

42

Bestell-Nr. 1417042
2. Quartal | 2023

Biologie

IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

5 BIS 10

ZUM THEMA

Aalglatter Abstieg

Millionen im Aquarium

Die Zweisamkeit
der Zwitter

Mit Laube zum Partner

Weibchen mögen's heiß

Unsterbliche Hydra

Die Jagd nach dem
Fortpflanzungserfolg

MAGAZIN

OECD-Lernkompass 2030

Runde Stunde?
Runder Unterricht!

Brände gehen
uns alle an!

MATERIALPAKET

38 Arbeitsblätter

12 Karteikarten

1 Abbildung



Fortpflanzung im Tierreich



1 417042 000001

FRIEDRICH
Fr

KLASSENSTUFE

9 – 10

ZEITBEDARF

2 – 3 Unterrichtsstunden

DARUM GEHT'S

Nicht immer läuft Sex im Tierreich harmonisch ab. Bei Bettwanzen hat sich der Geschlechtsakt im Laufe der Evolution zu einer traumatischen Insemination gesteigert. Die Schüler:innen lernen die Dynamiken hinter der Entwicklung kennen und vollziehen diese koevolutive Spirale nach.

EINORDNUNG

Fachwissen

Fortpflanzungsstrategien, sexueller Konflikt, evolutive Anpasstheit

Erkenntnisgewinnung

Vergleich, Umgang mit Evidenz, Hypothesen bilden, Modellierung

Kommunikation

Informationen sach- und fachgerecht darstellen und reflektieren, Anthropomorphismen



MATERIALPAKET

(Download via Kundenkonto)

- 2 Arbeitsblätter
- 1 Abbildung

Die Jagd nach dem Fortpflanzungserfolg

Der sexuelle Konflikt zwischen den Geschlechtern am Beispiel der Bettwanzen

Janina Jördens, Thomas Gerl, Roman Asshoff

Mit unseren 8. Klassen geht es jedes Jahr zu einem alpinen Praktikum in die Berge hoch über dem Tegernsee. Wirklich jedes Jahr? Nein, nicht jedes Jahr, denn vor zwei Jahren konnten wir nicht auf unsere Selbstversorgerhütte, weil sich in den Lagern Bettwanzen ausgebreitet hatten.

Deshalb blieb die Hütte in diesem Jahr geschlossen. Seitdem macht an unserer Schule diese Geschichte die Runde. Viele der Schüler:innen aus unserer 10. Klasse erinnern sich bis heute daran, dass sie damals nicht ins alpine Praktikum durften. Das nutzen wir, um am Beispiel des Fortpflanzungsverhaltens der Bettwanzen die evolutionäre Bedeutung des sexuellen Konflikts zu besprechen.

Was ist der sexuelle Konflikt?

Fortpflanzungsstrategien im Tierreich sind vielfältig und laufen nicht immer harmonisch ab. Vielmehr haben Männchen und Weibchen im Hinblick auf die Fortpflanzung häufig ganz unterschiedliche „Interessen“, die einen Konflikt zwischen den Geschlechtern hervorrufen. Dieser Konflikt, der auch als sexueller Konflikt bezeichnet wird, stellt einen Sonderfall der sexuellen Selektion dar. Grundlegend zum Verständnis des sexuellen Konflikts ist die Tatsache, dass Weibchen wenige, große und kostenintensive Keimzellen produzieren, während für Männchen viele, kleine und kostengünstige Keimzellen typisch sind.

Info 1 | Fortpflanzungsverhalten der Bettwanzen

Bei der Fortpflanzung der Bettwanzen befruchten die Männchen die Weibchen nicht über deren Geschlechtsöffnung. Stattdessen stechen Wanzen-Männchen bei jeder einzelnen Paarung ein Loch in einen bestimmten Bereich der weiblichen Haut (Abb. 2). Durch die entstandene Wunde pumpen sie dann ihr Sperma in den Körper des Weibchens. Diese „traumatische Befruchtung“ kann dramatische Folgen für die Weibchen haben.

Im Laufe der Evolution hat sich eine Anpasstheit der Weibchen auf diese von den Männchen verursachten Schäden entwickelt. Statt jedoch eine Form von Widerstand oder Resistenz in Bezug auf Struktur und Funktion des Gewebes vorzufinden, haben Forscher:innen eine Anpasstheit in Form von Toleranz ausgemacht. Bei den Wanzen-Weibchen entwickelte sich die sogenannte Spermalege, eine bauchseitig gelegene Region, in der sich sehr viel elastisches Biomaterial findet. Dieses Material versiegelt die Haut des Weibchens nach einer Verletzung durch das Männchen. Die Versiegelung hilft dabei dem Weibchen, ohne negative Auswirkungen auf die Männchen zu haben. Dadurch erfolgt bei den Männchen keine Selektion im Hinblick auf die Überwindung dieser weiblichen „Verteidigungsmaßnahme“, sodass die antagonistische Koevolution von Männchen und Weibchen zum Stillstand kommt.

Bettwanzen besser kennenlernen

Als Unterrichtseinstieg präsentieren wir unserer 10. Klasse das Foto einer Bettwanze (Abb. 1). Niemand weiß, um welches Tier es sich handelt. Einige halten es für eine Spinne, andere widersprechen, da das Tier augenscheinlich sechs und nicht acht Beine hat. Als den Schüler:innen schließlich verraten wird, dass das Tier sie um ihr alpines Praktikum gebracht hat, benennen alle die Bettwanze. Zu den Bettwanzen gehören etwa 100 Wanzenarten der Familie Cimicidae. Allerdings sind nur drei Arten dafür bekannt, auch in menschlichen Betten zu leben. Die Cimicidae sind obligate Blutsauger und beziehen ihre Blutnahrung von Menschen, Fledermäusen oder Vögeln. Krankheiten übertragen sie dabei auf uns Menschen nicht.

Die Schüler:innen tauschen sich lebhaft über ihr Vorwissen zu Bettwanzen aus. Viele finden die Tiere eklig. Dabei werden erfahrungsgemäß auch Aspekte aus dem Bereich Gesundheit angesprochen. So verbinden viele Schüler:innen mit Bettwanzen fälschlicherweise einen Mangel an Hygiene oder nennen sie „Schädlinge“. Da es uns heute aber nicht um die Beziehung der Bettwanzen zu uns Menschen geht, sondern um die Vermehrung dieser Parasiten, lenken wir den Fokus des Unterrichtsgesprächs auf ihre Fortpflanzung und der dieser zugrunde liegenden Evolutionsstrategie. Am Beispiel ihres Fortpflanzungsverhaltens wollen wir bei den Jugendlichen so das Verständnis für evolutive Prozesse schaffen und ihre Kompetenz beim Modellieren biologischer Sachverhalte ausbauen.

Das Chase-Away der Bettwanzen

Zunächst erarbeiten die Lernenden in Partnerarbeit das Fortpflanzungsverhalten der Bettwanzen (AB 1). Sie leiten daraus ab, wie sich der sexuelle Konflikt als Treiber des evolutiven Geschehens auf die Merkmale von Männchen und Weibchen auswirkt (Chase-Away-Hypothese). Diese Aufgabe ist für die Schüler:innen recht anspruchsvoll, weil ihnen die Zuordnung konkreter Vorgänge in das allgemeine Modell meist schwerfällt. Da-

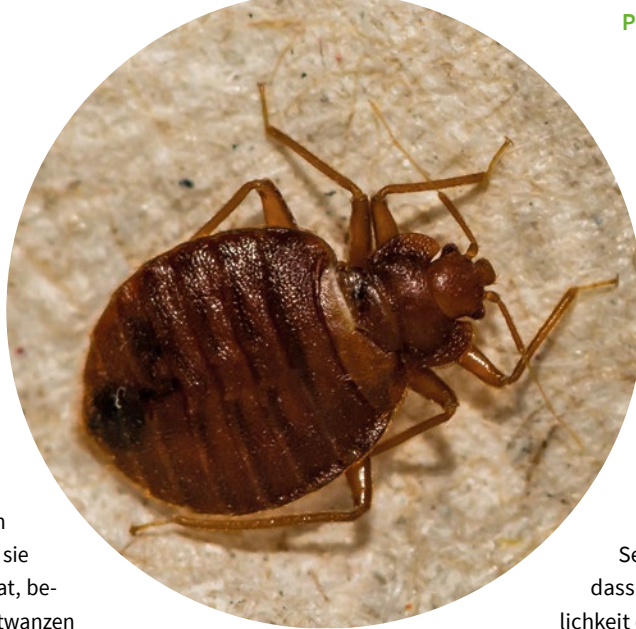


Abb. 1 | Die Bettwanze *Cimex lectularius*

bei sind die tatsächlichen Vorgänge noch wesentlich komplizierter (Info 1). In dieser Phase des Unterrichts sollte allen Schüler:innen jedoch deutlich werden, dass bei der sexuellen Selektion durch Chase-Away-Prozesse die Fitness der Männchen zunimmt, während die der Weibchen abnimmt und umgekehrt. Es handelt sich um eine antagonistische Koevolution zwischen Männchen und Weibchen.

Vorsicht vor Anthropomorphismen

Wesentlich leichter fällt den Schüler:innen die Einordnung anthropomorpher Formulierun-

gen aus dem Text (AB 1). Ihnen fällt gleich auf, dass Begriffe wie „harmonisch“ und „Vergewaltigung“ fachlich nicht passend sind, da hier fälschlicherweise aus einem menschlichen Blickwinkel ein tierisches Verhalten betrachtet wird (Info 2). Auf der anderen Seite meinen einige der Schüler:innen, dass solche Begriffe für sie die Anschaulichkeit erhöhen. Dadurch wird einmal mehr deutlich, wie wichtig es ist, immer wieder mit den Schüler:innen über die Sprache im Unterricht zu reflektieren, um Fehlschlüsse zu vermeiden und um gegebenenfalls bestehende Fehlvorstellungen nicht zu verfestigen oder sogar neue im Unterricht zu generieren.

Das Modell zur Chase-Away-Hypothese

Modelle kennen Schüler:innen häufig als Struktur- oder Funktionsmodelle. In der Wissenschaft spielen aber auch ideelle Modelle oder Denkmodelle eine wichtige Rolle. Viele Phänomene sind so komplex, dass sie nur durch Modelle verständlich werden. Häufig

AB 1 | Der sexuelle Konflikt bei Bettwanzen

Der sexuelle Konflikt bei Bettwanzen

Liebe, Sex und Zierlichkeit? Die Fortpflanzung von Fortwacht fällt nicht immer so harmonisch ab, wie es in einer Anspruchs-Blutwunde zu sein scheint. Ein Beispiel dafür ist der Fortpflanzungszyklus bei Bettwanzen.

Bettwanzen-Sex - alles andere als harmonisch

Ein Naturerlebnis, das für ein wichtiges Ereignis für Frauen und Trogelmann. Die gilt auch für Bettwanzen. Männchen konkurrieren dabei blutig mit anderen Männchen um Weibchen.

Ursprünglich haben sich Bettwanzen vermutlich über die ihre äußeren Geschlechtsmerkmale gepaart. Über uneheliche Generationen hinweg hat sich das Fortpflanzungsverhalten aber geändert. Männliche Bettwanzen überfallen die Weibchen regelrecht. Besonders erfolgreich sind männliche Bettwanzen, die einen Kopfstachel besitzen. Die Begattung erfolgt, indem die Männchen den hochgelegenen Penis des Weibchens mit ihrem Kopfstachel durchbohren und ihr Spermium direkt in den Bauchraum abgeben („traumatische Insemination“; Abb. 1). Dadurch können die Spermien schneller an den Eizellen gelangen, als wenn die Männchen die Geschlechtsöffnung der Weibchen zur Begattung verwenden würden. Bei dieser „Vergewaltigung“ tragen die Weibchen oft Verletzungen davon, die teilweise tödlich enden.

Männchen bevorzugen für die Begattung Weibchen, die kein zuvor Nahrung aufgenommen haben, weil sie sich, wie sie sind, nicht gegen den männlichen Charakter wehren können. Die einzige Möglichkeit für die Weibchen, diesem gefährlichen Partner zu entgehen, ist es, kein Blut zu saugen. Dann können sie sich aber auch nicht fortpflanzen, denn Weibchen, die kein Blut saugen, können keine Eier produzieren. Somit ist dies kein Erfolg.

Bei einigen Weibchen kann der Kopfstachel des Männchens ihren Chitinpanzer nicht durchdringen, da dieser so dicht ist. Dadurch ist die Kopulation erschwerter und der Fortpflanzungszyklus bestimmter Männchen reduziert. In einer Art evolutionären Wettstreit können so Männchen einen Selektionsvorteil, die einen noch stärkeren Kopfstachel besitzen als ihre Konkurrenten.

Abb. 1: Traumatische Insemination bei Bettwanzen

AB 2 | Tolerant statt resistent

Die Bettwanzen-Weibchen - tolerant statt resistent

In der Natur wurde bei Bettwanzen eine unerwartete Beobachtung gemacht. Nicht alle Bettwanzen-Weibchen werden durch die traumatische Insemination verletzt. Bei der näheren Betrachtung der Tiere fanden Forscher:innen auf ihrer Bauchseite ein trichterartiges Organ. Dies ist nicht mit der Geschlechtsöffnung identisch, dient aber der Spermenaufnahme (Abb. 1). Dieses Organ wird als Spermatheke bezeichnet und vom Kopfstachel des Männchens durchdrungen. Die Spermatheke reduziert die Verletzungsgefahr und verringert die Sterblichkeit der Weibchen. Diese Weibchen haben dadurch mehr Nachkommen als andere und sind somit evolutionär begünstigt.

Abb. 1: Sexuelle Insemination bei Bettwanzen (Pflanz Spermatheke), welche Abkamen einer weiblichen Bettwanze bewirkt

1. Zeilen in die folgende Abbildung ein, wie die Entwicklung einer Spermatheke die evolutive Entwicklung bei Bettwanzen verändert.



Abb. 2 | Traumatische Insemination bei Bettwanzen: Das Männchen durchsticht die Bauchdecke des Weibchens.

Info 2 | Anthropomorphismen

Anthropomorphismen sind Übertragungen von menschlichen Eigenschaften und Denkweisen auf die Natur. Dabei wird die Natur als Ganzes oder ihre Teile zu Akteuren, die Motive besitzen und wie Menschen denken und handeln. Beispiele hierfür sind gute und böse Bakterien, Teilchen, die bei der Diffusion einen Konzentrationsausgleich anstreben und Organismen, die sich im Laufe der Evolution aktiv anpassen. Aber auch fachsprachlich verwendete Begrifflichkeiten, wie beispielsweise Interessen und Fortpflanzungsstrategien, die in Bezug zu Verhaltensweisen häufig eine wichtige Rolle spielen (vgl. Kappeler 2020), bergen das Potenzial, missverständlich Intentionen oder planvolles Handeln zu unterstellen.

gibt es auch nicht für alle Schritte eines Modells Evidenz, sondern nur für Teile des Modells. Brett Holland und William R. Rice haben beispielsweise ein Denkmodell entwickelt, das die Entstehung von Merkmalen bei Männchen und Weibchen im Rahmen des sexuellen Konflikts erklärt. Dies wird auch als die Chase-Away-Hypothese bezeichnet (Abb. 3).

Holland und Rice gehen davon aus, dass bestimmte männliche Merkmale für Weibchen nachteilig sein können und ihre Fitness sen-

ken. Weibchen evolvierten eine Resistenz, wie zum Beispiel eine Struktur oder ein Verhalten, gegen das männliche Merkmal, wodurch sich ihre eigene Fitness erhöht. Die Resistenz reduziert in der Folge allerdings die Fitness des Männchens, die dann durch eine Gegenangepasstheit, wie zum Beispiel eine übertriebene Version des männlichen Merkmals, überwunden wird. Die so gesteigerte Fitness des Männchens kann wiederum durch die Entwicklung einer verstärkten weiblichen Resistenz redu-

ziert werden und so weiter. Es würde zu einer gegenseitigen Überreibung von Merkmalen kommen (Abb. 3).

Gerade bei der Beschreibung des Modells nutzen Schüler:innen häufig Anthropomorphismen, wie „die Weibchen haben gemerkt, dass sie sich anpassen müssen“ oder teleologische Erklärungen wie „damit die Weibchen nicht verletzt werden, haben sie sich angepasst“. Diese gilt es zu thematisieren und von den tatsächlichen evolutiven Vorgängen, wie zum Beispiel Variation angeborener Merkmale und Selektion, abzugrenzen.

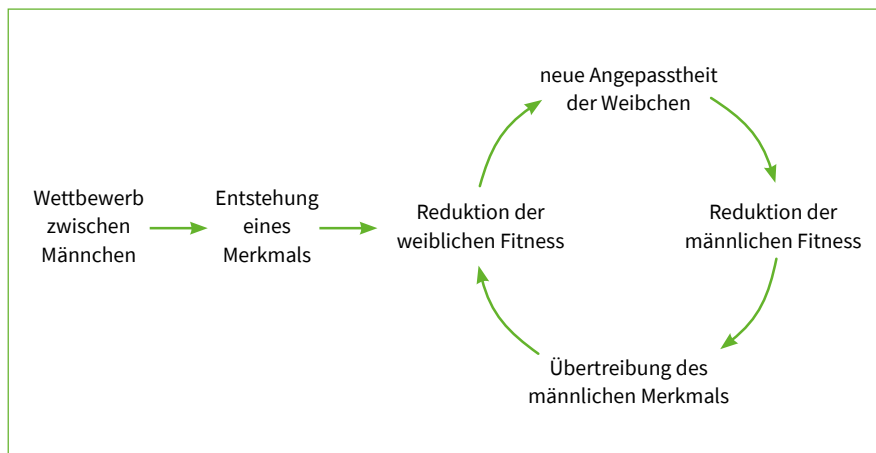


Abb. 3: Das Denkmodell von Holland und Rice zur Chase-Away-Hypothese

Toleranz statt Resistenz

Zum Abschluss dieser Phase der Modellierung kommt bei den Schüler:innen eine wichtige Überlegung auf: „Wenn sich die männlichen und weiblichen Bettwanzen so gegeneinander hochrüsteten, dann müsste es doch Männchen mit riesigen Kopulationsdolchen und Weibchen mit enorm festen Bauchpanzern geben.“ Ist das denn wirklich so? Interessanterweise wurden bei den Bettwanzen in der Natur abweichende Beobachtungen gemacht. Wir lassen die Schüler:innen eine Zeit-

Bild: (Bettwanze) © Rickard Ignell, Swedish University of Agricultural Sciences, CC BY-SA 1.0 -<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/1.0/>, via Wikimedia Commons, (Grafik) © Friedrich Verlag GmbH

lang spekulieren, wie sich diese Spirale des „Wettrüstens“ durchbrechen lassen könnte. Im Unterrichtsgespräch werden viele Hypothesen in den Raum gestellt und nach einer eingehenden Prüfung auch wieder verworfen. Schließlich hat ein Schüler eine Idee: Was wäre denn, wenn sich bei den Weibchen eine Struktur entwickelt, die das Eindringen des Kopulationsdolches nicht verhindert, sondern vielmehr zulässt und gleichzeitig das Verletzungsrisiko für die Weibchen vermindert. Damit hätten beide Erfolg bei der Fortpflanzung und die Weibchen keinen Schaden mehr. Im Kern sind die Lernenden so von selbst auf unterschiedliche Formen von Anpassungen gestoßen: Resistenz- und Toleranzanpassungen (Info 3).

Auf dem nächsten Arbeitsblatt erarbeiten die Schüler:innen, wie genau die Weibchen die traumatische Befruchtung durch die Männchen tolerieren können (AB 2). Die Weibchen der Bettwanzen, die auf ihrer Bauchseite ein trichterartiges Organ, die sogenannte Spermalege, aufweisen, tragen deutlich weniger Verletzungen durch den Kopulationsdolch davon. Gleichzeitig wird die Fitness der Männchen durch dieses Organ nicht beeinträchtigt. Es handelt sich bei der Spermalege also um eine Toleranzanpassung, die den Zyklus aus dem ursprünglichen Modell zur Chase-Away-Hypothese unterbricht. Auch hier sollte auf die Verwendung der Fachsprache geachtet werden. Die Jugendlichen sollen nicht denken, dass die Bettwanzen diese Toleranz bewusst entwickeln. Die Spermalege als Form der Anpassung ist über viele Generationen entstanden und beruht auf Evolutionsfaktoren.

Herausforderungen gemeinsam angehen

So klar diese Anpassung für die meisten Schüler:innen ist, so schwer fällt ihnen die Einordnung dieser Naturbeobachtung in das abstrakte Modell von Holland und Rice. In den meisten Fällen können sich die Schüler:innen gegenseitig unterstützen. In einigen Fällen ist Hilfestellung durch die Lehrkraft nötig. Eine ausführliche Sicherung der Ergebnisse in einem gemeinsamen Unterrichtsgespräch ist deshalb hier besonders wichtig. Gerade weil

die meisten Lernenden kognitiv sehr gefordert und manche sogar überfordert sind, nehmen wir uns vor, den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg durch Modellieren in Zukunft noch stärker zu üben.

In unserer Klasse gibt es aber auch einige leistungsstarke Schüler:innen, die bei solchen komplexen Anforderungen aufblühen. Diesen Lernenden trauen wir sogar die echte wissenschaftliche Aufgabe zu, das Modell nicht nur nachzuvollziehen, sondern wie die Forscher:innen auch selbstständig zu überdenken und zu korrigieren. Dieser Revisionsprozess macht den Schüler:innen klar, dass weder Modelle noch die Wissenschaft an sich statische Gebilde sind. Stattdessen sind es dynamische Systeme, die sich stets verändern und dadurch weiterentwickeln.

Zum Abschluss der Unterrichtseinheit zeigen wir noch einmal das Bild der Bettwanze und fragen die Schüler:innen, ob sie jetzt ein wenig mehr Sympathie oder Faszination für diese Tiere aufbringen können. Das

Stimmungsbild ist deutlich: „Nein, sie haben uns unser Praktikum gestohlen!“ Trotz größter Bemühungen können wir Lehrkräfte die Schüler:innen wohl doch nicht für alles begeistern und entlassen sie in die Pause.

Literatur

- Holland, B. (2016). *Chase-Away Hypothesis, The*. In: V. Weekes-Shackelford, T. Shackelford, V. Weekes-Shackelford (eds) *Encyclopedia of Evolutionary Psychological Science*. Cham: Springer
- Kappeler, P. M. (2020). *Verhaltensbiologie*. Springer
- Michels, J./Gorb, S. N./Reinhardt, K. (2015). Reduction of female copulatory damage by resilin represents evidence for tolerance in sexual conflict. *J. R. Soc. Interface*, 12: 20141107
- Reinhardt, K. (2019). Bedbugs. *Current Biology*, 29: 1118
- Siva-Jothy, M.T./Zhong, W./Naylor, R./Heaton, L./Hentley, W./Harney, E. (2019). Female bed bugs (*Cimex lectularius* L) anticipate the immunological consequences of traumatic insemination via feeding cues. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 16, 116(29):14682–14687

Info 3 | Resistenz und Toleranz

Bei Anpassungen muss zwischen Resistenz- und Toleranzanpassungen unterschieden werden.

Resistenz

Eine Resistenz der Weibchen senkt die Fitness der Männchen, weil diesen dadurch Nachteile bei der Fortpflanzung entstehen. Das erhöht den Selektionsdruck auf das männliche Merkmal, da jenes Männchen evolutiv begünstigt ist, das den größeren Fortpflanzungserfolg hat. Somit evolvieren bei den Männchen nach und nach immer extremere Merkmalsausprägungen.

Toleranz

Durch eine Toleranz der Weibchen, wie zum Beispiel durch die Spermalege bei Bettwanzen, wird die Fitness des Männchens nicht eingeschränkt. Der Selektionsdruck auf das männliche Merkmal, wie hier den Kopulationsdolch, entfällt, und die Spirale der Adaptationen und Gegenadaptationen wird unterbrochen.

D Differenzierung auf den Punkt gebracht

Aspekte der Heterogenität:

- Leistungsniveau

Methode:

- Aufgaben mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad

Praxistipp:

Die Schüler:innen können ihr Leistungsniveau individuell einschätzen, indem sie die Materialien frei wählen. In AB 1 können die Schüler:innen zum Beispiel die vorgegebene Grafik vervollständigen oder ein eigenes Flussdiagramm anhand der Informationen aus dem Text erarbeiten. Alternativ kann auch die Lehrkraft das jeweilige Leistungsniveau zuweisen. Die unterschiedlichen Schwierigkeitsgrade lassen sich auch als Zwischenschritt nutzen: Ein:e Schüler:in erstellt die Grafik frei, ein:e andere:r arbeitet mit der vorgegebenen Grafik. Am Ende erläutern sie sich ihre Ergebnisse gegenseitig und vergleichen.

Der sexuelle Konflikt bei Bettwanzen

Liebe, Sex und Zärtlichkeit? Die Fortpflanzung im Tierreich läuft nicht immer so harmonisch ab, wie es dieser Ausspruch glauben macht. Ein Beispiel dafür ist der Fortpflanzungsakt bei Bettwanzen.

Bettwanzen-Sex – alles andere als harmonisch

Ein hoher Fortpflanzungserfolg ist ein wichtiger Aspekt der Fitness von Organismen. Das gilt auch für Bettwanzen. Männchen konkurrieren dabei häufig mit anderen Männchen um Weibchen.

Ursprünglich haben sich Bettwanzen vermutlich über die ihre äußeren Geschlechtsmerkmale gepaart. Über unzählige Generationen hinweg hat sich das Fortpflanzungsverhalten aber geändert. Männliche Bettwanzen überfallen die Weibchen regelrecht. Besonders erfolgreich sind männliche Bettwanzen, die einen Kopulationsdolch einsetzen. Die Begattung erfolgt, indem die Männchen den bauchseitigen Panzer des Weibchens mit ihrem Kopulationsdolch gewaltsam durchbohren und ihr Sperma direkt in den Bauchraum abgeben („Traumatische Insemination“, Abb. 1). Dadurch können die Spermien schneller zu den Eizellen gelangen, als wenn die Männchen die Geschlechtsöffnung der Weibchen zur Begattung verwenden würden. Bei dieser „Vergewaltigung“ tragen die Weibchen oft Verletzungen davon, die teilweise tödlich enden.

Männchen bevorzugen für die Begattung Weibchen, die kurz zuvor Nahrung aufgenommen haben, weil sie sich, satt wie sie sind, nicht gegen den männlichen Überfall wehren können. Die einzige Möglichkeit für die Weibchen, diesen gewaltsamen Paarungen zu entgehen, wäre es, kein Blut zu saugen. Dann könnten sie sich aber auch nicht fortpflanzen, denn Weibchen, die kein Blut saugen, können keine Eier produzieren. Somit ist dies keine Option.

Bei einigen Weibchen kann der Kopulationsdolch des Männchens ihren Chitinpanzer nicht durchdringen, da dieser verstärkt ist. Dadurch ist die Kopulation erschwert und der Fortpflanzungserfolg bestimmter Männchen reduziert. In einer Art evolutiven Wettrüstens hätten so Männchen einen Selektionsvorteil, die einen noch stärkeren Kopulationsdolch besitzen als ihre Konkurrenten.



Abb. 1: Traumatische Insemination bei Bettwanzen

Die Biologen Brett Holland und William R. Rice haben ein Denkmodell entwickelt, das die Entstehung von Merkmalen bei Männchen und Weibchen im Rahmen des sexuellen Konflikts erklärt. Dieses Modell nennt sich die Chase-Away-Hypothese des sexuellen Konflikts.

1. **Ordne** die im Text gegebenen Informationen zum Fortpflanzungsverhalten der Bettwanzen den Punkten im Modell von Holland und Rice **zu** (Abb. 2).

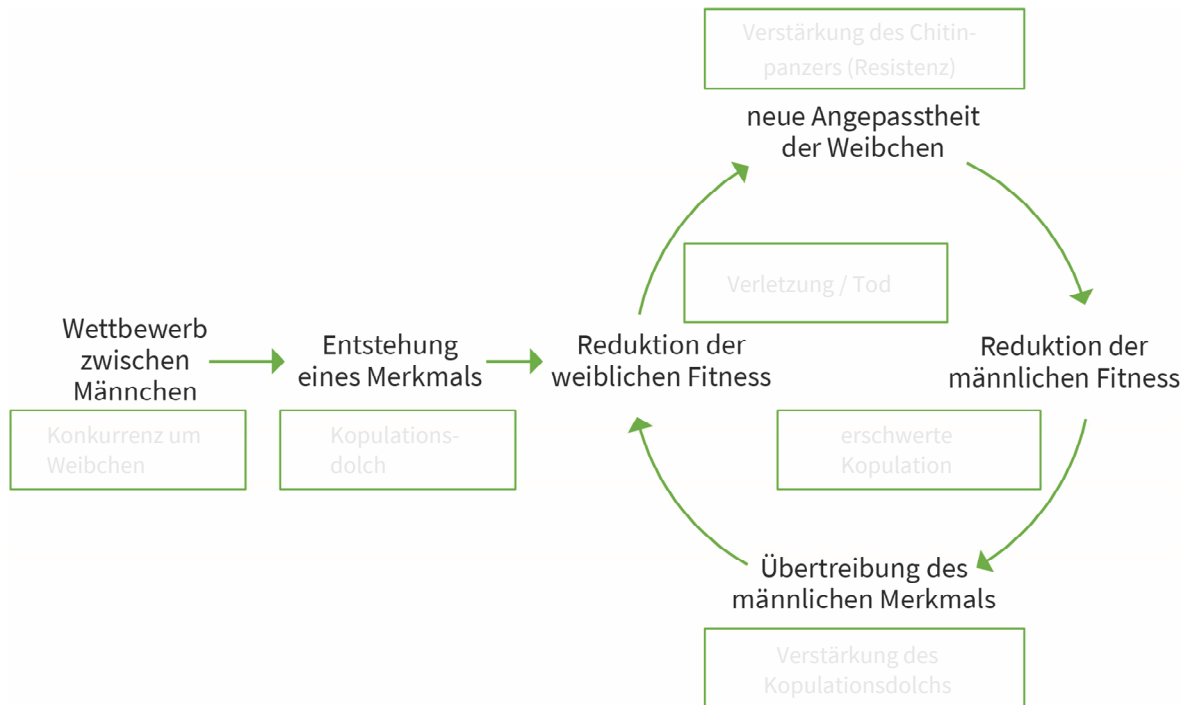


Abb. 2: Chase-Away-Hypothese von Holland und Rice

2. **Stelle Vermutungen an**, wie die Koevolution zwischen männlichen und weiblichen Bettwanzen weitergehen könnte. Folge dabei weiterhin dem Modell von Holland und Rice.
3. **Diskutiere** in der Klasse die Verwendung von Begriffen wie „harmonisch“ oder „Vergewaltigung“ in dem oben genannten Text. **Beschreibe** dabei, welche Vor- und Nachteile solche Formulierungen im Fachunterricht haben könnten.

- 2: Naheliegender wäre eine neue Form der Anpasstheit, wie zum Beispiel eine Erhärtung der Kutikula der Weibchen durch zusätzliche Chitin-Einlagerung. Dies würde die Fitness der Männchen wieder reduzieren. Männchen mit größerem oder stabilerem Kopulationsdolch hätten dabei einen Vorteil. Dadurch käme es wiederum zu einer Reduktion der weiblichen Fitness. Die Weibchen mit einer besonders harten Kutikula hätten wiederum einen Selektionsvorteil etc. Insgesamt würden die Merkmale durch diesen Prozess im Laufe der Zeit immer extremer.
- 3: Der menschliche Blickwinkel oder die Verwendung von Anthropomorphismen erleichtern den Zugang zu dem Thema, da wir eine Vorstellung von „harmonisch“ und „nicht harmonisch“ haben. Dabei werden die Bettwanzen allerdings zu Akteuren, die Motive besitzen und wie Menschen denken und handeln. Bei Bettwanzen handelt es sich indes um genetisch determinierte Verhaltensweisen, die dem Fortpflanzungserfolg dienen.

Die Bettwanzen-Weibchen – tolerant statt resistent

In der Natur wurde bei Bettwanzen eine unerwartete Beobachtung gemacht. Nicht alle Bettwanzen-Weibchen werden durch die traumatische Insemination verletzt. Bei der näheren Betrachtung der Tiere fanden Forscher:innen auf ihrer Bauchseite ein trichterartiges Organ. Dies ist nicht mit der Geschlechtsöffnung identisch, dient aber der Spermienaufnahme (Abb. 1). Dieses Organ wird als Spermalege bezeichnet und vom Kopulationsdolch der Männchen durchstochen. Die Spermalege reduziert die Verletzungsgefahr und verringert die Sterblichkeit der Weibchen. Diese Weibchen haben dadurch mehr Nachkommen als andere und sind somit evolutiv begünstigt.

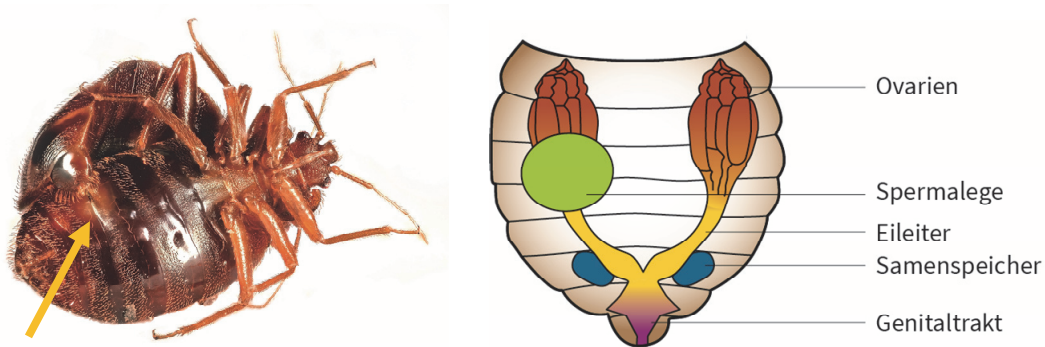


Abb. 1: links: traumatische Insemination bei Bettwanzen (Pfeil: Spermalege), rechts: Abdomen einer weiblichen Bettwanze (ventral)

1. **Zeichne** in die folgende Abbildung **ein**, wie die Entwicklung einer Spermalege die evolutive Entwicklung bei Bettwanzen verändert.



Name: _____

Datum: _____

2. **Stelle** eine begründete **Vermutung an**, wie sich das Vorhandensein einer Spermalege auf die Evolution des Kopulationsdolchs männlicher Bettwanzen auswirkt.

Es wird deutlich, dass auch Toleranz als Mechanismus evolvieren kann, um innerartliche Konflikte zu lösen. In diesem Fall schützt die Spermalege als Toleranzangepasstheit das Weibchen vor tödlichen Verletzungen. Gleichzeitig wird die Fitness der Männchen nicht reduziert, sodass es keinen Selektionsdruck mehr auf das männliche Geschlechtsorgan gibt. Der sexuelle Konflikt wird durch die Spermalege gelöst.

Sprinter Aufgabe

- **Entwickle** eine neue Version des Modells von Holland und Rice. Dieses soll beide Fälle zeigen: Zum einen, wie sich beim Weibchen eine Angepasstheit in Form einer Toleranz des männlichen Merkmals entwickelt. Zum anderen soll sie das Auftreten eines neuen Merkmals bei den Männchen zeigen, durch das sich bei den Weibchen eine Angepasstheit in Form einer Abwehr entwickelt.

