

Nils Raschke
Studienreferendar
Studienseminar Hildesheim
für das Lehramt an Gymnasien

Hildesheim, den 23. September 2005



www.biologieunterricht.info

Entwurf für den ersten Prüfungsunterricht
im Fach Biologie (Sekundarbereich II)

Datum: 26.09.2005
Zeit: 5. Stunde (11.35 – 12.20 Uhr)
Ort: Gymnasium Andreanum, Raum Bi2
Lerngruppe: ---

Prüfungsvorsitzende: ---
Pädagogischer Leiter: ---
Schulleiter: ---
Fachleiterin Biologie: ---
Fachleiterin Deutsch: ---
Fachlehrerin: ---

Thema der Unterrichtseinheit: Evolution
Thema der Unterrichtsstunde: Sexuelle Selektion

Hinweise

Dieser Entwurf wurde für meinen Prüfungsunterricht angefertigt. Die Unterrichtsstunde lief sehr gut und wurde später mit der Note 1,4 bewertet.

Die Abzüge in der Note sind nicht dem Material oder der Anlage der Stunde geschuldet sondern dem Lehrerverhalten, dass an der einen oder anderen Stelle optimiert werden konnte.

Personennamen wurden komplett aus dem Entwurf entfernt, um dem Datenschutz genüge zu tun. Die originalen Arbeitstransparente wurden ebenfalls herausgenommen, um urheberrechtlichen Problemen aus dem Weg zu gehen. Inhaltsgleiche Materialien, die unter eine Creative-Commons-Lizenz gestellt wurden, finden sich unter:

<http://www.biologieunterricht.info>

Dieser Entwurf darf ohne Genehmigung nicht in andere Sammlungen von Unterrichtsentwürfen integriert werden. Insbesondere nicht, wenn für den Erhalt von Entwürfen irgendeine Gegenleistung erwartet wird. Ansonsten steht der Entwurf (nicht das zugehörige Material) unter folgender Lizenz: Namensnennung-Keine kommerzielle Nutzung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 Deutschland der Creative Commons. Hier der Link auf die Lizenz:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/de/>

Sie dürfen:



das Werk vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen



Bearbeitungen des Werkes anfertigen

Zu den folgenden Bedingungen:



Namensnennung. Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen (wodurch aber nicht der Eindruck entstehen darf, Sie oder die Nutzung des Werkes durch Sie würden entlohnt).



Keine kommerzielle Nutzung. Dieses Werk darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden.



Weitergabe unter gleichen Bedingungen. Wenn Sie dieses Werk bearbeiten oder in anderer Weise umgestalten, verändern oder als Grundlage für ein anderes Werk verwenden, dürfen Sie das neu entstandene Werk nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.

- Im Falle einer Verbreitung müssen Sie anderen die Lizenzbedingungen, unter welche dieses Werk fällt, mitteilen. Am Einfachsten ist es, einen Link auf diese Seite einzubinden.
- Jede der vorgenannten Bedingungen kann aufgehoben werden, sofern Sie die Einwilligung des Rechteinhabers dazu erhalten.
- Diese Lizenz lässt die Urheberpersönlichkeitsrechte unberührt.

1 Anmerkungen zur Lerngruppe

Seit Juni 2005 unterrichte ich im Biologiegrundkurs von Frau ---. Der Kurs besteht aus 17 Schülerinnen und 3 Schülern¹, die von Frau --- und mir auf eigenen Wunsch geduzt werden. Der Umgang innerhalb der Lerngruppe ist entspannt und es herrscht eine gute Arbeitsatmosphäre.

Der Kurs ist an biologischen Fragestellungen interessiert, was sich an weitergehenden Fragen zeigt. Die Leistungsfähigkeit der Gruppe ist insgesamt als hoch einzuschätzen, allerdings ist sie sehr heterogen. Einige schwächere Schüler folgen dem Unterricht zwar aufmerksam, sind aber im Unterrichtsgespräch sehr passiv, so dass sie zu Wortbeiträgen aufgefordert werden müssen. Dagegen liefern ---, ---, --- und --- eine große Zahl qualitativ hochwertiger Beiträge, akzeptieren aber auch eine Zurückstellung ihrer Meldungen, damit zurückhaltendere Schüler eine Chance erhalten. --- bereitet die Unterrichtseinheiten durch häusliche Lektüre vor, es kann deshalb nicht ausgeschlossen werden, dass bei ihr auch zu diesem Thema Vorwissen existiert². Ihre Erklärungen überfordern gelegentlich die anderen Schüler und müssen dann an den Kurs gespiegelt werden.

Leider zeigen sich in vielen Bereichen des in früheren Jahren vermittelten Unterrichtsstoffs Lücken, so dass gelegentlich Lehrerinformationen nötig sind.

Die Schüler haben inzwischen einige Erfahrungen mit der problemlösenden Vorgehensweise gemacht. Sie verfolgen das Unterrichtsgespräch aufmerksam und können sich auf Beiträge ihrer Mitschüler beziehen. In Phasen der Gruppenarbeit konnten intensive Diskussionen beobachtet werden, an denen sich auch im Unterrichtsgespräch zurückhaltende Schüler aktiv einbrachten. Partner- und Einzelarbeit erfolgen konzentriert und ruhig.

2 Unterrichtszusammenhang

Nach Behandlung historischer Positionen zur Evolution von Cuvier, Lamarck und Darwin wurden die von Darwin postulierten Evolutionsfaktoren Variabilität und deren Ursachen sowie Selektion eingehend behandelt. Am Beispiel des Birkenspanners wurden die gerichtete und die stabilisierende Selektion eingeführt. Unterschiedliche Lebenszyklen in Guppypopulationen evozierten die Frage nach deren evolutiven Ursachen. Die Schüler entwarfen eigenständig Lösungsplanungen zur Klärung der dazu aufgestellten Hypothesen. Die wirkenden Selektionsdrücke konnten so identifiziert werden. In der letzten Stunde wurden „Tarnung und Warnung“ als Ergebnis von Selektion thematisiert.

Nach der Stunde des Prüfungsunterrichts soll auf das Thema „Evolution und Partnerwahl beim Menschen“ eingegangen werden. Dem Exkurs schließt sich die Frage an, wie Arten entstehen.

3 Sachanalyse

Eine der wesentlichen Ursachen für Evolution ist die Selektion. Organismen, die besser an ihre Umwelt angepasst sind, haben einen Selektionsvorteil und können mehr zum Genpool der nächsten Generation einer Population beitragen (CAMPBELL 1997, S. 468).

Bereits Charles DARWIN (1859) erkannte, dass sich mit der natürlichen Selektion bestimmte

¹ Der Ausdruck „Schüler“ wird wegen besserer Lesbarkeit im Folgenden geschlechtsneutral verwendet.

² Das hier gewählte Beispiel Hahnschweif-Widafink ist aber in den Schulbüchern nicht zu finden.

Merkmale wie auffällige Gefieder oder riesige Geweihe nicht erklären lassen³. Die Lösung fand er in der sexuellen Selektion, bei der diese scheinbar selektiv nachteiligen Merkmale zu einem höheren Reproduktionserfolg⁴ führen und sich deshalb in einer Population durchsetzen.

Es lassen sich zwei Arten von sexueller Selektion unterscheiden: Die intrasexuelle Selektion, bei der Männchen um den direkten oder indirekten⁵ Zugang zu Weibchen konkurrieren, und die intersexuelle Selektion, bei der das Weibchen ein Männchen mit bestimmten Merkmalen auswählt und dadurch die Weitergabe seiner Gene ermöglicht (FRANK et al. 2004, S. 42f). ANDERSSON (1982) untersuchte am Hahnschweif-Widafink⁶ (*Euplectes progne*) die Partnerwahl durch Weibchen. Die Art weist einen ausgeprägten Sexualdimorphismus auf: Die Männchen wechseln zur Paarungszeit ihre Farbe von braun-grau zu schwarz und bilden bis zu 50 cm lange Schwanzfedern aus, die die Flugeigenschaften deutlich verschlechtern (BALMFORD et al. 1993, ANDERSSON & ANDERSSON 1994), während die Weibchen unverändert bleiben. Diese wählen sich im Verlauf der mehrmonatigen Paarungszeit ein Männchen, paaren sich mit ihm und nisten dann auf seinem Territorium. Die Aufzucht der Jungen erfolgt ohne väterliche Hilfe. So kann ein Männchen eine Vielzahl von Weibchen befruchten. ANDERSSON verkürzte bei einigen Männchen die Schwanzfedern und verlängerte sie bei einer Vergleichsgruppe durch Ankleben der bei der anderen Gruppe abgeschnittenen Federn. Als Kontrollgruppe dienten u.a. Männchen, bei denen die Federn abgeschnitten, aber gleich wieder angeklebt wurden. Dadurch konnte ausgeschlossen werden, dass die Manipulation an den Schwanzfedern unabhängig von der resultierenden Länge einen Einfluss auf die Partnerwahl hat. Männchen mit verlängerten Schwanzfedern hatten in der Folgezeit etwa viermal so viele neue Nester auf ihren Territorien wie die mit verkürzten. Weitere Studien stützen das Ergebnis, dass die Wahl der Weibchen für die Ausprägung der langen Schwänze verantwortlich ist (PRYKE et al. 2001).

MØLLER (1990⁷) führte ähnliche Untersuchungen mit Rauchschwalben durch: Weibchen wählten Männchen mit längeren Schwänzen. Er konnte nachweisen, dass die Schwanzlänge mit dem Parasitenbefall korreliert: Männchen mit hohem Parasitenbefall konnten nur kürzere Schwänze ausbilden. Weibchen wählen also ein gesünderes und kräftigeres Männchen, wenn sie anhand der Schwanzfederlänge entscheiden. Dieser Befund stützt die Erklärung nach dem Handikap-Prinzip (vgl. KREBS & DAVIES 1996, S. 225): Männchen sind durch längere Schwänze mit einem selektiven Nachteil versehen, signalisieren damit aber, dass sie so gute Gene haben, dass sie dieses Handikap ausgleichen können, etwa indem sie besonders resistent gegen Parasiten sind. Während nach dem Handikap-Prinzip die sexuell selektierten Merkmale ein Zeichen für die Vitalität sind, postulierte FISCHER (vgl. KREBS & DAVIES 1996, S. 220, 238), dass die Vorteile lediglich ästhetischer Art sind (genetisch attraktive Söhne, die deshalb größeren Erfolg bei der Reproduktion haben). Beide Theorien schließen sich gegenseitig nicht zwangsläufig aus.

35

³ Die auffälligen Gefieder sind für Räuber weithin sichtbar und große Geweihe sind im Wald eher hinderlich.

⁴ Gefieder: hohe Attraktivität für Weibchen, Geweih: Vorteilhaft beim Kampf um Weibchengruppen mit anderen Hirschen

⁵ Etwa durch Besitz von Territorien oder zur Aufzucht nötigen Ressourcen

⁶ Vgl. CARRUTHERS 2001, S. 160 und Craig (o.J.)

⁷ zitiert nach RICHNER o.J. und ECKEBRECHT 2003, S. 49

Dass sich die Schwanzfedern nicht unbegrenzt verlängern können, ergibt sich daraus, dass ab einer bestimmten Länge die selektiven Nachteile durch verschlechterte Flugeigenschaften die Vorteile bei der sexuellen Selektion überwiegen.

4 Didaktische Analyse

4.1 Relevanzanalyse

Die Rahmenrichtlinien⁸ sehen die Behandlung des Themas Selektion als eine Ursache der Evolution vor. Die Behandlung von sexueller Selektion zeigt exemplarisch das Wirken von Selektion im Allgemeinen und erweitert das Verständnis der Schüler für die möglichen Selektionsfaktoren. Vorher unverständliche Phänomene wie die Pfauenräder können nun im Speziellen sinnvoll gedeutet werden. Zudem bereitet es die Thematisierung menschlicher Partnerwahl aus evolutionsbiologischer Sicht vor, so dass das Thema auch für Schüler relevant ist.

Seine Behandlung ermöglicht eine wissenschaftspropädeutische Vorgehensweise, wie sie von den Rahmenrichtlinien (S. 17) gefordert werden. Die Schüler können Hypothesen aufstellen, Lösungsplanungen vornehmen und mit experimentellen Forschungsergebnissen arbeiten, was im Themenbereich Evolution sonst nur selten möglich ist.

4.2 Didaktische Konstruktion

Den Schwerpunkt der Stunde lege ich auf die Lösungsplanung zur Frage nach der Funktion der langen Schwanzfedern des Hahnschweif-Widafinken. Die Schüler sollen ihre Planungsfähigkeiten an einem evolutionsbiologisch relevanten Experiment schulen und es nachvollziehen.

Das Thema sexuelle Selektion anhand der intersexuellen Selektion zu behandeln folgt aus der Tatsache, dass die aus intrasexueller Selektion hervorgegangenen Merkmale durchaus einen Selektionsvorteil außerhalb der sexuellen Selektion haben können: So ist beispielsweise ein großes Geweih auch zur Abwehr von Feinden geeignet.⁹ Mit Wahl eines Beispiels aus der intersexuellen Selektion ist es einfacher zunächst natürliche und sexuelle Selektion zu trennen, um den Schülern an einem eindeutigen Beispiel den Begriff zu verdeutlichen.

Idealerweise sollte das gewählte Beispiel aus der intersexuellen Selektion einen durch die Schüler zumindest in Grundzügen planbaren Versuch enthalten, um problemlösendes Vorgehen zu ermöglichen. Dazu sollten auch Erklärungsmöglichkeiten für die evolutiven Gründe der Partnerwahl zu erarbeiten sein. Um die Schüler anzuregen sich mit Hypothesen und Überprüfungsmöglichkeiten einzubringen, ist aber ein möglichst fragwürdig erscheinendes Phänomen nötig. Der Schwalbenversuch von MØLLER (1990) wäre ideal, würde aber in der Lerngruppe keine Problemfrage evozieren. Der Unterschied in den Schwanzlängen von nur 2 cm ist zu gering, um den Schülern aufzufallen oder um darin selektive Nachteile zu erkennen. Hier führt der mit 50 cm überlange Schwanz des Widafinken, sobald er in den Kontext seiner aerodynamischen Nachteile gestellt wird, zu einem kognitiven Konflikt, da die Schüler Selektion nur im Zusammenhang mit dem Erfolg des Bestangepassten kennen gelernt haben. Es ergibt

⁸⁸ NIEDERSÄCHSISCHES KULTUSMINISTERIUM 1999, Seite 27.

⁹⁹ Vgl. CAMPBELL 1997, S.470

sich die Frage, wie sich ein scheinbar selektiv so ungünstiges Merkmal entwickeln oder halten konnte, oder final argumentiert, welchen Vorteil der lange Schwanz bietet. Dabei spielt es keine Rolle, ob gleich die Entwicklung des Schwanzes in den Blick genommen wird, weil darauf auf jeden Fall in der Ergebnissicherung zurückgekommen wird.

5 In der Hypothesenbildungsphase könnten die Schüler weitere Informationen zu *Euplectes* fordern, um wahrscheinlichere Hypothesen bilden zu können. In jedem Fall müssen die Informationen vor der Lösungsplanung II eingebracht werden, damit ein Überprüfungsversuch geplant werden kann.

Wissenschaftspropädeutisches Vorgehen wird von den Rahmenrichtlinien (s.o.) gefordert, deshalb ist es hier zu rechtfertigen, den Schülern für die Entwicklung einer Überprüfungs­möglichkeit relativ viel Zeit einzuräumen und methodische Maßnahmen zu treffen, damit gerade schwächere Schüler in der so wichtigen Phase der Lösungsplanung II aktiviert werden können. Eine tiefere Durchdringung des experimentellen Vorgehens erleichtert den Schülern die Interpretation der Versuchsergebnisse, da sie die wesentlichen Ansätze zur Über­prüfung der Hypothesen selbst entwickelt haben.

Eine andere Möglichkeit, die Interpretation der Daten in der Ergebnissicherungsphase zu erleichtern, bestünde in einem simulierten Nachvollzug des Experiments. Die Schüler könnten hier an Kartenmaterial mit eingezeichneten Nestern die Entstehung der Versuchsergebnisse selbst nachvollziehen. Da sich die Tätigkeit bei diesem Vorgehen aber lediglich auf das Zählen hinzugekommener Nester und das Bilden des Mittelwertes beschränken würde und der Zeitaufwand wegen der nötigen Orientierung auf den Karten relativ hoch wäre, wird von dieser Möglichkeit Abstand genommen. Stattdessen wird das experimentelle Vorgehen von ANDERSSON in die Abbildung mit den Ergebnissen integriert, so dass hier zugleich Hilfen zur Diagramminterpretation zur Verfügung stehen. Ohne sie wäre die Darstellung unverständlich, wie sich in verschiedenen Büchern (KREBS & DAVIES 1996, Seite 221 und GOULD & GOULD 1990, S. 183) zeigt.¹⁰ Bei der Behandlung von Populationskurven im Kurs hat sich gezeigt, dass die Schüler Schwierigkeiten haben zu unterscheiden, ob es sich um zufallsbedingte Schwankungen oder um relevante Veränderungen handelt. Daher werden die Originaldaten didaktisch reduziert, so dass sie für die Schüler leichter zu interpretieren sind, ohne dass die Grundaussage verfälscht wird.

Bei der Besprechung des Versuchs wird besonders auf das Versuchsdesign mit den zwei Kontrollgruppen einzugehen sein, da hier eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem für wissenschaftliches Arbeiten typischen Kontrollgruppenprinzip möglich ist.

Nach Sicherung der Versuchsergebnisse wird der Begriff sexuelle Selektion eingeführt. Die Abgrenzung von inter- und intrasexueller Selektion erfolgt nicht. Intersexuelle Selektion kann hier

35

¹⁰ Die Autoren vergessen in der Beschriftung der Abbildung zu erwähnen, dass der Fortpflanzungserfolg an neu angelegten (also von erst später eingetroffenen Weibchen stammenden) Nestern nach der Manipulation der Schwanzfedern ermittelt wird. Es entsteht der falsche Eindruck, dass die Zahl der Nester insgesamt abnehmen würde, was aber gerade bei Kontrollgruppen ohne Manipulation keinen Sinn ergibt.

exemplarisch für sexuelle Selektion stehen, da es die wesentlichen Elemente¹¹ enthält.

Möglicherweise werden sich nun weitere Fragen für die Schüler ergeben: „Warum nimmt die Schwanzlänge nicht weiter zu, wenn doch dabei der Fortpflanzungserfolg größer wäre?“ und „Wieso wählen Weibchen Männchen mit längeren Schwänzen?“ Sollten sie nicht von den Schülern gestellt werden, werden sie aufgeworfen. Da für den Hahnschweif-Widafinken zu diesen Fragen keine Daten vorliegen, wähle ich die Daten aus Møllers Schwalbenversuch zur Beantwortung aus. Durch den prinzipiell gleichen Aufbau der Versuche dürften daraus für die Schüler keine weiteren Schwierigkeiten resultieren. In dieser Vertiefungsphase können die Schüler erneut ihre Fähigkeiten in der Interpretation von Diagrammen anwenden.

4.3 Lehrziele

Die Schüler sollen am Beispiel eines Experimentes zur Partnerwahl bei Hahnschweif-Widafinken die Auswirkungen der sexuellen Selektion kennen lernen.

Dazu sollen sie im Einzelnen ...

... sich über die Federlänge des Hahnschweif-Widafinken wundern (aff).

... die Frage nach den Ursachen oder der Funktion der Schwanzlänge stellen können (kog).

... Hypothesen zur Funktion oder Ursachen der Schwanzlänge aufstellen und dabei insbesondere die möglichen Vorteile bei der Partnerwahl nennen können (kog).

... einen Versuch zur Überprüfung der Hypothese von Vorteilen bei der Partnerwahl planen können, indem sie die Schwanzfederlänge der Männchen variieren (kog).

... den Versuch von ANDERSSON (1982) nachvollziehen und seine Ergebnisse beschreiben können, indem sie nennen, dass die Männchen mit den verlängerten Schwanzfedern mehr Nachkommen haben und die Funktion der Kontrollgruppen nennen können (kog).

... erklären können, wie es zur Ausbildung der langen Schwänze gekommen ist, indem sie nennen, dass die Weibchen Männchen mit längeren Schwanzfedern bevorzugt auswählten und so Männchen mit längeren Federn Selektionsvorteile hatten und ihre Gene stärker weitergeben konnten (kog).

Maximallernziele

... aus einem Diagramm entnehmen können, dass Schwalben kleinere Insekten fangen, wenn die Schwanzlänge vergrößert ist (kog).

... daraus ableiten können, dass selektive Nachteile eines längeren Schwanzes die Vorteile bei der sexuellen Selektion ab einer gewissen Schwanzlänge überwiegen können (kog).

... aus einem Diagramm entnehmen können, dass Schwalben mit längeren Schwänzen einen geringeren Parasitenbefall aufweisen (kog).

... daraus ableiten können, dass mit den langen Schwänzen genetische Qualität (etwa Resistenz gegen Parasiten) signalisiert wird, da sonst die Schwänze nicht ausgebildet werden könnten (kog).

5 Methodische Überlegungen

Um die Problemfrage aufzuwerfen wird ein kurzer Text, der eine bestimmte Schwanzlänge als ideal beschreibt, zusammen mit einer gezeichneten Abbildung des Hahnschweif-Widafinken projiziert. Um die Wirkung zu verstärken, wird der lange Schwanz erst sukzessive aufgedeckt, wenn die Schüler den Text gelesen haben. Illustrativer wären hier weitere Bilder des Widafinken in seiner natürlichen Umgebung, sie lenken aber vom intendierten Problem ab und sind daher nicht funktional. Statt eines Textes könnte auch ein Diagramm verwendet werden, dessen Interpretation bei gleichem Ergebnis aber zu zeitaufwendig wäre. Sollte sich hier wider erwarten keine Problemfrage ergeben, werden die Selektionsnachteile von langen Schwänzen (Wendigkeit, Fluggeschwindigkeit, Energieverbrauch) verdeutlicht.

46

¹¹ Selektion durch Zugang zu einem Sexualpartner, Ausprägung eines Sexualdimorphismus

Die Lösungsplanung I erfolgt im Unterrichtsgespräch, sollten die Schüler sich mit den Hypothesen anderer Schüler auseinandersetzen wollen, wird dem Raum gegeben, ansonsten aber aus Zeitgründen die zu thematisierende Hypothese ausgewählt. Falls die Hypothese eines Vorteils bei der Partnerwahl nicht fällt, wird ein Weibchen als Abbildung neben dem Männchen projiziert, da so ein größtmöglicher Kontrast erzielt wird, der die Aufmerksamkeit auf mögliche sexuelle Gründe für die langen Schwanzfedern lenkt.

Die Lösungsplanung II soll in Gruppenarbeit erfolgen, damit auch weniger am Unterrichtsgespräch beteiligte Schüler die Gelegenheit zu einer aktiven Durchdringung der Versuchsplanung bekommen (siehe Lerngruppenbeschreibung). Die Gruppenzusammenstellung erfolgt Zeit sparend nach Sitzreihen. Die Schüler in leistungsheterogene Gruppen aufzuteilen scheint hier nicht notwendig, da bei einer Lösungsplanung II in Gruppenarbeit am Beispiel von Guppys auch schwächere Schüler zu guten Ansätzen kamen.

Eine gemeinsame Diskussion der Überprüfungsmöglichkeiten gestattet ein Zusammenführen der unterschiedlichen Gedankengänge aus der Gruppenarbeit. Hier sollen zuerst schwächere Schüler aktiviert werden. Diese Phase leitet zum Nachvollzug des Experimentes von ANDERSSON über. Dabei werden den Schülern die Versuchsergebnisse in Diagrammform zusammen mit erläuternden Texten auf Folie dargeboten. Der Ablauf des Versuchs wird durch sukzessives Aufdecken einzelner Folienteile verdeutlicht. Durch diese Hilfen hoffe ich schwächere Schüler aktivieren zu können, die sonst bei Diagrammen eine längere Zeit zur Erfassung des Sachverhaltes benötigen.

Die Ergebnissicherung erfolgt als Tafelanschrieb, in den auch die Definition von sexueller Selektion integriert wird, so dass der Begriff als Endergebnis des Versuchs fixiert ist.

Mögliche Assoziationen zur menschlichen Partnerwahl könnten zu unernstem Verhalten seitens der Schüler führen. In gewissem Maße kann dem Raum gegeben werden, dabei muss aber darauf geachtet werden, dass anthropomorphe Assoziationen nicht überhand nehmen und die ernsthafte Arbeit erschweren.

Da die Schüler darum gebeten haben, die wichtigsten im Unterricht eingesetzten Folien als Kopie für ihre Mappe zu erhalten, können diese Kopien sehr einfach zu einer Hausaufgabe umfunktioniert werden, falls die Folie im Unterricht nicht abschließend behandelt werden konnte. Dazu wird die entsprechende Aufgabe an die Tafel geschrieben und von den Schülern auf die Kopie übernommen.

6 Hausaufgaben

Zu dieser Stunde ergibt sich keine sinnvolle vorbereitende Hausaufgabe. Sollten die Maximalziele erreicht werden, wird die Entstehung des männlichen Bartes als Überleitung zu evolutiven Aspekten der menschlichen Partnerwahl überleiten. Anderenfalls kann eine der oben erwähnten Problemfragen als Hausaufgabe gegeben werden. Im Fall, dass zeitlich keine Ergebnissicherung erfolgen kann, könnte auch eine Auswertung der Versuche zu Hause erfolgen.

7 Anhang

7.1 Verlaufsplan

Zeit/Phase	Inhalt	Funktion des Unterrichtsschritts	Methode (Sozialform/Medien)
Einstieg (11:35)	L präsentiert AT Einstieg. Langsames Aufdecken des AT S stellen Problemfrage: „Weshalb hat der männliche Hahnschweif-Widafink so lange Schwanzfedern?“	Steigerung der Wirkung	AT Einstieg, OHP UG
Lösungsplanung I	Stummer Impuls: L schreibt „Hypothesen“ an TA Mögliche Hypothesen: <ul style="list-style-type: none"> • Abschreckung von Fressfeinden durch Vergrößerung • Vorteile bei Verteidigung des Reviers • Vorteile bei der Partnerwahl Evtl. fordern die Schüler weitere Informationen, dazu liegt das AT Information bereit. Sonst werden die Informationen unmittelbar vor der Lösungsplanung II eingebracht: <i>Bevor wir daran gehen können, diese Hypothesen zu überprüfen, benötigt ihr noch weitere Informationen, die ich hier zusammengestellt habe. Bitte lest sie euch durch und stellt, falls nötig, Fragen dazu.</i> S lesen, stellen Verständnisfragen.	Aufforderung zur Hypothesenbildung Bereitstellung notwendiger Informationen für die selbstständige Erarbeitung in der Gruppe	TA UG AT Information
Lösungsplanung II (11:50)	L wählt Hypothese zur Überprüfung aus. L projiziert AT Arbeitsauftrag. <i>Bitte entwickelt nun einen Versuch, wie wir die Hypothese mit der Partnerwahl überprüfen könnten.</i> <i>Findet euch dazu in Gruppen eurer Bankreihen zusammen. Ihr habt 7 Minuten Zeit.</i> S planen Versuch. L fordert zur Darlegung der Gruppenergebnisse auf. Zu Beginn erfolgt eine vermehrte Aufforderung schwächerer Schüler. S stellen ihre Ideen der Diskussion. Erwartete Leistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Künstliche Längenänderung der Schwanzfedern • Ermittlung des Fortpflanzungserfolges (durch Zählen der Nester) • Kontrollgruppe zur Absicherung der Ergebnisse L notiert Lösungsplanung an TA.	Vorgabe für Gruppenarbeitsphase Aktivierung möglichst vieler Schüler Zusammenführen der Ergebnisse der Gruppenarbeit	AT Arbeitsauftrag GU UG, TA
Ergebnisauswertung und	L präsentiert AT Versuchsergebnis halb verdeckt.	Spannung auf Ergebnis aufrecht	AT Versuchsergebnis

Zeit/Phase	Inhalt	Funktion des Unterrichtsschritts	Methode (Sozialform/Medien)
Ergebnis-sicherung (12:05)	<p>L präsentiert AT Versuchsergebnis halb verdeckt.</p> <p>S beschreiben Ausgangssituation: Alle Gruppen haben in etwa gleiche Ausgangsvoraussetzungen.</p> <p>L fordert Funktionsklärung der Kontrollgruppe 1.</p> <p>S nennen, dass diese Kontrollgruppe überprüft, ob Schneiden und Ankleben das Ergebnis unabhängig von der Länge beeinflussen.</p> <p>Ausstiegsmöglichkeit bei Zeitminus, das Ergebnis kann als HA ausgewertet werden.</p> <p>L deckt Versuchsergebnis auf.</p> <p>S nennen höheren Fortpflanzungserfolg der Männchen mit verlängerten Schwanzfedern.</p> <p>L notiert an TA.</p> <p><i>Wie können wir das Entstehen der überlangen Schwanzfedern evolutiv erklären?</i></p> <p>S nennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Männchen mit längeren Schwanzfedern haben einen reproduktiven Vorteil. • Sie können ihre Gene häufiger weitergeben. • Längere Schwanzfedern setzen sich in der Population durch. • Eine langsame Entwicklung zu immer längeren Federn ist in Gang gekommen. <p>L sichert an TA.</p> <p>L führt Begriff sexuelle Selektion ein.</p> <p><i>Worin besteht der Unterschied zu sexueller und natürlicher Selektion, wie wir sie bisher kennen gelernt haben?</i></p> <p>S nennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partnerwahl durch die Weibchen • evtl. Zugang zu Sexualpartner <p>L notiert an TA.</p>	<p>erhalten</p> <p>Verständnis-sicherung für das experimentelle Vorgehen ANDERSSONS</p> <p>Beschreibung für anschließende Deutung</p> <p>Sicherung des Erarbeiteten Deutung des Versuchs aus evolutiver Perspektive</p> <p>Verknüpfung des Phänomens mit einem Begriff, Abgrenzung zu vorherigen Kenntnissen</p>	<p>AT Versuchsergebnis UG</p> <p>(AB Versuch)</p> <p>TA</p>
Einstieg Vertiefung	<p><i>Welche weitergehenden Fragen stellen sich nun?</i></p> <p>SuS fragen, warum die Schwanzlänge nicht weiter zunimmt (Vertiefung A) oder nach Gründen für die Wahl der Weibchen (Vertiefung B).</p> <p>Je nach Frage wird die eine oder andere Vertiefung gewählt. Erfolgt keine Frage in diese Richtung, kann Hypothese A mit AT Frage Vertiefung A aufgeworfen werden.</p>	<p>Anknüpfende Überleitung</p> <p>Dem Klärungsbedarf der Schüler folgen</p>	<p>UG</p> <p>AT Frage Vertiefung A</p>
Mögliches Stundenende (12:20)	<p>Stundenziel erreicht, Vertiefung A oder B als Hausaufgabe möglich.</p>		<p>AB Schwalbe</p>
Vertiefung A	L präsentiert AT Insektenfang.		AT Insektenfang

Zeit/Phase	Inhalt	Funktion des Unterrichtschritts	Methode (Sozialform/Medien)
	<p><i>Bitte beschreibe das Ergebnis des Versuchs.</i></p> <p>S nennen schlechteren Jagderfolg bei verlängerten Schwanzfedern.</p> <p>L fordert zur Deutung auf</p> <p>S schließen darauf, dass bei längeren Schwanzfedern der Jagderfolg weiter abnimmt und somit der Vorteil längerer Schwanzfedern bei der Partnerwahl durch Nachteile bei der natürlichen Selektion ausgeglichen wird.</p> <p>L notiert an TA.</p>	<p>Übung der Interpretation von Diagrammen</p> <p>Sicherung des Erarbeiteten</p>	<p>UG</p> <p>TA</p>
Vertiefung B	<p>L präsentiert AT Milbenbefall.</p> <p><i>Bitte beschreibe das Ergebnis des Versuchs.</i></p> <p>S nennen, dass Männchen mit längeren Schwanzfedern weniger Parasiten aufweisen.</p> <p>S vermuten, dass lange Federn positive Eigenschaften signalisieren könnten.</p> <p>L notiert an TA.</p>	<p>Übung der Interpretation von Diagrammen, Ermittlung von Erklärungsansätzen für das Verhalten der Weibchen</p> <p>Sicherung des Erarbeiteten</p>	<p>AT Milbenbefall</p> <p>UG</p> <p>TA</p>

7.2 Mögliches Tafelbild

Weshalb hat der männliche Hahnschweif-Widafink so lange Schwanzfedern?

Hypothesen:

- Er wirkt so bedrohlicher (gegen Fressfeinde).
- Er benötigt ihn zur Revierverteidigung.
- Er hat Vorteile bei der Partnerwahl.

Überprüfungsmöglichkeit:

Verkürzen und Verlängern der Schwanzfedern, danach Bestimmung des Fortpflanzungserfolges (anhand der neu angelegten Nester)

Ergebnis:

Männchen mit verlängertem Schwanzfedern haben einen höheren Fortpflanzungserfolg als solche mit verkürzten. Die Partnerwahl durch die Weibchen hat dazu geführt, dass Männchen mit längeren Schwanzfedern einen Vorteil hatten, so dass sich langsam immer längere Schwanzfedern entwickelt haben. Es handelt sich um das Ergebnis einer sexuellen Selektion, also einer Selektion, die auf dem unterschiedlichen Erfolg im Zugang zu Sexualpartnern beruht.

(Vertiefungsmöglichkeit A)

Warum nimmt die Länge der Schwanzfedern in der Population nicht weiter zu?

Der Vorteil durch die sexuelle Selektion wird durch die Nachteile der langen Schwanzfedern ausgeglichen, so dass sich der Schwanz nicht weiter verlängern kann.

(Vertiefungsmöglichkeit B)

Welchen Vorteil ziehen die Weibchen aus der Wahl von langfedrigen Männchen?

Der Grund für die Wahl von Männchen mit langen Schwanzfedern könnte darin liegen, dass sie Vitalität des Männchens signalisieren (etwa Resistenz gegen Parasiten) und bei Wahl dieses Partners seine „guten Gene“ an die Nachkommen vererbt werden.

7.3 Sitzplan

Bewertet wurden die Quantität und die Qualität der Beiträge im Biologieunterricht:

- ++ häufige Beteiligung bzw. sehr gute Beiträge
- + regelmäßige Beteiligung bzw. gute Beiträge
- o mäßige Beteiligung bzw. solide Beiträge
- äußerst seltene Beteiligung bzw. unergiebig Beiträge

--- Abbildung entfernt ---

7.4 Verwendete Literatur

- Andersson, A. (1982): Female choice selects for extreme tail length in a widowbird. *Nature* 299: 818–820.
- Andersson, S. & M. Andersson (1994): Tail ornamentation, size dimorphism and wing length in the genus *Euplectes* (Ploceinae). *Auk* 111, 80–86.
- Balmford, A., Thomas, A.L.R. & I.L. Jones (1993): Aerodynamics and the evolution of long tails in birds. *Nature* 361: 628–630.
- Campbell, N.A. (1997): *Biologie*. 1. deutsche Auflage, Spektrum Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford.
- Carruthers, V. (2001): *Fauna und Flora im südlichen Afrika. Ein Handbuch für die Tier- und Pflanzenwelt der Region*. Struik Verlagsgesellschaft, Kapstadt.
- Gould, J.L. & C.G. Gould (1990): *Partnerwahl im Tierreich – Sexualität als Selektionsfaktor*. Spektrum Verlag Heidelberg.
- Craig, A.J.F.K. (o.J.): Longtailed Widow. Internetressource <<http://web.uct.ac.za/depts/stats/adu/pdf/832.pdf>>
- Darwin, C. (1859): *The Origin of Species by means of Natural Selection*. Internetressource <<http://www.gutenberg.org/etext/2009>>
- Eckebrecht, D. (2003): *Natura Oberstufe – Lehrerband Evolution*. Ernst Klett Verlag, Leipzig.
- Frank, R, Krull, H.-P. & J. Schweitzer 2004: *Natura Oberstufe – Evolution*. Ernst Klett Verlag, Leipzig.
- Jaenicke, J. & A. Paul (2004): *Biologie Heute SII entdecken*. Schroedel Verlag, Braunschweig.
- Krebs, J.R. & N.B. Davies (1996): *Einführung in die Verhaltensökologie*. 3. Auflage. Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin, Wien.
- Møller, A. P. 1990. Effects of parasitism by a haematophagous mite on reproduction in the barn swallow. *Ecology* 71: 2345-2357.

Niedersächsisches Kultusministerium (1999): Rahmenrichtlinien für das Gymnasium –
gymnasiale Oberstufe, Biologie.

Pryke, S.R., Andersson, S. & M.J. Lawes (2001): Sexual selection of multiple handicaps in red
collared Widowbirds: female choice of tail length but not carotenoid display. *Evolution*
57: 1452-1463.

Richner, H. (o.J.): Internetressource <[http://evolution.unibe.ch/teaching/2ndYearEvolEcol/
classV.pdf](http://evolution.unibe.ch/teaching/2ndYearEvolEcol/classV.pdf)>

7.5 Arbeitstransparente

Die Arbeitstransparente wurden entfernt, um das Urheberrecht nicht zu verletzen.

Veränderte Materialien, unter einer Lizenz der Creative Commons lizenziert, finden sich unter <http://www.biologieunterricht.info>