Christian Anton,
Oliver Bossdorf und
Egbert Weisheit

8.5 Lösungen zu den Unterrichtsmaterialien

Material 1: Freilanduntersuchung von Bänderschnecken

Aufgabe 1 a–d

Individuelle Schülerleistungen

Material 2: Innerartliche Vielfalt entdecken

Aufgabe 2

Wertet die Ergebnisse für eure Untersuchungsfläche aus.

a Welche Arten habt ihr erfasst?

Mögliches Ergebnis: *Cepaea nemoralis* und *Cepaea hortensis*

b Unterscheiden sich die Individuen innerhalb der Arten? Wenn ja, wie?

In vielen Populationen gibt es selbst innerhalb einer Art noch Variationen in Gehäusefarben und -bänderung.

Mögliche Gehäusevarianten: siehe „MegaLab-Erfassungsbogen.pdf"

c Stellt begründete Vermutungen an, warum die Individuen einer Tier- oder Pflanzenart zum Teil so unterschiedlich aussehen.

Proximater Grund: genetische Unterschiede. Es gibt bei den Bänderschnecken mehrere Gene, die Gehäusefarbe und -bänderung festlegen. Wenn sich Individuen einer Art also in Farbe und/oder Bänderung (= Phänotyp) unterscheiden, kann man davon ausgehen, dass sie auch genetisch verschieden sind (= Genotyp).

Ultimater Grund: Schwankende Umweltbedingungen oder genetische Prozesse verhindern, dass sich innerhalb einer Populationen die bestangepasste Variante gegenüber den anderen durchsetzen kann.

- Ein klassisches theoretisches Problem in der Evolutionsbiologie: Eigentlich sollte Selektion dazu führen, dass sich die beste Variante durchsetzt und alle anderen aussterben.
- Eine mögliche Erklärung, wenn dem nicht so ist: Wenn Selektion nicht so stark ist, dauert diese sehr lange. Wenn dann die Umwelt nicht konstant ist und sich die Richtung der Selektion oft ein wenig ändert, kommt es nie zur genetischen Fixierung.

Material 3: Selektion und Adaptation

Aufgabe 3

Wertet die Ergebnisse für eure Untersuchungsfläche aus.

a Welche Gehäusefarben und -muster kommen besonders häufig vor, welche sind selten?

Mögliche/wahrscheinliche Ergebnisse im Lebensraum:

- Wiese
  - eher häufig: helle (gelbe) und gebänderte Gehäuse
  - eher selten: dunkle (rote und braune) und bänderlose (unifarbene) Gehäuse
- Hecke/Wald
  - eher häufig: dunkle (rote und braune) und bänderlose Gehäuse
  - eher selten: helle (gelbe) und gebänderte Gehäuse

b Könnt ihr einen Zusammenhang zwischen der Gehäusefarbe sowie dem von euch untersuchten Lebensraum ziehen? Welchen?

Das Klima ist für die Fitness der Schnecken ein wichtiger Parameter. In Lebensräumen wie einem Wald oder einer dichten Hecke erreicht nur ein Teil der Wärmestrahlung den Boden – hier ist es relativ kühl. Schnecken sind aber auf ein gewisses Maß an Strahlungswärme angewiesen. Insofern sind Tiere mit einem dunklen Gehäuse im Vorteil, da die dunklen Pigmente die Strahlung stärker absorbieren als helle. In offenen Landschaften wie einer Wiese können Schnecken dagegen schnell ein Überhitzungsproblem bekommen – hier sind Tiere mit einem hellen (gelben) Gehäuse begünstigt, da dieses einen Großteil der Wärmestrahlung reflektiert.

c Wenn ihr eine Drosselschmiede entdeckt und untersucht habt: Welche Gehäusefarben und -muster sind hier besonders häufig, welche sind selten?

Mögliche/wahrscheinliche Ergebnisse an der Drosselschmiede:

- Wiese
  - eher häufig: dunkle (rote und braune) und bänderlose Gehäuse
  - eher selten: helle (gelbe) und gebänderte Gehäuse
- Hecke/Wald
  - eher häufig: helle (gelbe) und gebänderte Gehäuse
  - eher selten: dunkle (rote und braune) und bänderlose Gehäuse

d Stellt begründete Vermutungen für euren Fund an der Drosselschmiede an. Tipp: Vögel haben eine andere Farbwahrnehmung als Menschen.

Die visuelle Wahrnehmung ist bei Vögeln anders als bei Menschen. Für eine Singdrossel sind in einer Wiese gelbe und gebänderte Schneckengehäuse schwerer zu entdecken als dunkle, bänderlose. Die gelben Exemplare „verschwinden“ sozusagen in einer hellen Graslandschaft, während die gebänderten Varianten im Geäst kleinerer Büsche und Sträucher gut getarnt sind. Insofern unterscheiden sich die Häufigkeiten der Gehäusevariationen in einer Wiese und an der Drosselschmiede.

Umgekehrt sind dunkle, bänderlose Gehäuse in einem dunklen Wald beziehungsweise in einer dichten Hecke gut getarnt – sie kommen häufig im Wald/der Hecke vor, sind aber selten an der Drosselschmiede zu finden.

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

Es überleben und pflanzen sich also vor allem die Schnecken fort, die vor ihren Fressfeinden möglichst gut verborgen sind.

Aufgabe 4

Wertet eure Ergebnisse nun *gemeinsam* aus.

a Unterscheiden sich die Anteile der hellen (gelben) und dunklen (roten und braunen) Gehäuse in den verschiedenen Lebensräumen (Wiese versus Hecke/Wald)? Wenn ja, wie?

b Gibt es Unterschiede bei der Musterung der Gehäuse (gestreift, bänderlos) in den beiden Lebensräumen? Wenn ja, welche?

Mögliche/wahrscheinliche Ergebnisse: siehe Lösung 3a

c Stellt begründete Vermutungen an: Welchen Einfluss haben die beiden Selektionskräfte (Singdrossel und örtliches Klima) auf die Schneckenpopulationen?

Mögliche/wahrscheinliche Ergebnisse: siehe Lösung 3b und d

Material 4: Umweltbedingungen (und ihr Wandel)

Aufgabe 5

Stellt begründete Vermutungen an.

a Wie kann sich die Zusammensetzung der Schneckenpopulationen im Laufe der Zeit ändern, wenn es wärmer wird? Stichwort: Klimawandel und Europa

Die Verteilung der Schnecken mit hellen und dunklen Gehäusen wird sich vermutlich verschieben. Derzeit dominieren im Mittelmeerraum die gelben (hellen) Gehäuse. In Mitteleuropa findet man dagegen überwiegend rote und gelbe Typen. Je weiter man nach Norden kommt, desto größer ist der Anteil brauner Gehäuse. Bei einer fortschreitenden Klimaerwärmung werden sich wahrscheinlich die Schnecken mit einem hellen Gehäuse immer weiter nach Norden ausbreiten.

b Was passiert in Regionen, in denen die Singdrosselbestände stark abnehmen?

Wenn die Singdrossel kein selektierender Faktor mehr ist, wird sich das auf die Verteilung der Gehäusevariationen in den verschiedenen Lebensräumen auswirken. Dies dürfte sich vor allem in der Bänderung/Bänderlosigkeit der Gehäuse bemerkbar machen; im Wald könnte der Anteil gebänderter, auf Wiesen der Anteil ungebänderter Gehäuse zunehmen. Die Farbe wird dagegen, je nach Klima, immer noch einen entsprechenden Einfluss auf die Häufigkeiten der Schnecken in den Lebensräumen haben.

c Wirken visuelle Selektion (Singdrossel) und klimatische Selektion (örtliches Klima) immer in die gleiche Richtung?

Die Selektion der Gehäusefarbe durch die Singdrossel und das Klima wirkt in die gleiche Richtung (Tarnung vor Fressfeind, Thermoregulation der Schnecke). Eine visuelle Selektion findet dagegen nur bezüglich der Bänderung beziehungsweise Bänderlosigkeit statt.

d Was passiert, wenn Selektion durch Fressfeinde und klimatische Selektion in unterschiedliche Richtungen wirken?

Das hängt von der Stärke der beiden Selektionsfaktoren ab. Wenn beide gleich stark sind, dann dürfte es gar keine Verschiebungen zugunsten einer bestimmten Gehäusefärbung beziehungsweise -musterung geben. Die Schnecken müssten mit all ihren Variationen gleich häufig in den verschiedenen Lebensräumen vorkommen (es sei denn, es wirken noch andere Selektionsfaktoren).

e Warum findet man immer eine Vielzahl an Varianten an einem Standort beziehungsweise in näherer Umgebung? Was bedeutet dies für wechselnde Umweltbedingungen?

Ein klassisches theoretisches Problem in der Evolutionsbiologie: Eigentlich sollte Selektion dazu führen, dass sich früher oder später eine Variante, die unter den gegenwärtigen Umweltbedingungen die höchste Fitness hat, durchsetzt und alle anderen aussterben.

- Eine mögliche Erklärung, wenn dem nicht so ist: Wenn Selektion nicht so stark ist, dauert diese sehr lange. Da Umweltbedingungen oft nicht konstant sind (weder zeitlich noch räumlich) und sich die Richtung der Selektion somit oft etwas ändert, kommt es nie zur sogenannten genetischen Fixierung.
- Eine andere Erklärung: Einwanderung von Schnecken aus umliegenden Lebensräumen.

Es gibt noch zahlreiche andere Erklärungen, die meist etwas mit komplizierten genetischen Prozessen zu tun haben.

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht.
Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg