Klaudia Witte,
Ursula Wussow und
Steffen Pröhl

11.5 Lösungen zu den Unterrichtsmaterialien

11.5.1 Unterrichtsmaterialien für die Grundschule

Material 1: Kuckuckspiel

(Idee von Prof. Nick Davies)

Aufgabe 1

Diskutiert die Reaktion des Wirtsvogels in der Klasse. Hat er sich richtig oder falsch entschieden?

Das Spiel macht einerseits deutlich, wie schwierig es für den Wirtsvogel ist zu bemerken, ob nach seiner Abwesenheit vom Nest ein Ei ausgetauscht worden ist. Andererseits lernen die Schüler als „Kuckuck", dass das Eiablegen und Entfernen des Wirtseis sehr schnell passieren muss. Die Schüler erkennen so das Problem beziehungsweise den Vorteil von möglichst ähnlichen Eiern zwischen Brutparasit und Wirtsvogel. Dies führt sie zum Thema „Eimimikry".

Aufgabe 2

Überlege dir alleine oder in der Gruppe, wie du als Singvogel reagieren würdest, wenn dir auffällt, dass ein fremdes Ei in deinem Nest liegt. Schreibe deine Ideen auf.

Bei dieser Aufgabe sollen die Schüler ihrer Fantasie freien Lauf lassen. Sie dürfen sich Strategien gegen den Brutparasitismus ausdenken, die in der Natur verwirklicht oder auch nicht verwirklicht worden sind. Beispiele:

verwirklicht:

- Nest verlassen
- Nest überbauen
- Kuckucksei anpicken
- Kuckucksei aus dem Nest entfernen

nicht verwirklicht:

- vor Verlassen des Nests zur Nahrungssuche immer das Gelege abdecken
- neue Nestform bauen
- Kugelnest mit kleinem Eingang statt offener Nestmulde
- Kooperation der beiden Brutpartner (einer bleibt immer am Nest)
- Die Wirtsvögel können ihre Eier riechen und sie am Geruch vom Kuckucksei unterscheiden.

Diese Aufgabe soll zeigen, dass sich zu einer Strategie (Brutparasitismus) immer oder meistens eine Gegenstrategie der anderen Partei entwickelt. Die Schüler sollen Spaß bei dieser Aufgabe haben und kreativ sein.

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

Material 2: Eimimikry

Aufgabe 3

Überlege dir alleine oder in der Gruppe, wie ein Kuckucksweibchen es schaffen könnte, das Ei von der Wirtsvogelart ausbrüten zu lassen. Schreibe deine Ideen auf.

Auch bei dieser Aufgabe sollen die Schüler ihrer Fantasie freien Lauf lassen. Sie dürfen sich Strategien des Brutparasiten ausdenken, die in der Natur verwirklicht oder auch nicht verwirklicht worden sind. Beispiele:

verwirklicht:

- Beobachten der Wirtsvogelnester
- Eiablage erst, wenn 2–3 Eier im Nest liegen
- relativ kleine Eier (→ Anpassung an Eigröße der Wirtsvögel)
- Eimimikry
- Entwicklung des Embryos bereits im Eileiter
- extrem kurze Legezeit (nur 10 Sekunden)

nicht verwirklicht beim europäischen Kuckuck:

- „Belohnung" der Wirtseltern durch den Kuckuck (Nestverteidigung), wenn sie das Kuckucksjunge aufziehen.
- Körpergröße des Kuckucks wird kleiner in Anpassung an Wirtsvögel
- 2 Eier ins Nest legen
- 2 Kuckucksweibchen „arbeiten" zusammen: Eines lenkt die Wirtsvögel ab, das andere legt das Ei ins Wirtsvogelnest.

Diese Aufgabe soll zeigen, dass sich eine Strategie (hier Brutparasitismus) vielfältig entwickeln kann. Die Schüler sollen Spaß bei dieser Aufgabe haben und kreativ sein.

Aufgabe 2 und 3 können auch zusammen als Spiel ausgeführt werden: Ein Teil der Klasse ist Wirtsvogel, der andere Teil ist Kuckuck. Das Spiel ist beendet, wenn eine Partei keine Gegenstrategie mehr entwickeln kann. Alternativ kann die Lehrkraft den Kuckuckspart übernehmen und die gesamte Klasse muss sich neue Strategien für den Wirtsvogel gegen den Kuckuck überlegen.

Aufgabe 4

Ordne nun die Kuckuckseier (A bis E) den entsprechenden Singvogelarten zu. Achte hierfür besonders auf die Färbung und Sprenkelung der Eier.

- Rotkehlchen: A
- Bachstelze: C
- Teichrohrsänger: B
- Wiesenpieper: D
- Drosselrohrsänger: E

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

11.5.2 Unterrichtsmaterialien für die Realschule, das Gymnasium und die Gesamtschule (Sek. I)

Material 3: Stimulation zur Fütterung 1

Aufgabe 5

a Betrachte Abbildung 11.13 (in Unterrichtsmaterialien). Welche Besonderheiten fallen dir bei dem Kuckucksjungen auf? Was könnte deiner Meinung nach die Zieheltern stimulieren, den jungen Kuckuck zu füttern?

Besonderheiten:

- kräftig roter Schlund
- großer Schlund
- großes Junges, möglicherweise größer als die Zieheltern
- Das Kuckucksjunge könnte sehr laut rufen, und durch das Geschrei die Zieheltern zum Füttern antreiben.
- Es könnte auch sehr schrill rufen.

b Nenne „Forschungsfragen" und mögliche Experimente, mit denen man die Stimulation der Zieheltern zur Fütterung untersuchen könnte.

Forschungsfrage 1: Stimuliert der junge Kuckuck durch den roten Schlund die Zieheltern zum Füttern?

Experiment: Den Schlund der jungen Kuckucke durch Lebensmittelfarbe orange, dunkelrot oder natürlich rot anfärben (Kontrolle: Rachen mit Wasser einpinseln) und die Fütterraten der Zieheltern messen.

Forschungsfrage 2: Stimuliert die Schlundfläche des jungen Kuckucks die Zieheltern zum Füttern?
Experiment: Siehe Aufgabe 6

Forschungsfrage 3: Stimuliert die Größe des jungen Kuckucks die Zieheltern zum Füttern?

Experiment: Kuckuck durch andere (größere/ältere) Jungvögel (z. B. ältere Amsel, Singdrossel, Dohle) austauschen und die Fütterraten der Zieheltern in den unterschiedlich besetzten Nestern messen.

Forschungsfrage 4: Stimuliert der junge Kuckuck durch seine Rufe (Lautstärke) die Zieheltern zum Füttern?

Experiment: Das Kuckucksjunge durch ein Amseljunges ersetzen. Sobald die junge Amsel bettelt, das Geschrei eines jungen Kuckucks per Lautsprecher neben dem Nest in unterschiedlicher Lautstärke an verschiedenen Nestern derselben Wirtsvogelart (z. B. Teichrohrsänger) abspielen und die Fütterraten der Zieheltern messen.

Forschungsfrage 5: Stimuliert der junge Kuckuck durch seine Rufe (Qualität der Rufe, akustische Nachahmung einer ganzen Brut) die Zieheltern zum Füttern?

Experiment: Das Kuckucksjunge durch ein Amseljunges ersetzen. Sobald die junge Amsel bettelt, das Geschrei eines einzelnen jungen Teichrohrsängers, das von vier Teichrohrsängerjungen, das eines jungen Kuckucks per Lautsprecher neben dem Nest in verschiedenen Nestern derselben Wirtsvogelart (z. B. Teichrohrsänger) abspielen und die Fütterraten der Zieheltern messen. Siehe Aufgabe 9

Aufgabe 6

Betrachte Abbildung 11.14 (in Unterrichtsmaterialien). Ist die Rachenfläche eines einzelnen Kuckucksjungen größer als die Rachenfläche von vier Teichrohrsängern? Könnte deiner Meinung nach die Rachenfläche des Kuckucks also ein supernormaler Stimulus sein?

Die Schüler sollen auf die Idee kommen, die Rachenfläche des Kuckucks und die der vier Teichrohrsängerküken auszumessen. Sie könnten beispielsweise mithilfe eines Lineals die ungefähre Fläche ausmessen oder die Rachenflächen ausschneiden, das Papier wiegen und per Dreisatz die Flächen bestimmen. Da die Rachenfläche des einzelnen Kuckucks kleiner ist als die Gesamtrachenfläche der vier jungen Teichrohrsänger, kann die Rachenfläche des Kuckucks kein supernormaler Stimulus sein.

Aufgabe 7

Interpretiere die beiden Abbildungen (Abb. 11.15 und 11.16; in Unterrichtsmaterialien). Welche Schlussfolgerungen ziehst du daraus?

Abbildung 11.15 zeigt, dass mit zunehmendem Körpergewicht (Alter) sowohl beim Kuckuck als auch bei den vier Teichrohrsängerjungen die Rachenfläche zunimmt. Aber: Die Gesamtrachenfläche der vier Teichrohrsängerküken ist zu jedem Zeitpunkt größer als die des jungen Kuckucks. Das bedeutet, dass die Rachenfläche des Kuckucks kein supernormaler Stimulus ist und wahrscheinlich für die Fütterraten der Zieheltern nicht der wichtigste Stimulus ist.

Abbildung 11.16 zeigt einen positiven Zusammenhang zwischen Körpergewicht, d. h. Alter der Jungen, und der Anzahl der Bettelrufe – je höher das Körpergewicht, umso mehr wird gerufen. Dies gilt sowohl für den Kuckuck als auch für die vier Teichrohrsängerjungen. In Abbildung 11.16 wird weiterhin deutlich, dass ab einem Körpergewicht von ca. 24 g der junge Kuckuck intensiver bettelt (= mehr Rufe/6 Sekunden) als die jungen Teichrohrsänger. Der Kuckuck scheint sein Defizit gegenüber der vierköpfigen Teichrohrsängerbrut (kleine Rachenfläche) durch intensivere Bettelrufe (mehr als) auszugleichen. Man bedenke auch, dass der junge Kuckuck 10–13 Tage länger von den Zieheltern gefüttert wird als die eigene vierköpfige Brut.

Aufgabe 8

Beschreibe und interpretiere die Abbildung (Abb. 11.17 in Unterrichtsmaterialien). Was fällt dir zunächst auf? Überlege weiterhin, warum die Forscher eine Amsel/Singdrossel eingesetzt haben. Warum wurde darauf geachtet, dass die Amsel/Singdrossel etwa so groß ist wie der junge Kuckuck?

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

Bettelrufe nehmen generell mit zunehmender Körpergröße zu, da die benötigte Nahrungsmenge der Jungvögel steigt. Für die Forscher war es daher wichtig, einen etwa gleich großen, gleich schweren und ähnlich alten „Ersatz" für den jungen Kuckuck zu finden. Es musste der junge Kuckuck ausgetauscht werden, da sonst mögliche Effekte auf den Bettelruf und/oder auf das Kuckucksjunge im Nest zurückzuführen gewesen wären.

Es wurden jeweils eine junge Amsel oder auch eine junge Singdrossel verwendet, da diese ähnlich groß und schwer sind wie ein ähnlich alter Kuckuck. Die Rufe der jungen Amsel/Singdrossel sind leiser und können daher gut vom Lautsprecher, der die unterschiedlichen Bettelrufe abspielt, übertönt werden. Die junge Amsel/Singdrossel ist somit eine konstante Manipulation während der Experimente mit den verschiedenen Bettelrufen.

Material 4: Stimulation zur Fütterung 2 – Bettelrufe des Kuckucks

Aufgabe 9

In Abbildung 11.19 (in Unterrichtsmaterialien) siehst du nun, wie gut die Teichrohrsängereltern unter den drei Bedingungen die junge Amsel gefüttert haben. Beschreibe Abbildung 11.19 und interpretiere die Daten.

Abbildung 11.19 zeigt, dass die Teichrohrsängereltern die junge Amsel intensiver füttern, wenn der Bettelruf eines einzelnen Kuckucks oder der Bettelruf von vier Teichrohrsängern aus dem Lautsprecher ertönt, als wenn kein Bettelruf zu hören ist. Die Fütterraten der Teichrohrsänger sind bei beiden Bedingungen (Bettelruf eines Kuckucks, Bettelrufe von vier Teichrohrsängern; vgl. Audiodateien unter *http://extras. springer.com*) etwa gleich hoch. Der Bettelruf des einzelnen jungen Kuckucks wirkt demnach so gut wie die Bettelrufe einer ganzen Teichrohrsängerbrut. Der Kuckuck ahmt akustisch die Bettelrufe der jungen Teichrohrsänger nach.

Material 5: Evolutionsbiologen versus Evolutionskritiker 1

Aufgabe 10

a Schreibe deine Assoziationen zum Begriff „Kreationismus" auf (Tab. 11.3 in Unterrichtsmaterialien). Was du nicht kennst oder weißt, recherchiere im Internet.

Siehe auch Science@home.de (2011)

b Tauscht die Ergebnisse und Informationen anschließend in eurer Gruppe aus und notiert einen Gruppenkonsens in eurem Lerntagebuch.

c Tragt euren Gruppenkonsens der Klasse vor. Diskutiert anschließend in der großen Runde die Ergebnisse der einzelnen Gruppen.

b und c) Individuelle Schülerleistungen

Tab. 11.6: Lösung zu Assoziationen zu „Kreationismuss“

Beschreibe durch ein Schlagwort, was man unter **KREATIONISTEN** versteht.

Bibelgläubige, Bekämpfer der Evolutionstheorie

Notiere, die **3** wichtigsten **Grund-BEHAUPTUNGEN**, an die ein Kreationist glaubt.

1. Das Weltalter beträgt zwischen 6 000–12 000 Jahre.
2. Die Theorie Charles Darwins, dass Arten durch natürliche Selektion entstehen und nicht durch Gott erschaffen wurden, ist falsch.
3. Die Bibel hat Recht, die Naturwissenschaften haben Unrecht.

Finde ein **Argument,** das der Kreationist zur **WIDERLEGUNG** der Evolutionstheorie benutzt.

Fossilien sind Zeugnisse einer globalen Sintflut, wie sie im Buch Genesis geschildert wird.

Nenne **PERSONEN** oder **GRUPPIERUNGEN,** die sich als Kreationisten bezeichnen.

- fundamentalistische und evangelikale Christen (in Amerika 30 % der Bevölkerung)
- Islamisten

TOLERANZ ist eine positive Eigenschaft. Versuche daher Gründe zu finden, weshalb ein Naturwissenschaftler gegenüber Kreationisten nicht tolerant sein kann.

Kreationisten sind selbst intolerant. Ein paar Beispiele aus den USA: 1995 wurden Schulbücher in Alabama mit Aufklebern versehen, die darauf hinweisen, dass die Evolution eine umstrittene Theorie ist, die nicht als Tatsache angesehen werden darf. In Kentucky müssen Buchseiten zum Thema „Urknall“ verklebt werden. Lehrer in Louisiana und Arizona sind gehalten, vor Lektionen über Darwins Lehre Warnungen zu verlesen. In Georgia wurde das gesamte Kapitel „Über die Entstehung des Lebens“ aus den Grundschulbüchern entfernt. Auch in Illinois, New Mexico, Texas und Nebraska versuchten die Schulbehörden, die Evolutionstheorie aus den Schulbüchern verschwinden zu lassen.

Viele Kreationismus-Anhänger treten mit wissenschaftlichem Geltungsanspruch auf und stehen damit in Opposition zu den Erkenntnissen der Kosmologie, Geologie und Evolutionsbiologie.

Aufgabe 11

a Erstelle einen Steckbrief zum europäischen Kuckuck (Tab. 11.4 in Unterrichtsmaterialien). Was dir nicht bekannt ist, recherchiere im Internet (Tipp: Suche bspw. unter den Schlagwörtern „Kuckuck“ und „Vogel des Jahres“).

Siehe auch NABU (2010)

Tab. 11.7: Lösung zu Steckbrief zum europäischen Kuckuck

Name	Kuckuck (*Cuculus canorus*)
Tierordnung	Kuckucksvögel (Cuculiformes)
Tierfamilie	Kuckucke (Cuculidae)

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

Tab. 11.7: Lösung zu Steckbrief zum europäischen Kuckuck (Fortsetzung)

Aussehen/ Merkmale	■ 32–34 cm Körperlänge, sperberartige Gefiederbänderung ■ Das Männchen ist überwiegend schiefergrau mit einer quergebänderten Unterseite. ■ Die Weibchen sind leicht rostfarben getönt. Ihre etwas schwächere Bänderung beginnt bereits an der Kehle. Besonders die Weibchen kommen auch in einer selteneren, kräftig rostbraunen und auch oberseits gebänderten Variante vor. Diese Abweichung ähnelt dem Jugendkleid, besitzt jedoch nicht dessen weißen Nackenfleck. ■ Mit dem bekannten und weit zu hörenden Kuckucksruf markiert das Männchen sein Revier.
Vorkommen	Europa bis Südost-Asien
Lebensweise	Kuckucke überwintern südlich des Äquators, ein kleinerer Teil auch in Westafrika. Sie sind Langstreckenzieher unter den Zugvögeln. Der Kuckuck ernährt sich fast ausschließlich von Insekten. Diese werden meist von Sitzwarten aus gezielt angeflogen. Raupen sammelt der Kuckuck von Blättern und Zweigen auf. Weibchen fressen auch die Eier ihrer Wirtsvögel.
Fortpflanzung	Männchen und Weibchen gehen keine Paarbindung ein. Eine spezielle Anpassung ist ihr Brutparasitismus: Das Weibchen verteilt bis zu 25 Eier in Wirtsnestern kleinerer Singvogelarten (z. B. Teichrohrsänger, Wiesenpieper, Neuntöter, Hausrotschwanz, Rotkehlchen, Bachstelze und Zaunkönig). Der Kuckuck wird 19–24 Tage im Nest vom Wirtsvogel, dessen Brut vollständig „vernichtet“ ist, betreut.

b Vergleicht eure Ergebnisse in der Gruppe und sucht den besten Steckbrief für euer Lerntagebuch aus.

Individuelle Schülerleistungen

Aufgabe 12

a Lies dir die „Infotexte“ durch. Markiere jene Aussagen farbig, die deiner Meinung nach objektive Argumente gegen den Kreationismus sind.

b Diskutiert und vergleicht in der Gruppe eure Farbsetzungen. Im Lerntagebuch werden anschließend nur die Textaussagen notiert, die als Schnittmenge bei allen Gruppenmitgliedern gekennzeichnet sind.

Es ist davon auszugehen, dass nur das Kuckucksbeispiel als Argument gegen Kreationismus ausgewählt wird. Es ist das einzige, das nicht nur auf Spekulationen basiert. Es beschreibt sogar mit Fachbegriffen ein nicht unmittelbar durchschaubares Phänomen, bei dem es sich um ein „unangepasstes“ Verhalten handeln könnte, das nicht mit einem Selektionsvorteil verbunden ist. Den

Schülern wird schnell klar, dass nur die Auseinandersetzung mit biologisch fundierten Sachinformationen zum Kuckuck (z. B. Aufgabe 11) zu einer klaren Widerlegung des Arguments der „Kreationisten“ führt.

Material 6: Evolutionsbiologen versus Evolutionskritiker 2

Aufgabe 13

a Interpretiere zunächst die Ergebnisse der beiden Versuche (stichpunktartig).

Interpretation zu Versuch 1: Da die Amsel/Singdrossel in ihrer Größe nicht von der des Kuckucks differiert, müsste die Futterquote beim Amselversuch mit den Futterquoten des Kuckucks übereinstimmen. Stattdessen entspricht das Amselergebnis dem eines einzelnen Teichrohrsängerkükens.

Interpretation zu Versuch 2: Die Bettelrufe eines einzelnen Kuckucks zeigen denselben Effekt wie die von vier Teichrohrsängern. Wird kein Bettelruf abgespielt, wirkt also nur der optische Reiz, und die Futterquote ist deutlich niedriger.

b Beantworte die Problemfrage (stichpunktartig).

Die Anpassung der Fütterleistung des Wirtsvogels an den erhöhten Bedarf des Jungkuckucks erfolgt, indem der Jungkuckuck die Bettellaute von mehreren Wirtsvogeljungen imitiert. Dies ist der Auslöser für ein erhöhtes Fütterungsverhalten der Wirtsvögel.

c Tragt eure Ergebnisse zusammen. Euer Gruppenergebnis im Lerntagebuch muss ein zusammenhängender Text sein, der von Nicht-Spezialisten schnell und gut verstanden wird.

Wie passt der Wirtsvogel seine Fütterleistung an den erhöhten Bedarf des Kuckucks an? Es könnten verschiedene Auslöser sein, zum Beispiel die Körpergröße oder der große Schnabel des Kuckucks. In gezielten Experimenten konnten Biologen jedoch nachweisen, dass der Jungkuckuck über einen akustischen Reiz arbeitet. Indem er die Bettellaute von mehreren Wirtsvogeljungen imitiert, veranlasst er seine Pflegeeltern zu einem erhöhten Fütterungsverhalten.

Aufgabe 14

Denke dich in die Rolle eines Reporters und entwerfe mithilfe des Sachtextes einen echten Sensationsbericht!

a Lies zunächst den Text sorgfältig durch. Falls du Verständnisprobleme hast, markiere diese Stellen im Text, um sie später mit deiner Gruppe zu klären. Notiere in Stichpunkten Informationen, die unbedingt in den Text gehören. Überlege dir auch eine gute Schlagzeile.

Mögliche Schlagzeilen:

- GENETISCH AUSGETRICKST – so funktioniert die Eimimikry beim Kuckuck
- Ein Gentrick macht’s möglich – die Eimikry beim Kuckuck
- Der Kuckuck kann, was beim Mensch nicht funktionieren würde

Erwartungen an den Text: Vogelweibchen sind heterozygot (WZ), Vogelmännchen sind homozygot (ZZ). Alle genetischen Informationen, die sich auf dem W-Chromosom der Weibchen befinden, werden ausschließlich an die Töchter weitergegeben, aber niemals an die Söhne. Die Gene zur Eitarnung liegen auf dem W-Chromosom und werden so direkt an die Töchter weitergegeben.

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

b Entwerft gemeinsam den Bericht. Achtet auf gute Stilmittel wie „Verzicht auf Schachtelsätze“ oder „Verwendung einer anschaulichen Bildsprache“.

Individuelle Schülerleistung

Aufgabe 15

a Überlege dir zunächst in Einzelarbeit den Selektionsvorteil des in der Tabelle 11.5 (in Unterrichtsmaterialien) beschriebenen Verhaltens beziehungsweise der morphologischen und embryologischen Anpassungen.

c Notiert nun euren Konsens in der Tabelle (Spalte Selektionsvorteile). Schneidet die Tabelle von diesem Arbeitsblatt ab und klebt sie in euer Lerntagebuch.

Tab. 11.8: Lösung zu Anpassungen beim europäischen Kuckuck

Anpassungen	Selektionsvorteile
Im Vergleich zur eigenen Körpergröße legt das Kuckucksweibchen relativ kleine Eier.	Diese Eigröße entspricht der Eigröße ihrer Wirtsvögel (Tarnung).
Der Kuckucksembryo entwickelt sich bereits im Ei, während das Ei noch den Eileiter zur Kloake hinab wandert.	Der Kuckuck schlüpft vor der Brut des Wirtsvogels.
Das Kuckucksweibchen legt erst dann ein Ei ins Wirtsnest, wenn bereits 2–3 Wirtsvogeleier im Nest sind. Es beobachtet die Nester der Wirtsvogelart genau und weiß, in welchem Nest bereits wie viele Eier liegen. Die meisten Singvögel beginnen erst ab dem dritten Ei mit dem Brüten.	Der Kuckucksembryo wird möglichst schnell bebrütet.
Die Legezeit beim Kuckucksweibchen ist extrem kurz (10 Sekunden). Für das Legen der Eier benötigen Vogelweibchen normalerweise mehrere Minuten bis Stunden.	Die Wahrscheinlichkeit, dass der Wirtsvogel den Eibetrug bemerkt, minimiert sich.
Das Kuckucksweibchen nimmt vor der Eiablage ein Wirtsvogelei aus dem Nest.	Falls der Wirtvogel einen Zahlbegriff hat, bleibt die Eianzahl konstant.
Das entnommene Ei wird gefressen.	Der Kuckuck erhält eine Proteinzugabe.

b Diskutiert eure Ergebnisse in der Gruppe.

Individuelle Schülerleistungen

Aufgabe 16

a Lies den Sachtext sorgfältig durch und markiere wichtige Textstellen.

Markierung wichtiger Textstellen in rot.

Vorsicht „Wettrüsten"! Wie ist Eimimikry entstanden?

Man kann davon ausgehen, dass zu Beginn die Kuckucksweibchen weiße Eier produzierten. Möglicherweise gab es in der damaligen Population aufgrund von Variation auch Weibchen, die weiße Eier mit einigen dunklen Sprenkeln legten. Als die Kuckucke zu Brutparasiten wurden, verteilten die Weibchen zunächst wahllos ihre Eier in die Nester verschiedener, häufig vorkommender Singvogelarten. Bei den Arten, die ebenfalls weiße Eier legten, fiel das Kuckucksei nicht auf. Der Kuckuck hatte Erfolg, die parasitierten Singvögel nicht. Diejenigen Kuckucksweibchen, die weiße Eier mit Sprenkeln produzierten, waren womöglich bei anderen Singvogelarten (Eier mit Sprenkeln) erfolgreicher als bei Arten ohne Eisprenkel.

Auf der Seite der Wirtsvögel muss man natürlich davon ausgehen, dass es bei diesen ebenfalls Variationen gab, beispielsweise in der Fähigkeit, fremde Eier von den eigenen zu unterscheiden. Individuen, bei denen diese Fähigkeit gut ausgeprägt war, hatten einen enormen Fortpflanzungsvorteil gegenüber denjenigen Individuen, die diese Fähigkeit nicht oder in zu geringem Maße besaßen. Die parasitierten Singvögel hatten in der Fortpflanzungsperiode nämlich keine eigenen Nachkommen, die anderen, die das Kuckucksei erkannten und das fremde Ei vernichteten, hatten dagegen mehrere eigene Nachkommen. Durch diesen extremen Unterschied im Fortpflanzungserfolg kann man sich gut vorstellen, dass in wenigen hundert Generationen die „kritischen" Wirtsvogel-Individuen in der Population zunahmen und die „unkritischen" aus der Population verdrängt wurden, da ihr Fortpflanzungserfolg sehr gering war.

Waren nun zu viele Wirtsvögel „kritisch" gegenüber den Kuckuckseiern und entwickelten Gegenmaßnahmen (Eianpicken, Nest überbauen, neues Nest bauen, Kuckucksei hinauswerfen u. a.), veränderte das den Erfolg der Kuckucke. Hier war beziehungsweise ist wiederum die Variation in der Eischalenfärbung und -form innerhalb einer Kuckucksgeneration wichtig. Dank der durch Selektion „geförderten" neuen Variationen gab und gibt es Kuckucksweibchen, die Eier produzieren, die denen der Wirtsvögel noch ähnlicher sehen. Diese Fremdeier erkennen auch die zurzeit existierenden „kritischen" Wirtsvögel nicht. Nun beginnt ein neuer Anpassungszyklus: Zunahme der Wirtsvogel-Individuen mit sehr guter Fremdei-Erkennung, anschließend Durchsetzung (Fortpflanzung) der Kuckucke mit noch täuschend ähnlicheren Eiern.

b Versuche anschließend den Text zu strukturieren, indem du ein Schema entwickelst, in dem das Prinzip des Wettrüstens deutlich wird. Kuckuck und Wirt müssen dabei als Gegner erkennbar sein, die aufeinander reagieren.

c Einigt euch in der Gruppe auf ein gemeinsames Schema und notiert es im Lerntagebuch. Formuliert unbedingt eine geeignete Überschrift.

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

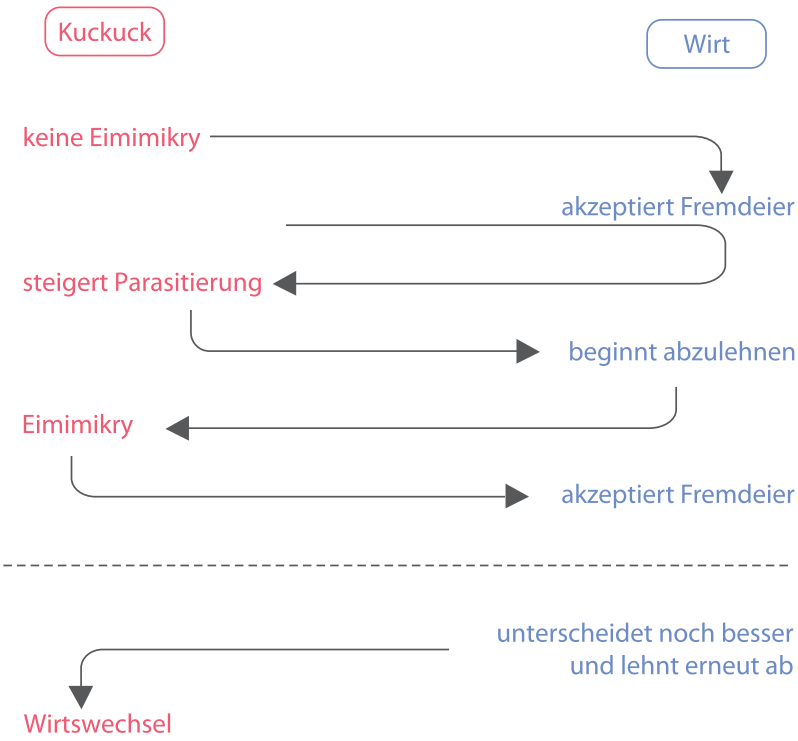


Abb. 11.29 Szenario der Selektionsschritte zur Entwicklung der Eimimikry beim Kuckuck und zur Entwicklung der Wirtsvogellinien

Aufgabe 17

a Lies den Text „Gespräche mit Goethe" sorgfältig durch. Markiere die Textstellen, in denen Goethe und Eckermann Erklärungen für das Verhalten des Kuckucks und seiner Wirtsvögel geben.

Auszug aus dem Text mit Bezug zum Kuckuck:

Sobald der junge Kuckuck sein niederes Nest verlassen und seinen Sitz etwa in dem Gipfel einer hohen Eiche genommen hat, lässt er einen lauten Ton hören, welcher sagt, dass er da sei. Nun kommen alle kleinen Vögel der Nachbarschaft, die ihn gehört haben, herbei, um ihn zu begrüßen.

Das Paar aber, das ihn erzogen hat, ist mit dem Füttern treuer, während die übrigen nur gelegentlich mit einem guten Bissen herzufliegen.

… wenn man einem Neste nahe kommt, in welchem ein junger Kuckuck gehegt wird, die kleinen Pflegeeltern vor Schreck und Furcht und Sorge nicht wissen wie sie sich gebärden sollen. Besonders der Mönch drückt eine große Verzweiflung aus, sodass er fast wie in Krämpfen am Boden flattert.

Denn eben dadurch, dass alle kleinen Insektenvögel den ausgeflogenen Kuckuck füttern, und dass ihn also auch die füttern, die ihn nicht gebrütet haben, dadurch entsteht und erhält sich zwischen beiden eine Art Verwandtschaft, sodass sie sich fortwährend kennen und als Glieder einer einzigen großen Familie betrachten.

b Notiere das von ihnen gefundene Hauptmotiv für dieses Phänomen und finde Beweise für diese Annahme.

Hauptmotiv: Die Liebe der kleinen Insektenvögel zum jungen Kuckuck.

Beweise:

- Die Pflegeeltern zeigen normalerweise Schreck und Furcht, wenn man sich ihrem Kuckuckskind im Nest nähert.
- Kuckuck und ihre Wirte verstehen sich als Familie.
- Wirtsvögel erlauben, dass der Kuckuck sein Ei ablegt.
- Naturwunder

c Wie du weißt, war Goethe Dichter! Erprobe dich ebenfalls in der Dichtkunst, indem du ein kurzes Gedicht entwirfst, das die Ergebnisse aus b) wiedergibt.

d Tragt eure Gedichte in der Gruppe vor. Wählt das/die beste/n aus und notiert es „stilvoll" in eurem Lerntagebuch. Denkt an eine passende Überschrift.

Individuelle Schülerleistungen

11.5.3 Unterrichtsmaterialien für das Gymnasium (Sek. II)

Material 7: Was veranlasst die Zieheltern zur intensiven Brutpflege des Kuckucksjungen?

Aufgabe 18

Beschreibe und interpretiere die Abbildungen 11.23 und 11.24 (in Unterrichtsmaterialien). Diskutiert in der Gruppe, welche Rolle der Rachen des Kuckucks für die intensive Brutfürsorge spielt und entwickelt auf der Grundlage des Materials weiterführende Fragestellungen.

Der optische Vergleich der Rachenflächen eines jungen Kuckucks und der vierköpfigen Teichrohrsängerbrut ist sehr ungenau (Abb. 11.23). Deutlich erkennbar ist, dass das Jungtier des Kuckucks eine größere Rachenfläche hat als ein Teichrohrsängerjunges. Ist aber die Rachenfläche des jungen Kuckucks größer als die einer vierköpfigen Teichrohrsängerbrut und kann dies als supernormaler Stimulus gewertet werden, der die Wirtseltern zur intensiven Brutpflege veranlasst? Dazu müssen weitere Untersuchungsergebnisse einbezogen werden.

Untersuchungen zeigen, dass die Gesamtfläche des Rachens der vierköpfigen Teichrohrsängerbrut ab einem Körpergewicht von ca. 8 g signifikant größer ist als die des jungen Kuckucks (Abb. 11.24). Die Rachenfläche kann also nicht ein supernormaler Stimulus sein, der die Wirtseltern zur intensiven Brutpflege des jungen Kuckucks veranlasst.

Weiterführende Fragestellungen: Was veranlasst dann die Wirtseltern zur intensiven Brutpflege?

- Spielen andere Reize des jungen Kuckucks für die Wirtseltern eine Rolle?
- Welche Bedeutung hat das Verhalten des Kuckucks?
- Haben die Wirtseltern Gegenstrategien zu diesem Brutparasitismus entwickelt (allgemein)?
- Sind andere Reize, wie die Art der Rufe, die Rufrate oder die Körpergröße des Kuckucks, für das Füttern von Bedeutung (konkret)?

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

Aufgabe 19

Beschreibe und interpretiere Abbildung 11.25 (in Unterrichtsmaterialien). Beurteile anhand der Abbildung, welche Rolle die Größe des Kuckucks für die intensive Brutfürsorge spielt.

Junge Kuckucke werden durch ihre Wirtseltern (Teichrohrsänger) deutlich mehr gefüttert als ein viel kleineres Jungtier des Teichrohrsängers. Da aber junge Amseln beziehungsweise Singdrosseln, zwei von ihrer Größe her mit dem jungen Kuckuck vergleichbare Vögel, signifikant weniger Futter erhalten als junge Kuckucke, lässt sich die Größe des jungen Kuckucks als Stimulus für die intensive Brutfürsorge der Wirtseltern ausschließen.

Aufgabe 20

Beschreibe und interpretiere Abbildung 11.26 (in Unterrichtsmaterialien). Entwickle unter Berücksichtigung deiner Kenntnisse aus der Evolutionsbiologie (Selektionstheorie) eine Hypothese, wie sich die hier vorgestellte Anpassung (Eimimikry) entwickelt haben könnte. Gehe davon aus, dass die Vorfahren des europäischen Kuckucks eigene Brutfürsorge betrieben.

Beim Vergleich der Eier fällt auf, dass Kuckucke Eier produzieren, die im Hinblick auf Form, Musterung und Farbe mit den Eiern der Wirte im Wesentlichen übereinstimmen (Eimimikry). Dieses Phänomen ist das Ergebnis eines Selektionsprozesses.

Am Anfang dieser Entwicklung betrieben die Kuckucke keinen Brutparasitismus. Die Weibchen produzierten in der Regel weiße Eier, gelegentlich traten aber auch Eier mit Färbungen und Mustern auf. Auch im Verhalten gab es Variationen. Einige Weibchen legten ihre Eier in fremde Nester. Bei den Singvogelarten, die weiße Eier produzierten, fielen die weißen Eier der Kuckucke nicht auf. Singvogelarten, deren Eier über eine Musterung verfügten, bemerkten vermutlich nicht die gemusterten Kuckuckseier. Kuckucke mit diesem Verhalten hatten einen größeren reproduktiven Erfolg, bei einem gleichzeitig geringeren Ressourceneinsatz (höhere Fitness). Die Nachkommen dieser Kuckucke verfügten aufgrund der genetischen Fixierung dieser Merkmale über ähnliche Eigenschaften. Nach und nach setzte sich das Prinzip Brutparasitismus in der Population der Kuckucke durch (Selektion). Die parasitierten Singvögel hatten entweder einen geringeren Reproduktionserfolg (geringere Fitness) oder waren in der Lage, das Ei des Brutparasiten zu erkennen und es aus dem Nest zu entfernen (höhere Fitness). Auch hier wurden Individuen selektiert („evolutionäres Wettrüsten“, Koevolution).

Aufgabe 21

Beschreibe und interpretiere die Abbildungen 11.27 und 11.28 (in Unterrichtsmaterialien). Beurteile, welche Rolle die Bettelrufe des Kuckucks für die intensive Brutfürsorge spielen und entwickle auf der Grundlage des Materials weiterführende Fragestellungen.

Die Untersuchung zeigt, dass das Körpergewicht eines jungen Kuckucks und das Körpergewicht einer Teichrohrsängerbrut mit der Anzahl der Rufe alle 6 Sekunden korreliert (Abb. 11.27). Je höher das Körpergewicht der Jungvögel, desto mehr Rufe erfolgen pro Zeiteinheit. Der Kuckuck kann im Vergleich zur Teichrohrsängerbrut sein Körpergewicht durch eine höhere Rufrate erheblich steigern.

Vergleicht man die Sonagramme (Abb. 11.28), wird deutlich, dass die Bettelrufe des Kuckucks sowohl quantitativ als auch qualitativ einer vierköpfigen Teichrohrsängerbrut ähneln. Die Bettelrufe einer Amsel und eines einzelnen Teichrohrsängerkükens unterscheiden sich dagegen erheblich von denen des Kuckucks und der vierköpfigen Teichrohrsängerbrut.

Vermutlich ist der Bettelruf des Kuckucks (Imitation der Teichrohrsängerbrut, qualitativ und quantitativ) die Ursache für die intensive Brutfürsorge der Wirtseltern.

Weiterführende Fragestellungen:

- Unterscheiden sich die Bettelrufe der Kuckucke bei verschiedenen Wirten?
- Werden die wirtsspezifischen Bettelrufe erlernt oder sind sie genetisch festgelegt?

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