde das Vorkommen der beiden Flohkrebarten untersucht. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4 dargestellt. Die Zahlen an der jeweiligen Probestelle geben die Anzahl der dort gefundenen Individuen an.

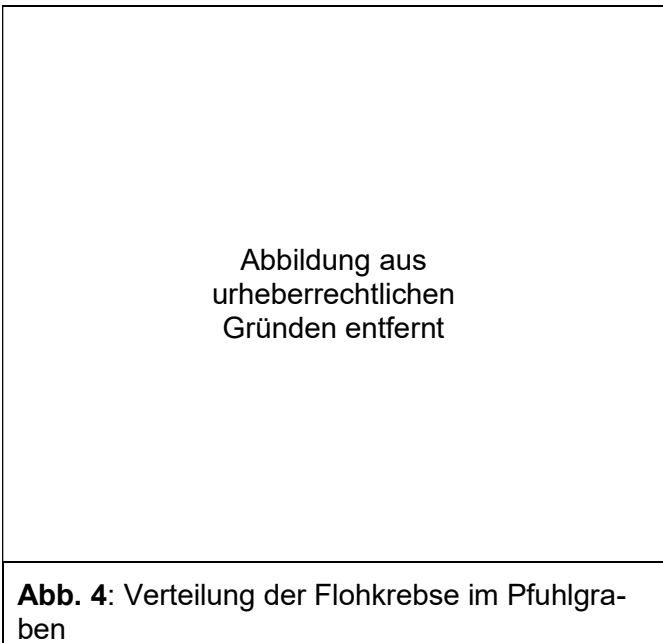


Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt
Tab. 4: Ausgewählte Eigenschaften der beiden Flohkrebarten

Aufgabe 3 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt		Bewertung		
		I	II	III
a)	<p>Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</p> <p>Einige Tiere heften sich mit Hilfe ihrer Saugnäpfe beispielsweise an Steine und können damit ein Verdriften durch die Strömung verhindern. Ebenso findet man stark abgeflachte Körperformen, die den Wasserwiderstand reduzieren. <i>Andere Angepasstheiten können die hier genannten ersetzen.</i></p>	<p><i>Die Beschriftung kann leicht abweichen. Alle Begriffe müssen an passenden Stellen verwendet sein.</i></p> <p>7</p> <p>3</p>		
b)	<p>Die Larven der FW und PK leben beide im Wurzelwerk der Ufervegetation und ernähren sich als Zerkleinerer von abgestorbenen Pflanzen. PK kommen nur an den Wurzeln kleinerer Uferpflanzen vor, wo auch FW vorkommen können. Da sich FW jedoch auch in Wurzeln von Bäumen ansiedeln und sie sich zudem in ihrer Köcherbauweise unterscheiden, sind ihre ökologischen Nischen zumindest leicht unterschiedlich. Mit WG und SK stehen sie weder in Bezug auf den Lebensraum noch auf die Nahrung in Konkurrenz. Da WG und SK am Grund des Gewässers auf Steinen leben und ähnliche Materialien zum Köcherbau nutzen, stehen sie in Konkurrenz um Habitate und Baumaterialien. Jedoch ernähren sich WG räuberisch, wohingegen SK die Algen von Steinen abweiden. Somit besteht zwischen den Arten zumindest keine Konkurrenz um Nahrung.</p> <p>Insgesamt sind die ökologischen Nischen der vier Arten so unterschiedlich, dass die interspezifische Konkurrenz reduziert ist. Durch dieses Prinzip der Konkurrenzvermeidung ist es also möglich, dass die vier Arten gemeinsam in diesem Flussabschnitt vorkommen können.</p> <p>Ein Entfernen der Bäume samt Wurzeln am Ufer bedeutet für FW vermutlich den Verlust eines Teils ihres Habitats. Da sie nun auf andere Lebensräume ausweichen müssen, steigt die Konkurrenz an den Wurzeln kleinerer Uferpflanzen. Zudem fällt durch das Fehlen des Falllaubs der Bäume eine wichtige Nahrungsquelle weg. Dies könnte ebenfalls zu einer Erhöhung der interspezifischen Konkurrenz um Nahrung zwischen FW und PK führen, da sie als Zerkleinerer von diesem Eintrag abhängig sind.</p> <p>Da sich die ökologischen Nischen von FW und PK nun nur noch sehr geringfügig unterscheiden, könnte es aufgrund des Konkurrenzausschlussprinzips auf lange Zeit gesehen dazu kommen, dass die konkurrenzstärkere Art die andere verdrängt. <i>Andere sinnvolle begründete Folgen können die hier genannten ersetzen.</i></p>	<p>2</p> <p>1</p>	<p>8</p> <p>4</p>	<p>2</p>
c)	<p><u>Hypothese</u> Die Fließgeschwindigkeit nimmt vermutlich von der Quelle bis zum Ort Hauenetal hin ab, da das Gefälle von der bergigen Quellregion zum flacheren Teil im Mittellauf hin abnimmt. Die Wassertemperatur nimmt wahrscheinlich in diesem Abschnitt zu, da das Gewässer zunehmend breiter wird und dadurch der Wärmeaustausch mit der Umgebung aufgrund der größeren Oberfläche zunimmt. Der Sauerstoffgehalt nimmt wahrscheinlich ab, da in der Quellregion viel Sauerstoff aus der Atmosphäre ins Wasser gelangt, der sich aufgrund der</p>			

geringeren Temperatur gut im Wasser löst. Mit zunehmender Entfernung von der Quelle wird das Wasser wärmer und der Sauerstoff löst sich daher schlechter im Wasser.	3	2	2
<u>Begründungen</u> An Probestelle ① fand man nur BF und keine GF. BF können sich hier aufgrund ihrer sehr guten Strömungsresistenz in der vermutlich relativ starken Strömung halten, während GF nicht an die Strömungsverhältnisse angepasst sind und daher hier nicht vorkommen. An Probestelle ② fand man nur GF und keine BF. Da BF ein höheres Sauerstoffminimum als GF haben, benötigen sie mehr Sauerstoff und können wahrscheinlich in dieser Region aufgrund des geringeren Sauerstoffgehalts des Wassers nicht überleben. <i>Andere sinnvoll begründete Hypothesen bzw. Begründungen können die hier genannten ersetzen.</i>		6	
Verteilung der insgesamt 40 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche	16	20	4

Quellenangaben

Titelbild: www.wwa-an.bayern.de/wasser_erleben/lehr-pfade/burghaslach/stationen/index.htm (2016; verändert)

Abbildung 1: Abituraufgabe Biologie, Leistungsfach, Aufgabe 2. Thüringen, 2001 (verändert).

Abbildung 2 und Tabelle 2: Jungbauer, W.: Biologie Band 2, Ökologie, Kapitel 17 (verändert); www.hydrokosmos.de/winsekt/wask8a.htm (2016); www.insektenbox.de/index.html (2016) und www.waldzeit.ch/wp-content/uploads/2012/11/anpassung_an_stroemung_23.jpg (2016)

Abbildung 4 und Tabelle 4: Meijering, M. P. D., Hagemann, A. G. L., Schroer, H. E. F.: Der Einfluss häuslicher Abwässer auf die Verteilung von Gammarus pulex und G. fossarum.... In: Limnologica, Heft 9, 1974, S. 247 – 259; Abituraufgabe Biologie, erhöhtes Anforderungsniveau, Nachschreiber, Aufgabe 1. Niedersachsen, 2010; www.jgaul.de/indikatororganismen.htm#Flohkrebse (2016); www.flussnetzwerke.nrw.de (2016); <http://images.zeno.org/Naturwissenschaften/l/big/bt06033a.jpg> (2016; verändert)

Informationen:

Kallnbach, M. E., Meijering, M.: Die Gammariden der Haune. In: Beitr. Naturk. Osthessen 2 1970, S. 51-60. www.nua.nrw.de/fileadmin/user_upload/NUA/Publikationen/Material_Bildungsarbeit/Bildungsordner/Bildungsordner/Lehrerordner-als-Download/U04_Stroemung_15_S.pdf (2016)

<http://www.bioweb.lu/sapro/limnephilus.gif> (2016)

www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/projekt/bach/wasserstroemung_hintergrund.html (2016)

www.biologie-schule.de/oekosystem-fliesssgewaesser.php (2016)

http://www.waldzeit.ch/wp-content/uploads/2012/11/skizze_2_18.png (2016)

www.auf-der-baek.de/files/Gemeinde%20Baek/Kultur%20und%20Freizeit/Schautafel%205.2/koecher-larve.jpg (2016)