

Hinweise für den Prüfling

Bearbeitungszeit (insgesamt): 255 Minuten

Auswahlverfahren

Wählen Sie von den zwei vorliegenden Vorschlägen einen zur Bearbeitung aus. Der nicht ausgewählte Vorschlag wird 60 Minuten nach Beginn der Bearbeitungszeit von der Aufsicht führenden Lehrkraft eingesammelt.

Erlaubte Hilfsmittel

1. ein Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
2. ein eingeführter Taschenrechner (Bei grafikfähigen Rechnern und Computeralgebrasystemen ist ein Reset durchzuführen.)
3. eine Liste der fachspezifischen Operatoren

In jedem Fall vom Prüfling auszufüllen

Name: _____

Vorname: _____

Prüferin/Prüfer: _____

Datum: _____

Bekämpfung der eingeschleppten Tigermücke**(Genetik und Gentechnik, ökologische und stoffwechselphysiologische Zusammenhänge)**

Die Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*) stammt ursprünglich aus Südostasien. Durch den globalisierten Waren- und Reiseverkehr wird sie seit Jahrzehnten weltweit verschleppt. 2007 erfolgte der erste Nachweis in Deutschland, im Sommer 2018 wurde sie in Frankfurt am Main aufgespürt. Als Überträger von Virus-Erkrankungen wie dem Gelbfieber entwickelt sich die Asiatische Tigermücke zu einer ernststen Bedrohung für die Menschen in Deutschland. Kenntnisse genetischer und ökologischer Aspekte des Organismus sind für die Entwicklung geeigneter Bekämpfungsmethoden notwendig.

Aufgaben**Die Ökologie der Asiatischen Tigermücke**

- 1 Geben Sie jeweils eine Definition der Begriffe ökologische Nische, Symbiose und Parasitismus an. Nennen Sie jeweils ein Beispiel für eine symbiotische und eine parasitische Beziehung. (8 BE)
- 2 Beschreiben Sie die Toleranzkurve (Abbildung 2.1). Beschreiben und erklären Sie die Abhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit der Tigermückenpuppe von der Wassertemperatur (Abbildung 2.2). (Material 1 und 2) (11 BE)
- 3 Formulieren Sie zwei Fragestellungen, die dem Experiment in Material 3 zugrunde liegen. Fassen Sie die Versuchsergebnisse zusammen und werten Sie diese aus. (Material 3) (16 BE)
- 4 Skizzieren Sie ein Nahrungsnetz der im Material 4 genannten Organismen bei Anwesenheit von Ratten und Menschen. Ordnen Sie exemplarisch drei der Organismen unterschiedlichen Trophieebenen zu. (Material 4) (9 BE)
- 5 Erklären Sie das Vorkommen der beiden Stechmückenarten vor und nach Ausrottung der Ratten. (Material 1 und 4) (7 BE)

Gene Drive zur Bekämpfung der Asiatischen Tigermücke?

- 6 Benennen Sie die durch Nummern gekennzeichneten Bestandteile des lac-Operons in Material 5 und beschreiben Sie dessen Funktionsweise in Abwesenheit von Lactose. Skizzieren Sie das lac-Operon in Anwesenheit von Lactose. (Material 5) (18 BE)
- 7 Werten Sie das Vererbungsschema in Material 6 aus. Begründen Sie, dass es sich bei der Vererbung des MEDEA-Allels um einen Gene Drive-Mechanismus handelt. (Material 6) (19 BE)
- 8 Beurteilen Sie, ob Gene Drive als Alternative zur bisherigen Bekämpfungsstrategie gegen die Tigermücke geeignet ist. (Material 1 und 7) (12 BE)

Material 1

Ökologie der Asiatischen Tigermücke

Die Asiatische Tigermücke ist eine relativ kleine Stechmücke mit 0,5–1 cm Körperlänge. Sie ist sehr anpassungsfähig, da sie trocken- und kälteresistente Eier bilden kann. Während die Larven und Puppen der Mücken bei Temperaturen unter 10°C absterben, überdauern die Eier auch Temperaturen bis zu –10°C. Der voranschreitende Klimawandel und die damit einhergehenden milder werdenden Winter tragen ebenfalls dazu bei, dass sich die Tigermücke in unseren Breiten erfolgreich ausbreitet.

Die Tigermücke ist hervorragend an städtische Lebensräume angepasst. Eier, Puppen und Larven findet man in kleinsten Wasseransammlungen wie Vogeltränken, alten Autoreifen und verstopften Dachrinnen. Die Larven ernähren sich von Mikroorganismen und organischem Material, das sie aus dem Wasser filtern. Die erwachsenen, flugfähigen Tiere entfernen sich von den Brutstätten, die Tigermücke fliegt allerdings nur rund 100–200m weit. Wie bei anderen Stechmücken auch, saugen ausschließlich die Weibchen Blut, welches sie für die Bildung ihrer Eier benötigen. Die Asiatische Tigermücke ist potenzieller Überträger verschiedener Krankheitserreger. Sie ist in der Lage, Dengue-, Chikungunya-, West-Nil-, Zika- oder Gelbfieber-Viren zu übertragen. In Hessen wurde jedoch bisher keine dieser Infektionen durch eine Tigermücke dokumentiert.

Abbildung 1.1: Asiatische Tigermücke

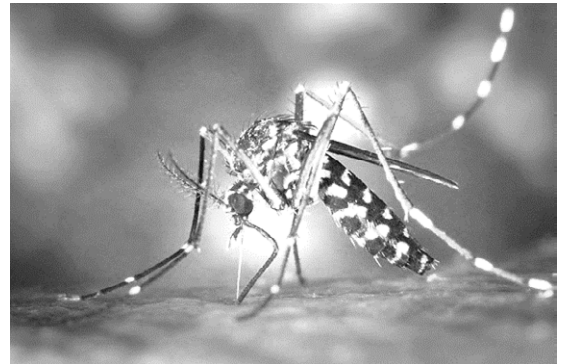
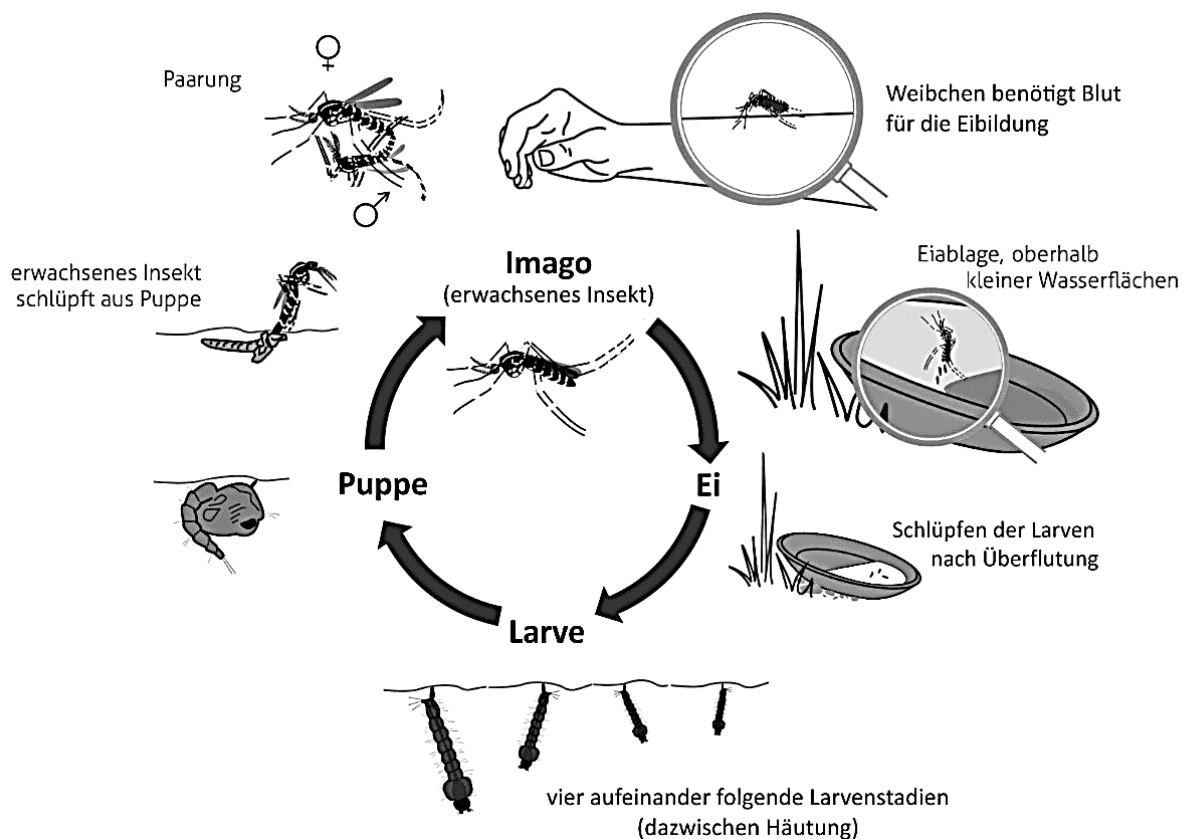


Abbildung 1.2: Lebenszyklus der Asiatischen Tigermücke



Material 2

Untersuchungen zur Temperaturabhängigkeit der Asiatischen Tigermücke

Abbildung 2.1:
Verpuppungserfolg der Tigermückenlarven in Abhängigkeit von der Wassertemperatur

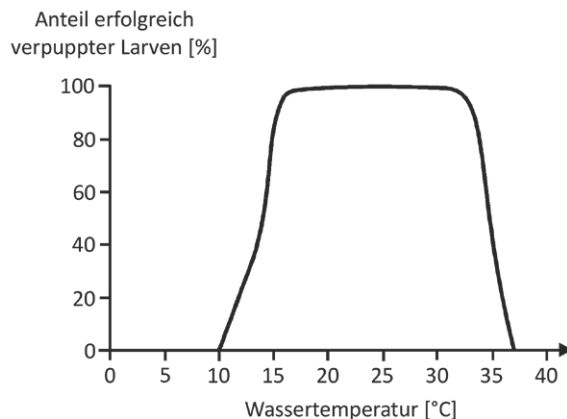
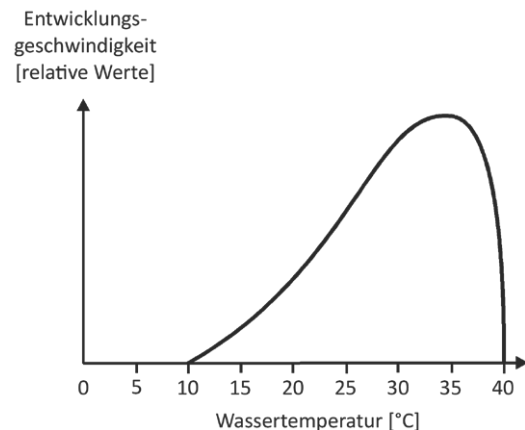


Abbildung 2.2:
Entwicklungsgeschwindigkeit der Tigermückenpuppe in Abhängigkeit von der Wassertemperatur



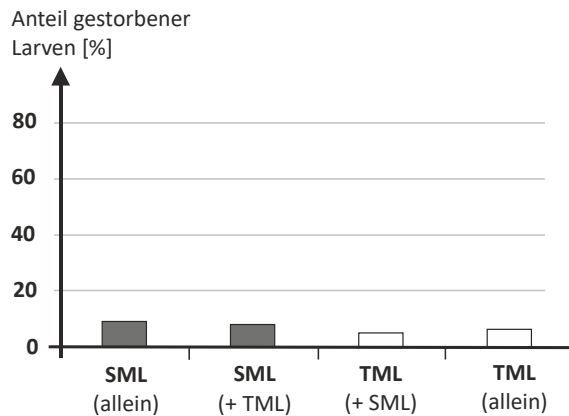
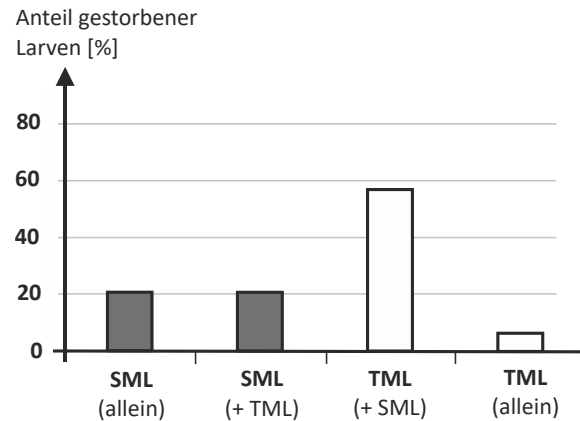
Material 3

Stechmückenarten treten in Konkurrenz

Die in Europa häufig vorkommende Gemeine Stechmücke (*Culex pipiens*) und die jetzt neu auftretende Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*) teilen sich oft dieselben Eiablagestellen. In Italien wurden in etwa jeder zehnten Fundstelle Gemeine Stechmückenlarven (SML) zusammen mit Asiatischen Tigermückenlarven (TML) gefunden.

Eine Frankfurter Forschergruppe führte Experimente mit TML und SML durch. Unter kontrollierten Bedingungen (16 h Licht pro Tag, 20°C Wassertemperatur und gleichbleibende Wasserqualität) wurden Versuche mit jeweils 30 Larven angesetzt. Die Versuchsansätze enthielten entweder die Larvenart allein oder jeweils 15 Larven der untersuchten Art zusammen mit 15 Larven der jeweils anderen Art. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3.1 dargestellt.

Fortsetzung des Materials auf der folgenden Seite

Abbildung 3.1: Sterblichkeitsrate von Gemeinen Stechmückenlarven bzw. Asiatischen Tigermückenlarven**A Larvensterblichkeit bei viel Futter****B Larvensterblichkeit bei wenig Futter****Erläuterung:**

Gemeine Stechmückenlarve



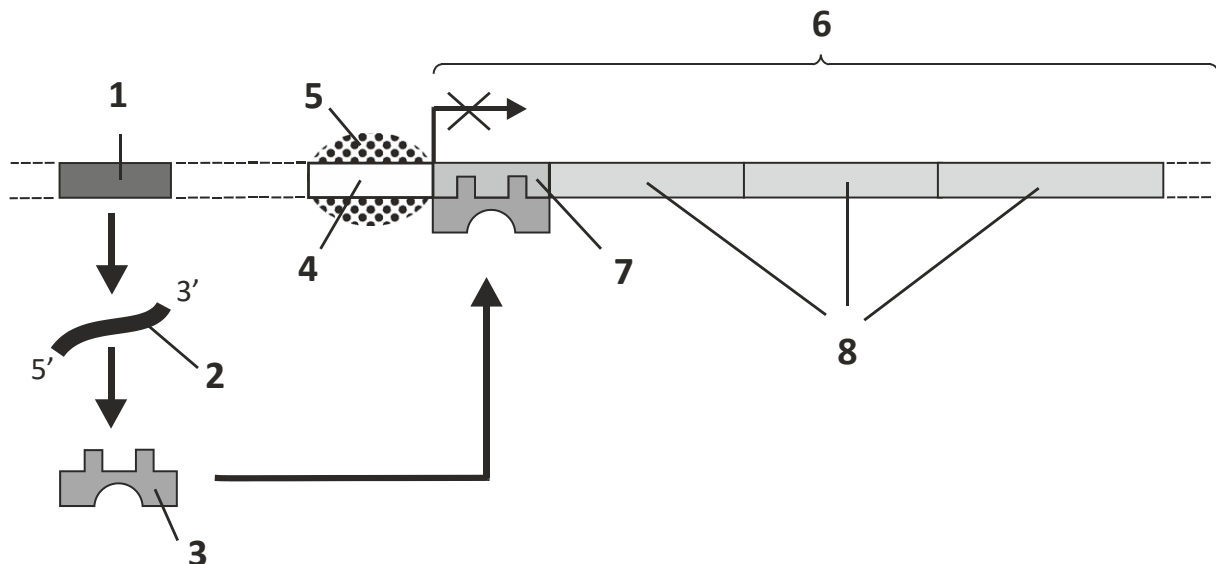
Asiatische Tigermückenlarve

Material 4**Ausrottung der Asiatischen Tigermücke auf Palmyra**

Das Palmyra-Atoll, eine Gruppe sehr kleiner Inseln im Pazifik, wird von ca. 50 000 Seevögeln bewohnt, Menschen leben und lebten hier nie dauerhaft. Ursprünglich waren keine Säugetiere auf der Inselgruppe heimisch. Im zweiten Weltkrieg schleppten Soldaten, die die Insel als Militärbasis nutzten, Ratten ein. Diese ernährten sich von den Küken und Eiern der Seevögel und von Krebsen und Krabben. Sie fraßen Kokosnüsse und andere Baumsamen. Diese Kokosnussschalen waren eine der wenigen Möglichkeiten, wo sich Regenwasser sammeln konnte. Im Jahr 2011 führten Ökologen eine erfolgreiche Ausrottungskampagne gegen die damals ca. 40 000 Nager durch. Überraschenderweise verschwand mit den Ratten auch die ebenfalls eingeschleppte Tigermücke von der Insel, deren Weibchen vor allem Säugetiere stechen, aber nur in Ausnahmefällen Vögel. Hingegen kommt eine zweite Stechmückenart, die Südliche Hausmücke, die sich auf Vögel spezialisiert hat, weiterhin vor.

Material 5

lac-Operon (in Abwesenheit von Lactose)



Material 6

Gene Drive mit MEDEA

Durch Gene Drive werden bestimmte Allele in einer Population viel effizienter verbreitet als über reguläre Vererbungsmechanismen. Während bei heterozygoten Organismen die meist in zweifacher Ausfertigung vorliegenden Allele eines Gens zufällig mit gleicher Wahrscheinlichkeit an die Nachfolgenerationen vererbt werden, treten durch Gene Drive bestimmte Allele mit (viel) höherer Wahrscheinlichkeit in der fertig entwickelten Tochtergeneration auf.

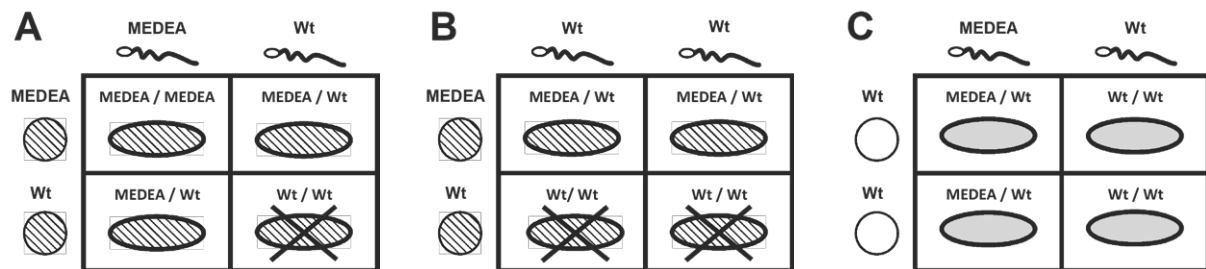
Der Gene-Drive-Effekt tritt in der Natur u.a. bei Insekten auf. Eine Möglichkeit ist der sogenannte MEDEA-Drive, den man bei Mehlkäfern entdeckt hat. Hierbei wird das Allel eines Gens zum MEDEA-Allel, indem es mit zwei weiteren Gen-Elementen gekoppelt wird, einem Giftgen und einem Immunitätsgen. Im jeweils anderen Allel dieses Gens, dem verbliebenen Wildtyp-Allel, fehlen diese Elemente.

In den Eierstöcken von Insekten mit dem MEDEA-Allel ist während der Eireifung das Giftgen aktiv. Das so produzierte Gift wird in die Eier aufgenommen und in ihnen angereichert. Bei heterozygoten Weibchen enthalten daher alle Eier das Gift, auch dann, wenn durch die Meiose nicht in allen Eiern das MEDEA-Allel, sondern z.T. das Wildtyp-Allel vorliegt.

Nach der Befruchtung wird in den Eizellen, die das MEDEA-Allel enthalten, das Immunitätsgen aktiviert, sodass nur diese das Gift neutralisieren und sich zu Larven weiterentwickeln können. Das mit den MEDEA-Elementen gekoppelte mutierte Allel eines Gens ist somit in allen lebenden Nachkommen dieser MEDEA-Weibchen vorhanden.

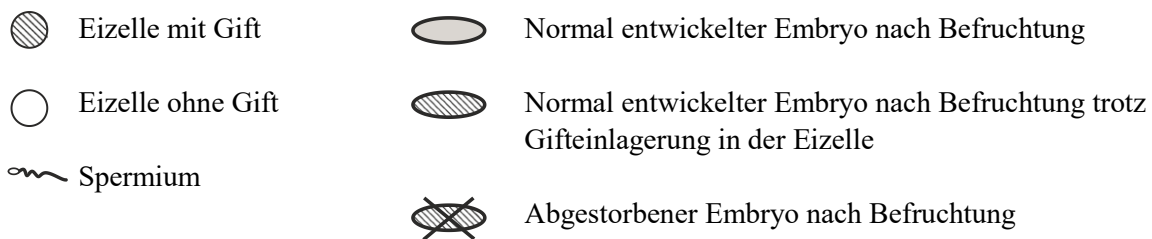
Fortsetzung des Materials auf der folgenden Seite

Vererbungsschema des MEDEA-Allels bei Insekten



Erläuterung:

MEDEA: Keimzelle enthält das MEDEA-Allel; Wt: Keimzelle ohne MEDEA-Allel (Wildtyp).



Material 7

Bekämpfungsstrategien gegen die Asiatische Tigermücke

1. Spezifisch wirkende Bio-Pestizide

Aus dem *Bacillus thuringiensis* serotyp *israelensis* (bodenlebendes Bakterium) gewinnt man ein Gift (Bti), das nur gegen Fliegen und Mücken gerichtet ist. Nehmen die Larven das Gift auf, so entstehen Löcher in der Darmwand, was unweigerlich zum Tode führt. Trotz jahrzehntelangem Einsatz von Bti sind kaum Resistenzen zu beobachten. Neben Stechmückenlarven werden auch andere Mücken- und Fliegenlarven getötet. Dies wirkt sich ebenfalls negativ auf Amphibien aus, die sich von diesen Insektenlarven ernähren. Bti ist für die Bekämpfung von Mückenlarven in großen Überschwemmungsgebieten durch Ausbringung mit dem Flugzeug oder Hubschrauber genauso geeignet wie für die Bekämpfung in Kleinstgewässern in Form von gepressten Tabletten. Da Bti ein Proteingemisch ist, verliert es nach dem Ausbringen durch Zersetzungsprozesse nach drei Wochen deutlich an Wirkung.

2. Gene Drive

Als neue Methode bietet sich Gene Drive an. Seit wenigen Jahren wird in gentechnischen Experimenten versucht, Gene Drive auch in Stechmücken zu etablieren. Bei Stechmücken gibt es z.B. das nix-Gen, das für die Ausbildung von männlichen Geschlechtsorganen ausschlaggebend ist. Wenn dieses Gen mit einer Gene Drive-Sequenz gekoppelt wäre, würden überproportional viele Männchen gebildet, so dass die Population mehr und mehr an Weibchen verarmen und in wenigen Generationen zusammenbrechen würde. Erste Ergebnisse unter Laborbedingungen waren bereits erfolgreich. Das Aussetzen von nur wenigen Gene-Drive-Stechmücken würde genügen, um eine gesamte Population auszurotten. Mögliche Auswirkungen auf das Ökosystem sind noch nicht geklärt.