

HOLGER WEITZEL

Besserer Sex durch langen ... Hals?

Seit Darwin gilt die Evolution des langen Giraffenhalses als Paradebeispiel für Anpassung durch natürliche Selektion – und so steht in vielen Schulbüchern. Doch Freilandbeobachtungen, anatomische Untersuchungen und Fossilfunde stellen Darwins Erklärung in Frage und deuten auf sexuelle Selektion als weitere Ursache hin. Die vorliegende Aufgabe bietet die Möglichkeit, Grundaspekte der natürlichen und sexuellen Selektion zu erarbeiten, zu vertiefen und gestützt auf aktuelle Untersuchungsdaten die Evolution des Giraffenhalses neu zu durchdenken.

Ziele

ein Verständnis der Evolutionsmechanismen der «natürlichen» und «sexuellen Selektion» erarbeiten bzw. vertiefen; auf der Basis aktueller Forschungsdaten Voraussagen erörtern, die aus Hypothesen zur Entstehung des Giraffenhalses abgeleitet werden

Die **Aufgabe** konfrontiert die Lernenden mit einer Problemstellung, die sie – durch Aufgabenstellungen angeleitet – zielgerichtet und selbstständig beantworten können. Durch unterschiedlich schwere Aufgabenteile, mehrere Unterstützungshilfen und eingebaute Redundanzen werden verschiedene Niveaustufen angesprochen, die Motivation erhöht und der Lernzuwachs für jeden Einzelnen sichtbar.

Ihr langer Hals ermöglicht Giraffen, Laub außerhalb der Reichweite anderer Huftiere zu nutzen und damit der Nahrungskonkurrenz zu entkommen. Die Individuen mit den längsten Hälsen innerhalb einer Population haben daher potenziell den größten Reproduktionserfolg. Da es sich bei der Halslänge um ein komplexes, aber genetisch bedingtes Merkmal handelt, werden langhalsige Elterntiere im Durchschnitt Nachkommen mit relativ längeren Hälsen zur Welt bringen, die ihrerseits innerhalb der Population wiederum höhere Fortpflanzungschancen haben. Über Generationen kommt es dadurch zu einer Verlängerung des Halses durch **natürliche Selektion**.

So lautet die bekannteste und bereits im Wesentlichen von Darwin (1871) formulierte evolutionsbiologische Hypothese zur Entstehung des außergewöhnlichen Merkmals (► **Material 1**). Allerdings vernachlässigt diese Hypothese die folgenden Befunde, die an ihrer Erklärungskraft zweifeln lassen:

1. Die einfachste Möglichkeit, im Freiland das Geschlecht von Giraffen zu unterschei-

den, ist die Höhe, in der die Tiere äßen. Dominante Männchen fressen in rund 5 m Höhe, Jungtiere und Weibchen dagegen nur in 1,5 bis 2,5 m Höhe – also in Reichweite anderer Huftiere. Obwohl auch weibliche Giraffen ihre potenziellen Nahrungskonkurrenten um bis 2,5 Meter überragen, scheinen sie von diesem Vorteil kaum Gebrauch zu machen.

2. Bei Jungtieren verlängert sich der Hals um bis zu 23 cm pro Woche. Eine Halslänge von 2 bis 3 m bedingt eine extrem lange Luftröhre. Sie stellt für die Atmung einen Totraum dar, der die Atmungseffizienz deutlich reduziert. Das Blut muss mit erheblichem Druck zum Gehirn gepumpt werden, damit im Gehirn selbst mit 70 bis 80 mm Hg ein vergleichbarer Blutdruck wie im menschlichen Gehirn herrscht. Kurz: Ein langer Hals bringt ontogenetische und physiologische Kosten mit (weitere Beispiele ► **Material 3B**), die mit der Theorie der natürlichen Selektion nur schwer erklärbar scheinen.

Möglicherweise handelt es sich beim Hals der Giraffen – und bei verlängerten Hälsen anderer Tiergruppen wie Vögeln oder Sauriern – um eine Folge **sexueller Selektion**. Sexuelle Selektion ist ein Evolutionsmechanismus, durch den auffällige, aber scheinbar nutzlose Merkmale erklärt werden können. Ursache ist das unterschiedliche Investment der Elternteile in ihre Nachkommen. Vor diesem Hintergrund lassen sich die Rollen und der Einsatz der Geschlechter im Paarungswettbewerb prognostizieren. Dabei gilt: Je geringer der Aufwand eines Sexualpartners für die einzelnen Nachkommen ist, umso größer ist der Wettbewerb mit seinen Geschlechtsgenossen. Je größer der Aufwand eines Sexualpartners ist, umso größerer Aufwand wird bei der Auswahl des Fortpflanzungspartners betrieben.

Da bei vielen Tierarten der Aufwand der Männchen in die Nachkommen gering ist,



Evolution in Trippelschritten

Der lange Hals der Giraffen hat sich bereits vor etwa 12 bis 10 Millionen Jahren entwickelt. Der Giraffenvorfahre *Palaeotragus primaevus* hatte noch einen recht kurzen Hals, der 2 Mill. Jahre später lebende *Palaeotragus germaini* war bereits langhalsig. Geht man von einer Generationszeit von fünf Jahren aus, entwickelte sich der lange Giraffenhals innerhalb von 400.000 Generationen. Legt man die dreijährige Generationszeit von Okapis zugrunde, sind es 666.666 Generationen. Damit hätten sich die Halswirbel zwischen 1,19 und 0,72 Mikrometern pro Generation strecken müssen, denn Giraffen haben ebenso viele Halswirbel wie die meisten Säugetiere: nämlich 7. Bekannte Abweichler sind dagegen Seekühe mit 6 Halswirbeln sowie zweizehige (6) und dreizehige Faultiere (9 oder 10 Halswirbel).

Foto: B. Dultiz

konkurrieren diese häufig um die Weibchen (*male competition*), die weit mehr in die Nachkommen investieren und daher wählerisch in Bezug auf den Fortpflanzungspartner sind (*female choice*). Bei Säugern ist die unterschiedliche Investition der Eltern in ihre Nachkommen oft besonders deutlich: Die Weibchen stellen nicht nur die größeren Gameten bereit, sondern tragen die Jungen auch aus und säugen sie.

Aus der Theorie der sexuellen Selektion lassen sich folgende **Indikatoren** ableiten, die vorhanden sein müssen, wenn ein Merkmal durch sexuelle Selektion entstanden ist: Das Merkmal

1. ist in einem Geschlecht ausgeprägter als im anderen (Sexualdimorphismus),
2. spielt eine Rolle bei der Werbung um Fortpflanzungspartner,
3. bietet keinen unmittelbaren Überlebensvorteil,
4. ist nachteilig für das Überleben seines Trägers,
5. wächst während der Ontogenese proportional schneller und stärker als das vergleichbare Merkmal beim anderen Geschlecht (positive Allometrie).

Für alle genannten Indikatoren liegen mittlerweile **Belege** vor, die die Hypothese einer Evolution des Giraffenhalses durch sexuelle Selektion stützen:

(1) Zwischen Männchen und Weibchen besteht ein ausgeprägter Sexualdimorphismus.

(2) Der Hals wird von den Männchen in Rivalenkämpfen als Waffe eingesetzt.

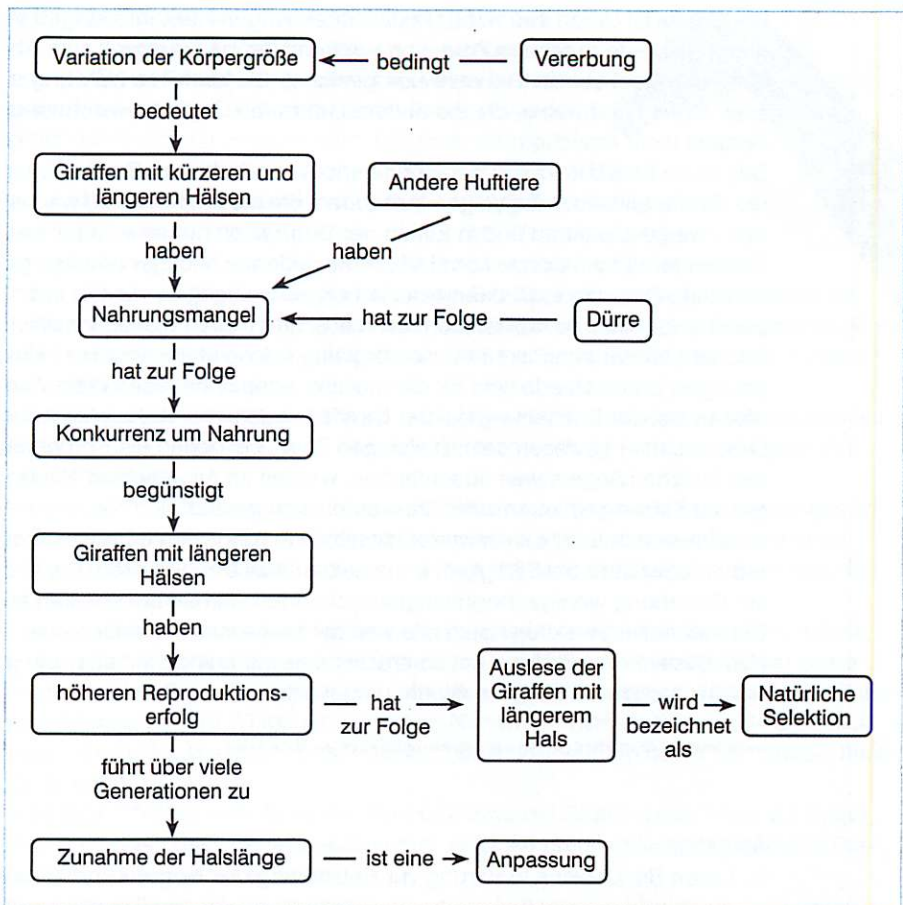
(3) Der Hals wird zumindest nicht immer zur Vermeidung von Nahrungskonkurrenz genutzt.

(4) Dürre-bedingtem Nahrungsmangel fallen überproportional oft die größten Tiere zum Opfer.

(5) Zwischen Halslänge und Schädelmasse der Männchen besteht gegenüber jener der Weibchen eine positive Allometrie.

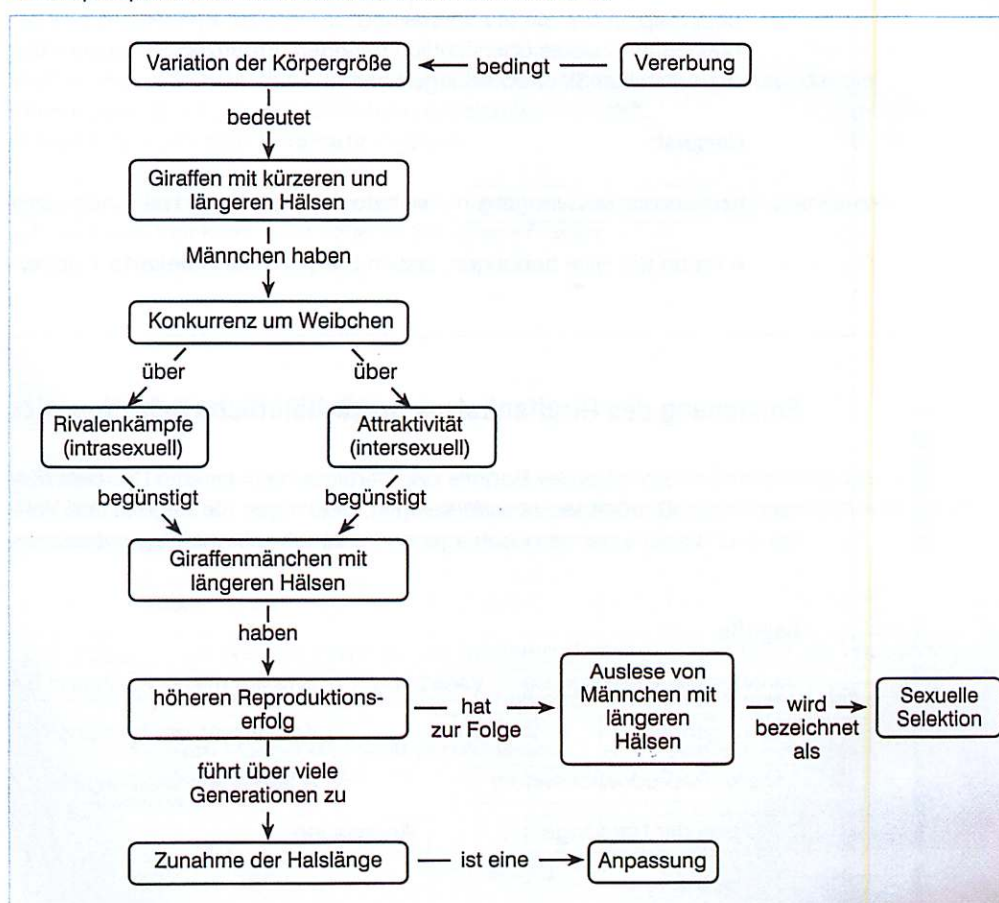
Dennoch ist es noch zu früh, um im Zusammenhang mit der Evolution des Giraffenhalses die Hypothese der natürlichen Selektion zu verwerfen. So muss z. B. noch untersucht werden, ob sich der Vorteil der größeren Männchen in Rivalenkämpfen positiv auf ihren Fortpflanzungserfolg auswirkt und warum die Hälse der nicht an den Kämpfen beteiligten Weibchen ebenfalls verlängert sind. Ungeklärt ist auch, ob die unterschiedliche Höhe, in der weibliche und männliche Giraffen grasen, die Nahrungskonkurrenz zwischen den Geschlechtern reduziert.

Selbst wenn sich weitere Hinweise für die Entstehung des Giraffenhalses durch sexuelle Selektion ergeben würden, könnte Darwins Hypothese noch nicht verworfen werden, da man zwischen der Entstehung und



1: Concept Map zur Evolution des Giraffenhalses durch Natürliche Selektion

2: Concept Map zur Evolution des Giraffenhalses durch Sexuelle Selektion



Charles Darwin: Die Entstehung der Giraffe durch natürliche Selektion

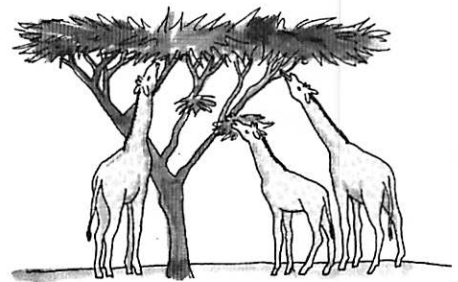
Die Giraffe ist durch ihre hohe Gestalt, ihren langen Hals, ihre langen Vorderbeine sowie durch die Form von Kopf und Zunge prachtvoll zum Abweiden hoch wachsender Baumzweige geeignet. Sie kann ihre Nahrung aus einer Höhe herabholen, die die anderen, dieselbe Gegend bewohnenden Huftiere nicht erreichen.

Das muss für sie in Zeiten der Hungersnot vorteilhaft sein. So werden, als die Giraffe entstand, diejenigen Individuen, die die am höchsten wachsenden Zweige abweiden und in Zeiten der Dürre auch nur einen oder wenige Zentimeter höher reichen konnten als die anderen, häufiger erhalten geblieben sein. Dass die Individuen einer Art oft ein wenig in der Länge ihrer Körperteile voneinander abweichen, kann aus zahlreichen wissenschaftlichen Büchern entnommen werden, die sorgfältig solche Maße angeben. Diese geringen Unterschiede sind für die meisten Arten ohne jeden Wert. Anders wird es bei der Entstehung bei der Giraffe (wegen ihrer wahrscheinlichen Lebensweise) gewesen sein: Diejenigen Tiere, bei denen die Körperteile ihre übliche Länge etwas überschritten, werden im Allgemeinen etwas länger am Leben geblieben sein. Sie werden sich gepaart und Nachkommen hinterlassen haben, die entweder dieselben körperlichen Eigenschaften erben oder aber die Fähigkeit, in derselben Weise zu variieren. Die in dieser Beziehung weniger begünstigten Individuen starben am ehesten aus. Die natürliche Selektion merzt alle weniger tauglichen Individuen aus. Hält dieser Prozess lange an, so erscheint es mir fast sicher, dass ein gewöhnliches Huftier zu einer Giraffe umgestaltet werden könnte.

Quelle: Darwin, C.: Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. Reclam, Stuttgart 1986

Aufgaben

1. Lesen Sie Darwins Erklärung zur Entstehung des langen Giraffenhalses durch und ordnen Sie geeigneten Textstellen folgende Begriffe zu: *Anpassung, höherer Reproduktionserfolg, Konkurrenz um Nahrung, Nahrungsmangel, natürliche Selektion, Variation der Körpergröße, Vererbung, viele Generationen*. Die Begriffe können mehrfach auftauchen.
2. Erstellen Sie unter Verwendung der Begriffe aus Aufgabe 1 eine Concept map, in der Sie die Vorstellung Darwins zur Entstehung des langen Giraffenhalses übersichtlich darlegen. Ergänzen Sie weitere Begriffe und stellen Sie Verbindungen her.



Beispiel:

Konkurrenz um Nahrung → hat zur Folge → Nahrungsmangel

► Wenn Sie Hilfe benötigen, lassen Sie sich bitte **Hilfekarte 1** geben.

Entstehung des Giraffenhalses durch Natürliche Selektion

Hier finden Sie mögliche Begriffe und Verbindungen für eine Concept map, die Darwins Vorstellung von der Entstehung des langen Giraffenhalses widerspiegelt. Bitte fügen Sie Begriffe und Verbindungen mit Pfeilen sinnvoll zusammen. Dabei sind manche der vorgeschlagenen Verbindungen mehrfach einzusetzen.

Begriffe

Variation der Körpergröße Vererbung Giraffen mit kürzeren und längeren Halsen andere Huftiere
 Nahrungsmangel Dürre Konkurrenz um Nahrung Giraffen mit längeren Halsen
 höherer Reproduktionserfolg Auslese von Giraffen mit längerem Hals Natürliche Selektion
 Zunahme der Halslänge Anpassung

Verbindungen

bedingt – bedeutet – haben – hat zur Folge – ist eine – begünstigt –

Sexuelle Selektion oder wie Sex die Evolution beeinflussen kann

Vielen Arten von Lebewesen besitzen Merkmale, die ihr Überleben gefährden und daher scheinbar ungünstig für ihre Träger sind. Dazu zählen u.a. Hirschgeweihe, auffällige Fell-, Schuppen- oder Gefieder-Farben, ungewöhnliche Verhaltensweisen und verlängerte Schwanzfedern wie beim Pfau. Die lange bunte Federschleppel behindert männliche Pfauen bei der Flucht vor Fressfeinden. Die Entstehung solcher potenziell nachteiliger Merkmale ist durch natürliche Selektion nicht zu erklären. Einige Wissenschaftler halten auch den langen Giraffenhals für ein potenziell nachteiliges Merkmal. Sie begründen ihre Hypothese u.a. mit der Energie, die für das Wachstum und den Erhalt des langen Halses notwendig ist. In der schnellsten Wachstumsphase wird der Hals junger Giraffen pro Woche bis zu 23 cm länger. Bei ausgewachsenen Giraffen befindet sich das Gehirn bis zu 3 m über dem Herzen. Giraffen haben mit 280 mm Hg den höchsten Blutdruck unter den Säugetieren. Erst dadurch ist es möglich, das Gehirn ausreichend mit Sauerstoff und Nährstoffen zu versorgen (zum Vergleich: Der Blutdruck des Menschen liegt bei 120 mm Hg).

Um die Existenz scheinbar nachteiligen Merkmalen zu erklären, wird ein weiterer Evolutionsmechanismus angenommen, der als «sexuelle Selektion» bezeichnet wird. Sexuelle Selektion erfolgt prinzipiell auf zwei Wegen: Die scheinbar ungünstigen Merkmale

1. können ihren Trägern einen Vorteil im Wettbewerb mit ihren Geschlechtsgenossen um Fortpflanzungspartner; in diesem Fall findet die sexuelle Selektion innerhalb eines Geschlechts statt (intrasexuelle Selektion).
2. machen ihre Träger attraktiver für das andere Geschlecht; hier erfolgt die sexuelle Selektion zwischen den beiden Geschlechtern (intersexuelle Selektion).

Das bedeutet für die Evolution des Giraffenhalses: Handelt es sich um eine intrasexuellen Selektion, müsste eine unter den Giraffenbullen eine starke Konkurrenz um die Befruchtung möglichst vieler Weibchen bestehen. In den Rivalenkämpfen um die Weibchen müsste der Hals eine wichtige Rolle spielen: Männchen mit längeren Halsen sollten häufiger siegen und mehr Weibchen begatten. Nimmt man eine intersexuelle Selektion an, wären Männchen mit langen Halsen für Weibchen besonders attraktiv und würden daher von diesen häufiger als Fortpflanzungspartner gewählt.

Beide Formen der sexuellen Selektion hätten eine Zunahme der Halslänge bei Giraffenmännchen zur Folge. Sexuelle Selektion kann also dazu führen, dass beide Geschlechter einer Art unterschiedlich aussehen. Dieses Phänomen wird als Sexualdimorphismus bezeichnet.

Wie durch natürliche Selektion kann auch durch sexuelle Selektion eine Anpassung von Lebewesen erfolgen. Von einem angepassten Merkmal spricht man immer dann, wenn dieses Merkmal vorteilhaft für den Reproduktionserfolg seines Trägers und durch Selektion entstanden ist. Anpassung bedeutet schließlich nichts anderes als eine gerichtete Selektion innerhalb einer Gruppe von genetisch variierenden Lebewesen.

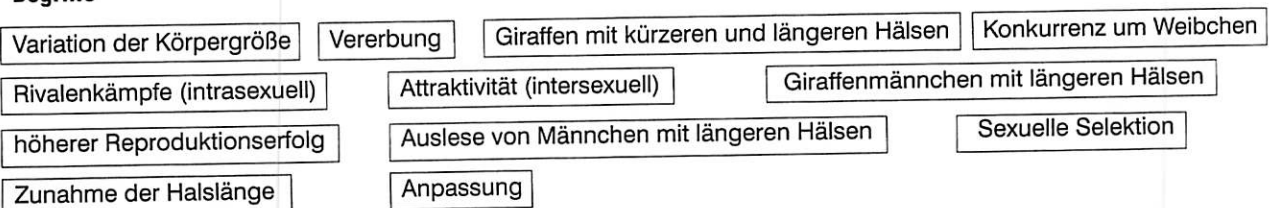
Aufgaben

1. Lesen Sie den Informationstext «Sexuelle Selektion» und erstellen Sie danach eine Concept map, die die Evolution des langen Giraffenhalses durch sexuelle Selektion übersichtlich darstellt.
► Wenn Sie Hilfe benötigen, lassen Sie sich bitte **Hilfekarte 2** geben.
2. Markieren Sie anschließend farbig Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Erklärungsansätzen «Natürliche Selektion» und «Sexuelle Selektion» und notieren Sie offene Fragen.

Entstehung des Giraffenhalses durch Sexuelle Selektion

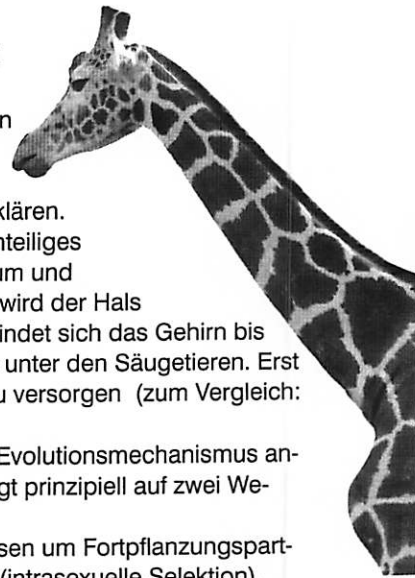
Hier finden Sie mögliche Begriffe und Verbindungen für eine Concept map, die eine mögliche Entstehung des langen Giraffenhalses über Sexuelle Selektion beschreibt. Bitte fügen Sie Begriffe und Verbindungen mit Pfeilen sinnvoll zusammen. Dabei sind manche der vorgeschlagenen Verbindungen mehrfach einzusetzen.

Begriffe



Verbindungen

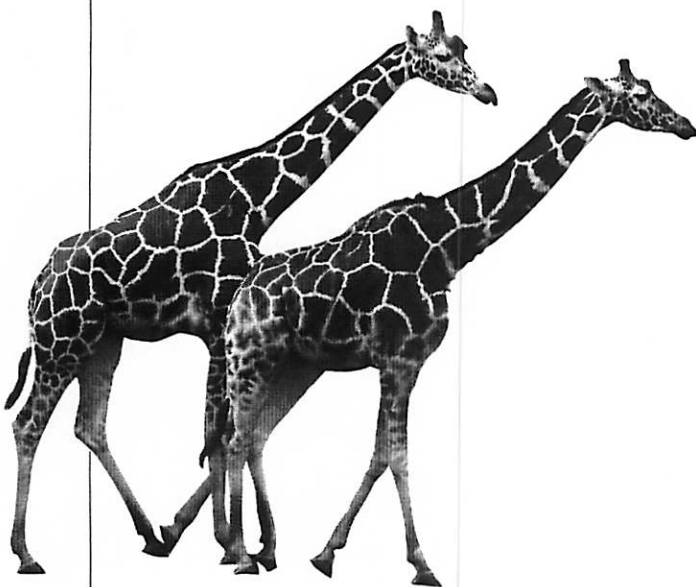
bedingt – bedeutet – Männchen haben – über – begünstigt – haben – ist eine – hat zur Folge – führt über viele Generationen zu – wird bezeichnet als



Natürliche Selektion, Sexuelle Selektion oder beides?

Beobachtungen an heute lebenden Tieren erlauben Rückschlüsse auf evolutionäre Entwicklungen. Auch bei der Untersuchung der Frage, ob die Evolution des langen Giraffenhalses Ergebnis einer «Natürlichen Selektion» (A) oder einer «Sexuellen Selektion» (B) ist oder von beiden Prozessen beeinflusst wurde, greifen Forscher auf aktuelle Beobachtungen an heute lebenden (rezenten) Tieren zurück. Aus den beiden Erklärungsansätzen – A oder B – lassen sich unterschiedliche Voraussagen ableiten:

- Die Theorie lässt keine Aussage zur Überlebensrate in Abhängigkeit von der Körpergröße während Phasen der Nahrungsknappheit zu. (B 5)
- Aufgrund ihres längeren Halses können Giraffen in höheren Baum- oder Strauchregionen Laub äsen als andere Huftiere und damit Nahrungskonkurrenz vermeiden. (A 1)
- Bei Giraffen haben beiden Geschlechter gleich lange und schwere Häuse, weil beide in gleicher Weise der Nahrungskonkurrenz aus dem Weg gehen. (A 2)
- Die Körpergröße hat im Laufe der Evolution zugenommen, weil die Selektion die Reproduktion von Individuen begünstigt, die hoch gelegene Nahrung erreichen können. Beine und Hals sollten in ähnlicher Weise zur Zunahme der Körpergröße beitragen. (A 4)



- Die Giraffenhäuse spielen in Rivalenkämpfen eine Rolle. (B 3)
- In einer Phase der Nahrungsknappheit – z.B. in Dürrezeiten – überleben mehr größere Tiere. (A 5)
- Trotz unterschiedlicher Halslänge äsen Giraffen und andere laubfressende Huftiere in gleicher Höhe. (B 1)
- Die Giraffenhäuse spielen in Rivalenkämpfen keine Rolle. (A 3)
- Die Körpergröße hat im Laufe der Evolution zugenommen. Dabei hat sich der Hals deutlich mehr verlängert als die Beine. (B 4)
- Länge und Gewicht der Häuse unterscheiden sich bei Männchen und Weibchen. Die Männchen haben in Relation zur Körpergröße längere und kräftigere Häuse als die Weibchen. (B 2)

Aufgaben

1. Ordnen Sie die Aussagen entweder der «Natürlichen Selektion» (A) oder der «Sexuellen Selektion» (B) zu.
2. Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit der Musterlösung und versuchen Sie diese bei Abweichungen zu Ihren Ergebnissen nachzuvollziehen. Falls Sie dabei Schwierigkeiten haben, greifen Sie auf Ihre Concept maps zurück.
3. Suchen Sie anschließend anhand von Material 3B nach Belegen für die eine oder andere Erklärung. Die Daten stammen aus aktuellen Forschungsarbeiten. Bitte berücksichtigen Sie bei Ihren Überlegungen, dass die Datenlage lückenhaft ist.
4. Erörtern Sie zunächst allein, danach mit einem Partner, welche der drei folgenden Annahmen zur Entstehung des Giraffenhalses Sie für am wahrscheinlichsten halten.

Natürliche Selektion, Sexuelle Selektion oder beides? Belege überprüfen

1. Fressverhalten

Giraffen weiden häufig – auch während der Trockenzeit – die Blätter von Sträuchern und Bäumen in Schulterhöhe ab. Dabei bevorzugen Weibchen Höhen von 1,5–2,5 m, Männchen 2,5–3 m Höhe und Männchen in Weibchengruppen etwa 5 m Höhe. Triebe in Baumspitzen werden nur abgeweidet, wenn sie frisch sind. Weibliche Giraffe äßen damit in der Reichweite anderer Huftiere mit der gleichen Nahrungswahl wie z. B. Kudus oder Elen-Antilopen.

2. Körperbau, Nahrungsbedarf und Überlebensrate von Giraffen in Dürrezeiten

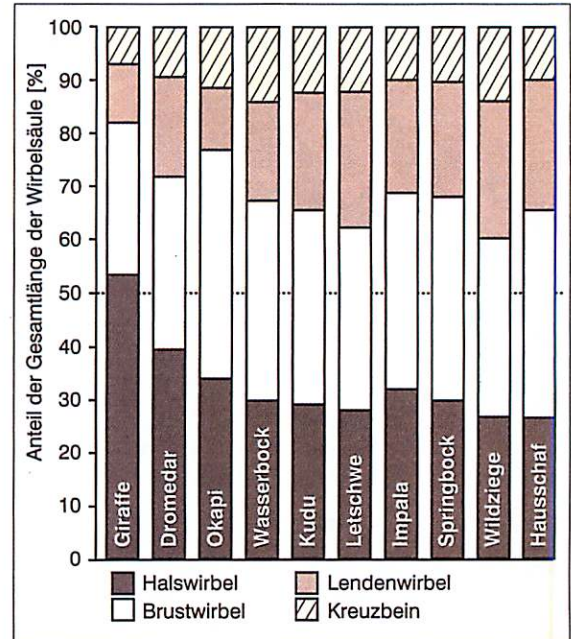
	Männchen	Weibchen
Körperhöhe	4,7–5,3 m	3,9–4,5 m
Körpermasse	800–1930 kg	550–1180 kg
Schädelmasse (Durchschnitt)	8,23 kg (max. 14,8 kg)	2,19 kg
Nahrungsbedarf	ca. 80 kg/Tag	ca. 50 kg/Tag

Tab. 1: Größe, Körpermasse, Schädelmasse und Nahrungsbedarf

Die aus Fossilfunden abgeleiteten Daten zum Verhältnis von Bein- zu Halslänge sind sehr lückenhaft. Bei heute lebenden Okapis und Giraffen ergeben sich folgende Verhältnisse:

Art	Verhältnis Bein- zu Halslänge
Okapi	1:0,44
Giraffe	1:1,10

Tab. 2: Verhältnis von Bein- zu Halslänge bei Okapi und Giraffe



1: Prozentualer Anteil von Teilen der Wirbelsäulen an der Gesamtlänge bei verschiedenen Huftieren

Alter [Jahre] In Klammern: Höhe	Anteil in der Population [%]	Anteil Todesfälle [%]	Todesfälle nach Geschlecht [%]
< 1 (aufgefressen, keine Funde)	~15	–	–
1–3 (< 3 m)	~15	32	–
3–6	~15	14	–
> 6 (≥ 4,5 m)	~55	54	M = 87; W = 13

Tab. 3: Todesfälle in einer Giraffenpopulation in Zimbabwe während einer extremen Trockenzeit im Jahr 2008; in Giraffenpopulationen sind etwa 40 % der Tiere Giraffenbullen

3. Kampfverhalten

Männchen setzen ihren Hals in Rivalenkämpfen ein. Zu Beginn präsentieren sie sich dem Gegner mit extrem gestreckten Hals. Während des Kampfes schlagen sie mit dem Kopf gegen Hals, Rippen und Beine des Gegners. Dabei gewinnt häufig das Männchen mit dem längeren und kräftigeren Hals. Giraffenweibchen scheinen kräftigere und/oder ältere Männchen zu bevorzugen. Die Weibchen führen keine Rivalenkämpfe aus.



2: Kampf zwischen Giraffenbullen



Foto: L. Jones

3: Kämpfende junge Giraffenbullen

dem Erhalt eines Merkmals unterscheiden muss. Es ist durchaus vorstellbar, dass der verlängerte Giraffenhals ursprünglich einen Vorteil bei der Nahrungskonkurrenz bedeutete und erst später eine Rolle in Rivalenkämpfen übernahm. In diesem Fall wäre die Entstehung des Merkmals auf natürliche Selektion und sein Erhalt auf sexuelle Selektion zurückzuführen.

Überlegungen zum Unterricht

Die Lernaufgabe ist für drei bis fünf Unterrichtsstunden konzipiert. Im Idealfall knüpft sie an die Behandlung der Evolution des Giraffenhalses in der Mittelstufe und an die Vorstellung des Konzepts der natürlichen Selektion an (Kattmann u.a. 2005 in UB 310). Die Hypothese zur Entstehung des langen Giraffenhalses wurde von Darwin aus seiner Theorie der natürlichen Selektion abgeleitet. Aufgrund der in den letzten Jahren stark verbesserten Datenlage bietet die Aufgabe die sonst im Evolutionsunterricht eher seltene Gelegenheit, eine Hypothese zur Entstehung eines Merkmals anhand konkreter Daten zu überprüfen. Damit wird ein Kernbereich naturwissenschaftli-

chen Unterrichts angesprochen. Die SchülerInnen erhalten durch die Beschäftigung mit realen Daten Einblick in die Arbeit von Evolutionsbiologen und erfahren, dass durch Forschung scheinbar gesichertes Wissen immer wieder hinterfragt wird.

Unsanfte Riesen – das «Aufgabenproblem» entdecken

1. Unterrichtsabschnitt

Zum Einstieg wird ein Foto (Abb. 3) oder ein Youtube-Clip zu Rivalenkämpfen zwischen Giraffenmännchen gezeigt (Suchworte «fighting giraffes», z.B. www.youtube.com/watch?v=C7HCIGFd8t8). Die SchülerInnen benennen die wichtigste «Waffe» der Giraffenbullen in Rivalenkämpfen: deren langen Hälse.

Wurde im Unterricht die natürliche Selektion bereits behandelt, wirft die Lehrperson die Frage auf, wie das Gesehene zur Evolution des langen Giraffenhalses nach Darwins Vorstellungen passt, und regt eine nähere Untersuchung an. Wurde Darwins Erklärung noch nicht behandelt, kann die Lehrkraft durch die Frage nach dem Zweck des langen Halses zur Aufgabe hinleiten.

Natürliche vs. Sexuelle Selektion – Informationen erarbeiten & auswerten

2. Unterrichtsabschnitt

Die vor rund 12 Millionen Jahren lebenden Giraffen-Vorfahren hatten noch einen recht kurzen Hals. Wie kam es dazu, dass Giraffen heute einen langen Hals haben?

Zur Beantwortung der Frage nach der Evolution des typischen Giraffenhalses erhalten die SchülerInnen Material 1 und 2, die sie weitgehend selbstständig bearbeiten können. Je nach Leistungsstand der Lerngruppe können die Arbeitsanweisungen auch in Partnerarbeit umgesetzt oder die (Zwischen-)Ergebnisse wechselseitig überprüft werden. Unabhängig davon sollten die SchülerInnen die Möglichkeit haben, auf die beiden Hilfekarten und zum Vergleich auf die Beispiels-Concept Maps (Abb. 1 und 2) zurückzugreifen.

Nach der Erarbeitung der beiden Konzepte zur Evolution des langen Giraffenhalses werden die jeweiligen Aussagen anhand von Material 3A und B auf den Prüfstand gestellt. Für Material 3A sollte eine Musterlösung einsehbar sein.

Lernergebnisse diskutieren & anwenden

3. Unterrichtsabschnitt

Den SchülerInnen wird Zeit gegeben, ihre Entscheidung für eine der Entstehungsvermutungen im Plenum zu diskutieren. Dabei werden auch Verständnisprobleme geklärt. Spannend ist eine Sammlung von Vorschlägen zu sinnvollen weiteren Forschungsvorhaben, z.B.: die Suche nach weiteren

Fossilien, die Vermessung des Bein-Hals-Verhältnisses bei Giraffen im Vergleich zu anderen Huftieren, Untersuchung der beteiligten Entwicklungsgene.

Zur Ermittlung des Lernzugewinns wie zur Vertiefung und Verankerung des Wissens sollten die SchülerInnen ihr Wissen in einem neuen Kontext anwenden. Dazu bietet sich als motivierendes Beispiel die Partnerwahl bei Menschen an (Ruppert 1998 in UB 237, Ruppert 2006 in 319).

Literatur

- Badlangana, N. L./Adams, J. W./Manger, P. R.: The giraffe (*Giraffa camelopardalis*) cervical vertebral column: a heuristic example in understanding evolutionary processes? In: Zool. Journal of the Linnean Society 155 (3), 2009, S. 736–757
- Bochter, R.: Evolution der Giraffen. In: PdN-Biologie 61, 2012, S. 39–49
- Cameron, E. Z./Toit, J. T.: Winning by a neck: Tall Giraffes avoid competing with Shorter Browsers. In: The Amer. Naturalist 169 (1), 2007, S. 130–135
- Darwin, C.: Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. Reclam, Stuttgart 1986
- Kattmann, U./Janßen-Bartels, A./Müller, M.: Selektion: Die Entstehung von Giraffe und Okapi. In: UB 310, 2005, S. 12–17
- Mitchell, G./Skinner, J. D.: On the origin, evolution and phylogeny of giraffes *Giraffa camelopardalis*. In: Transactions of the Royal Society of South Africa 58(1), 2003, S. 51–73
- Mitchell, G., van/Skinner, J. D.: The demography of giraffe deaths in a drought. In: Transactions of the Royal Society of South Africa 65 (3), 2010, S. 165–168
- Ruppert, W.: Partnerwahl beim Menschen – aus soziobiologischer Sicht. In: UB 237, 1998, S. 39–47
- Ruppert, W.: Fitnessmaximierung durch Partnerwahl – auch beim Menschen? Aufgabe pur. In: UB 319, 2006, S. 44–45
- Senter, P.: Necks for sex: sexual selection as an explanation for sauropod dinosaur neck elongation. In: Journal of Zool. 271(1), 2007, S. 45–53
- Simmons, R. E./Altwegg, R.: Necks for sex or competing browsers? A critique of ideas on the evolution of giraffe. In: Journal of Zool. 282 (1), 2010, S. 6–12
- Voland, E.: Soziobiologie. Spektrum, Heidelberg 2009
- Wilkinson, D. M./Ruxton, G. D.: Understanding selection for long necks in different taxa. In: Biological Reviews 87 (3), 2012, S. 616–630
- Woolnough, A. P., & du Toit, J. T.: Vertical zonation of browse quality in tree canopies exposed to a size-structured guild of African browsing ungulates. In: Oecologia 129, 2001, S. 585–590
- Zrzavy, J./Storch, D./Mihulka, S.: Evolution. Spektrum, Heidelberg 2009

Autor

Holger Weitzel, geb. 1969; Studium der Fächer Biologie und Germanistik für das Lehramt an Gymnasien; Professor für Biologie und ihre Didaktik an der PH Weingarten