

I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCGO und Abiturerlass in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug

Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzen sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzen									
	F1	F2	E1	E2	E3	K1	K2	K3	B1	B2
1	X									
2	X	X								
3			X		X		X			
4						X	X			
5		X				X		X		
6	X						X			
7	X	X	X				X			
8					X	X		X	X	

Inhaltlicher Bezug

Q1: Genetik und Gentechnik

Q2: Ökologische und stoffwechselphysiologische Zusammenhänge

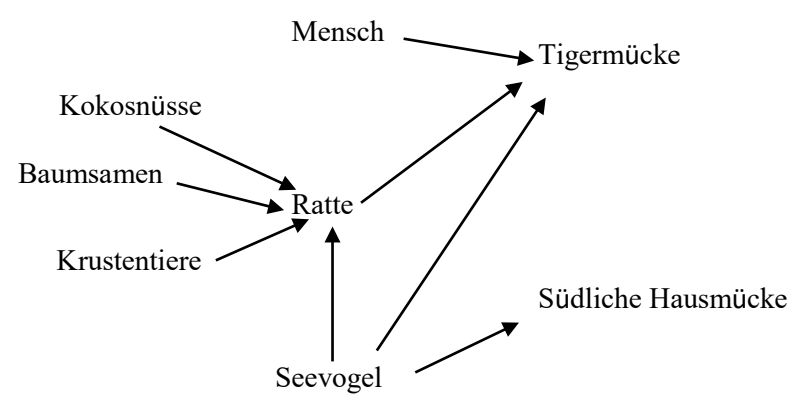
verbindliche Themenfelder: Von der DNA zum Protein (Q1.1), Gene und Gentechnik (Q1.2), Human-genetik (Q1.3), Strukturierung von Ökosystemen an einem Beispiel (Q2.1), Biodiversität (Q2.5)

II Lösungshinweise und Bewertungsraster

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, sind ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
1	<u>Unterrichtsbezogene Angabe der Definitionen:</u> Ökologische Nische: Gesamtheit aller biotischen und abiotischen Faktoren, mit denen ein Organismus in Wechselwirkung steht. Symbiose: Vergesellschaftung artverschiedener Lebewesen mit wechselseitigem Nutzen. Parasitismus: Wechselbeziehung zwischen verschiedenen Arten, bei der eine Art, der Parasit, der anderen Art, dem Wirt, Nahrung und/oder Stoffe entzieht und sie schädigt, in der Regel jedoch ohne sie zu töten.	6

[illegible]

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
4	<u>Skizze eines Nahrungsnetzes der in Material 4 genannten Organismen bei Anwesenheit von Ratten und Menschen:</u> A → B = B ernährt sich von A  <pre> graph LR Kokosnüsse --> Ratte Baumsamen --> Ratte Krustentiere --> Ratte Seevogel --> Ratte Ratte --> Tigermücke Mensch --> Tigermücke Seevogel --> SüdlicheHausmücke </pre> <u>Zuordnung von drei Organismen zu unterschiedlichen Trophieebenen (Auswahl):</u> Kokosnuss, Baumsamen: Produzenten (Pflanzen); Ratte, Mensch: Konsument 1. Ordnung (Pflanzenfresser), Konsument 2. und höherer Ordnung (Fleischfresser); Tigermücke und Südliche Hausmücke: Konsument 2. Ordnung bzw. höherer Ordnung (ernährt sich von Ratte, Mensch und Vogel).	6 3
5	<u>Erklärung des Vorkommens von Stechmückenarten vor und nach Ausrottung der Ratten:</u> Solange Ratten auf der Insel vorkamen, fand die Tigermücke hervorragende Bedingungen vor, da ihr Hauptwirt, die Ratte, sehr häufig war und zudem für (zusätzliche) Brutbiotope durch mit Regenwasser gefüllte Kokosnussschalen sorgte. Durch Aufteilung der Wirte minimierte sich außerdem die Konkurrenz zwischen Haus- und Tigermücke. Da durch die Ausrottung der Ratten der Hauptwirt wegfiel und auch Menschen nicht dauerhaft auf der Insel lebten, musste die Tigermücke mehr und mehr auf Vögel ausweichen. Auf diesen Wirt sind jedoch Hausmücken spezialisiert. Hierdurch trat die Tigermücke in Konkurrenz zur Hausmücke, was schließlich zum Zusammenbruch der Tigermückenpopulation führte (Konkurrenzausschlussprinzip).	7
6	<u>Benennung der nummerierten Bestandteile des lac-Operons:</u> 1 = Regulatorgen; 2 = mRNA des Regulatorgens; 3 = aktiver Repressor; 4 = Promotor; 5 = RNA-Polymerase; 6 = Operon; 7 = Operator; 8 = Strukturgene <u>Beschreibung der Funktionsweise des lac-Operons in Abwesenheit von Lactose:</u> Das Regulatorgen wird in eine mRNA transkribiert und in ein Repressorprotein translatiert. Da keine Lactose vorhanden ist, ist das Repressorprotein aktiv und bindet nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip an den Operator. Dadurch kann die RNA-Polymerase, die am Promotor bindet, die nachfolgenden Strukturgene nicht ablesen. Damit werden diese Gene nicht exprimiert und es werden keine Enzyme zum Lactose-Abbau hergestellt. Das lac-Operon ist durch den aktiven Repressor abgeschaltet.	4 8

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
	<u>Skizze des lac-Operons in Anwesenheit von Lactose:</u> <i>Folgende Elemente sollen in der Skizze enthalten sein:</i> Lactose-Molekül mit Bindung an Repressor; veränderte Raumstruktur des Repressors mit Verlust der Bindungsfähigkeit an den Operator; RNA-Polymerase transkribiert die Strukturgene; Translation der mRNA und Enzymbildung; Abbau der Lactose durch die neugebildeten Enzyme.	6
7	<u>Auswertung des Vererbungsschemas:</u> Vererbungsschema A: Hier wird die Kreuzung von heterozygoten weiblichen und männlichen Fliegen betrachtet: Alle Eizellen enthalten das Gift, da die weibliche Fliege ein MEDEA-Allel besitzt. Auch jeweils die Hälfte der Eizellen bzw. Spermien besitzt das MEDEA-Allel. Alle befruchteten Eizellen, denen entweder vom Spermium, der Eizelle oder von beiden das MEDEA-Allel vererbt wurde, besitzen damit auch das Immunitäts-gen, so dass sich die Giftwirkung nicht entfalten kann. Nur bei der Kombination Wt/Wt ist in der befruchteten Eizelle kein Immunitäts-gen vorhanden, so dass der Embryo abstirbt. Vererbungsschema B: Die männlichen Fliegen sind homozygot ohne MEDEA und damit auch alle Spermien. Da die Weibchen heterozygot sind, enthalten alle Eier das Gift und die Hälfte das MEDEA-Allel. Nach der Befruchtung überleben nur die Embryonen, die durch das MEDEA-Allel auch das Immunitäts-gen der weiblichen Fliegen erhalten haben. Vererbungsschema C: Hier wird die Kreuzung von homozygot weiblichen Fliegen ohne MEDEA-Allel und heterozygoten männlichen Fliegen betrachtet: Da das Gift nur während der Eizellreifung hergestellt wird, enthalten Eizellen dieser weiblichen Fliegen kein Gift. Das Vorhandensein eines MEDEA-Allels in männlichen Spermien ist damit unerheblich für die erfolgreiche Embryonalentwicklung, so dass alle Embryonen überleben. <u>Begründung, dass es sich um Gene Drive handelt:</u> Da das eine MEDEA-Gen-Element eine Vergiftung der Eizellen bewirkt, verhindert es so die Entwicklung aller Nachkommen, die nur das Wt-Gen enthalten, da diese ohne das zweite MEDEA-Gen-Element auch keine Immunität entwickeln können. Dadurch besitzen bei einer Kreuzung heterozygoter männlicher und weiblicher Fliegen (Beispiel A) alle überlebenden Nachkommen (also 100%) mindestens ein MEDEA-Allel, während es bei regulärer Vererbung nur 75% wären. Das MEDEA-Allel ist in diesem Fall deutlich überrepräsentiert, es handelt sich damit um Gene Drive. Bei der Kreuzung heterozygoter weiblicher MEDEA-Fliegen mit männlichen Fliegen ohne MEDEA-Allel (Beispiel B) wird die Differenz noch deutlicher. Auch hier findet sich das MEDEA-Allel in allen überlebenden Nachkommen, während bei regulärer Vererbung sogar nur 50% der Fliegen mit dem MEDEA-Allel ausgestattet wären. Nur bei der Kreuzung von männlichen heterozygoten MEDEA-Fliegen mit weiblichen Fliegen ohne MEDEA (Beispiel C) gibt es keine Änderung im Vergleich zur regulären Vererbungsweise.	5 3 3 8

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
8	<u>Beurteilung, ob Gene Drive als Alternative zur bisherigen Bekämpfungsstrategie gegen die Tigermücke geeignet ist:</u> <i>Es sollen die verschiedenen im Material genannten Aspekte (Spezifität, Effizienz, Resistenz, ökologische Folgen, Anwendung, Haltbarkeit) angesprochen und auf mögliche Vorteile bezüglich des Gene Drives hin untersucht werden.</i> Gene Drive wirkt spezifisch nur auf die Tigermücke, während Bti allgemein auf Fliegen und Mücken anspricht. Dadurch wäre evtl. auch eine weniger negative Auswirkung auf die Nahrungskette zu erwarten. Im Idealfall würde das einmalige Ausbringen von gentechnisch veränderten Tieren zum Zusammenbruch der Population führen. Somit wäre die Methode deutlich effektiver. Da sich die erwachsenen Tigermücken nur maximal 200m von ihren Brutstätten entfernen, ist Gene Drive eher zur lokalen Bekämpfung geeignet, d.h. voneinander entfernt lebende Populationen müssten, wie bei Bti-Einsatz, jeweils gesondert bekämpft werden. Bti ist nur wenige Wochen haltbar und muss daher immer wieder angewendet werden. Gene Drive hat also einige Vorteile gegenüber Bti, allerdings ist das Verfahren relativ neu und bisher nur unter Laborbedingungen getestet. Die Auswirkungen auf das Ökosystem (z.B. die Gefahr des Übergreifens des Gene Drives auf andere Organismen) sind ebenso schwer abzuschätzen wie Resistenzen und Gesundheitsrisiken für den Menschen.	12
	Summe	100

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

In den modernen Fremdsprachen ist nach den Bestimmungen des § 9 Abs. 13 OAVO in Verbindung mit dem „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) die sprachliche Leistung kriteriengeleitet zu bewerten. Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

**Biologie
Grundkurs****Lösungs- und Bewertungshinweise
Vorschlag C**

Bei der Bewertung und Beurteilung ist auch die Intensität der Bearbeitung zu berücksichtigen. Als Bewertungskriterien dienen über das Inhaltliche hinaus qualitative Merkmale wie Strukturierung, Differenziertheit, sprachliche Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass insgesamt 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass insgesamt 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1	8			8
2	4	7		11
3		16		16
4		9		9
5		7		7
6	18			18
7		11	8	19
8			12	12
Summe	30	50	20	100

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.

IV Quellen

Material 1 basiert auf:

URL: <https://soziales.hessen.de/gesundheitsinfektionsschutz/infektionsshykrankheiten/faq-asiatische-tigermuecke-hessen> (abgerufen am 09.02.2020).

URL: <https://www.pexels.com/de-de/foto/insekt-makro-nahansicht-moskito-86722/> (abgerufen am 13.02.2020).

URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Lebenszyklus_der_Asiatischen_Tigermücke_Aedes_albopictus_syn._Stegomyia_albopicta.jpg (abgerufen am 13.02.2020).

Material 2 basiert auf:

Björn Pluskota: Die Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*): Thermale Ökologie und Risikoeinschätzung einer Etablierung in Deutschland, Dissertation Heidelberg 2011, S. 64 und 88, URL: <http://archiv.ub.uni-heidelberg.de/volltextserver/12938/1/Pluskota.pdf> (abgerufen am 15.02.2020).

Material 3 basiert auf:

Ruth Müller et al.: Larval superiority of *Culex pipiens* to *Aedes albopictus* in a replacement series experiment: prospects for coexistence in Germany, in: Parasites & Vectors 11, 80, 2018, URL: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-018-2665-3> (abgerufen am 16.02.2020).

Material 4 basiert auf:

Daniel Lingenhöhl: Doppelschlag gegen Invasoren, in: Spektrum - Die Woche 10/2018, S. 16–17.

Kevin D. Lafferty et al.: Local extinction of the Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) following rat eradication on Palmyra Atoll, in: Biol. Lett. 14: 20170743, 2018, URL: <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2017.0743> (abgerufen am 09.02.2020).

Material 5 basiert auf:

Diethard Baron et al.: Grüne Reihe Material S II Genetik, Braunschweig 2017, S. 80.

Material 6 basiert auf:

Ernst A. Wimmer & Georg Oberhofer: Genetik im Bund mit selbstsüchtigen Genen, in: Spektrum der Wissenschaften, Februar 2020, S. 46–51.

Chun-Hong Chen et al.: A Synthetic Maternal-Effect Selfish Genetic Element Drives Population Replacement in *Drosophila*, in: Science 316, S. 597–600, 2007, URL: <https://www.jstor.org/stable/20036130> (abgerufen am 03.03.2020),
ergänzendes Material: URL: www.sciencemag.org/cgi/content/full/1138595/DC1 (abgerufen am 03.03.2020).
URL: https://www.wissensschau.de/synthetische_biologie/gene_drive_medea_daisy_x-shredder.php (abgerufen am 03.03.2020).

Material 7 basiert auf:

Stefanie Allgeier et al.: Entwicklung eines naturschutzkonformen Konzeptes zur Stechmückenbekämpfung am Oberrhein, in: Abschlussbericht zu DBU Projekt, Az 32608/01, IES Landau 2019, URL: https://www.dbu.de/projekt_32608/01_db_2848.html (abgerufen am 15.02.2020).

Norbert Becker et al.: Lack of resistance in *Aedes vexans* field populations after 36 years of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* applications in the upper rhine valley, Germany, in: J. of the American Mosquito Control Association. 34 (2), S. 154–157, 2018, URL: <https://mosquito-jamca.org/doi/pdf/10.2987/17-6694.1> (abgerufen am 17.02.2020).

Andrew B. Hall et al.: A male-determining factor in the mosquito *Aedes aegypti*, in: Science 348 (6240), 2015, S. 1268–1270, URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5026532/pdf/nihms773904.pdf> (abgerufen am 17.02.2020).

Roberto Galizi et al.: A CRISPR-Cas9 sex-ratio distortion for genetic control, in: Scientific reports 6:31139, 2016, URL: <https://www.nature.com/articles/srep31139.pdf> (abgerufen am 17.02.2020).

Megan Scudellari: Hijacking Evolution, in: Nature 571, 2019, S. 160–162, URL: <https://www.akbarilab.com/uploads/8/7/0/5/87051394/d41586-019-02087-5.pdf> (abgerufen am 17.02.2020).

Kyros Kyrou et al.: A CRISPR-Cas9 gene drive targeting doublesex causes complete population suppression in caged *Anopheles gambiae* mosquitoes, in: Nature Biotechnology 36, 2018, S. 1062–1066, URL: <https://www.nature.com/articles/nbt.4245.pdf> (abgerufen am 17.02.2020).

Kathryn E. Kistler et al.: Genome Engineering with CRISPR-Cas9 in the Mosquito *Aedes aegypti*, in: Cell reports 11, 2015, S. 51–60, URL: [https://www.cell.com/cell-reports/pdfExtended/S2211-1247\(15\)00262-4](https://www.cell.com/cell-reports/pdfExtended/S2211-1247(15)00262-4) (abgerufen am 17.02.2020).