Jonathan Jeschke und
Ernst Peller

4.3 Unterrichtsmaterialien

Material 1: Karten zum Ausdrucken und Ausschneiden

Eigenschaften von Säugetieren

Baummarder



Foto: USFWS / E. & P. Bauer

Fortpflanzungsalter	2 Jahre
Zeit zwischen 2 Würfen	12 Monate
Wurfgröße	3,3
Gewicht, Nachkommen	30 g
Gewicht, Erwachsene	1,2 kg
Maximalalter	17 Jahre

Buckelwal



Foto: NOAA / Louis M. Herman

Fortpflanzungsalter	6 Jahre
Zeit zwischen 2 Würfen	2 Jahre
Wurfgröße	1
Gewicht, Nachkommen	1,4 t
Gewicht, Erwachsene	35 t
Maximalalter	80 Jahre

Gepard



Foto: USFWS / Gary M. Stolz

Fortpflanzungsalter	2 Jahre
Zeit zwischen 2 Würfen	17 Monate
Wurfgröße	3,8
Gewicht, Nachkommen	388 g
Gewicht, Erwachsene	50 kg
Maximalalter	19 Jahre

Hauskatze



Foto: Pascal Jeschke

Fortpflanzungsalter	12 Monate
Zeit zwischen 2 Würfen	7,5 Monate
Wurfgröße	4,4
Gewicht, Nachkommen	97 g
Gewicht, Erwachsene	3 kg
Maximalalter	34 Jahre

Hausmaus

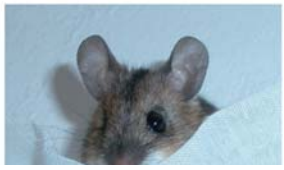


Foto: Otto Wiedemann

Fortpflanzungsalter	6 Wochen
Zeit zwischen 2 Würfen	2 Monate
Wurfgröße	6,1
Gewicht, Nachkommen	1,3 g
Gewicht, Erwachsene	16 g
Maximalalter	6 Jahre

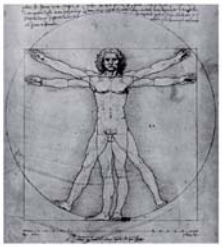
Mausohrfledermaus



Foto: USFWS / Don Pfritzer

Fortpflanzungsalter	12 Monate
Zeit zwischen 2 Würfen	12 Monate
Wurfgröße	1
Gewicht, Nachkommen	?
Gewicht, Erwachsene	10 g
Maximalalter	30 Jahre

Mensch



Leonardo da Vinci (ca. 1492)

Fortpflanzungsalter	30 Jahre
Zeit zwischen 2 Würfen	9 Monate
Wurfgröße	1
Gewicht, Nachkommen	3,5 kg
Gewicht, Erwachsene	74 kg
Maximalalter	122 Jahre

Wildschwein



Foto: Jonathan Jeschke

Fortpflanzungsalter	23 Monate
Zeit zwischen 2 Würfen	15 Monate
Wurfgröße	5,3
Gewicht, Nachkommen	817 g
Gewicht, Erwachsene	55 kg
Maximalalter	21 Jahre

Wolf



Foto: Jonathan Jeschke

Fortpflanzungsalter	2,5 Jahre
Zeit zwischen 2 Würfen	12 Monate
Wurfgröße	5,5
Gewicht, Nachkommen	425 g
Gewicht, Erwachsene	33 kg
Maximalalter	20 Jahre

Eigenschaften von Vögeln

Amsel



Foto: Jonathan Jeschke

Fortpflanzungsalter	12 Monate
Zeit zwischen 2 Gelegen	4,8 Monate
Gelegegröße	3,5
Gewicht, Eier	7,5 g
Gewicht, Erwachsene	113 g
Maximalalter	20 Jahre

Blässhuhn



Foto: Jonathan Jeschke

Fortpflanzungsalter	18 Monate
Zeit zwischen 2 Gelegen	8 Monate
Gelegegröße	7
Gewicht, Eier	38 g
Gewicht, Erwachsene	700 g
Maximalalter	18 Jahre

Flamingo



Foto: Jonathan Jeschke

Fortpflanzungsalter	4,5 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	12 Monate
Gelegegröße	1
Gewicht, Eier	140 g
Gewicht, Erwachsene	3 kg
Maximalalter	>44 Jahre

Gänsesäger



Foto: Jonathan Jeschke

Fortpflanzungsalter	2 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	12 Monate
Gelegegröße	10
Gewicht, Eier	73 g
Gewicht, Erwachsene	1,5 kg
Maximalalter	13 Jahre

Höckerschwan



Foto: Jonathan Jeschke

Fortpflanzungsalter	4 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	12 Monate
Gelegegröße	6,5
Gewicht, Eier	330 g
Gewicht, Erwachsene	11 kg
Maximalalter	27 Jahre

Spatz



Foto: Jonathan Jeschke

Fortpflanzungsalter	12 Monate
Zeit zwischen 2 Gelegen	4,8 Monate
Gelegegröße	5
Gewicht, Eier	3 g
Gewicht, Erwachsene	28 g
Maximalalter	13 Jahre

Trottellumme



Foto: Jonathan Jeschke

Fortpflanzungsalter	4 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	12 Monate
Gelegegröße	1
Gewicht, Eier	108 g
Gewicht, Erwachsene	990 g
Maximalalter	32 Jahre

Uhu



Foto: Jonathan Jeschke

Fortpflanzungsalter	2,5 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	12 Monate
Gelegegröße	2,5
Gewicht, Eier	75 g
Gewicht, Erwachsene	2,7 kg
Maximalalter	68 Jahre

Wanderfalke



Foto: USFWS / Steve Maslowski

Fortpflanzungsalter	2 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	12 Monate
Gelegegröße	3,5
Gewicht, Eier	52 g
Gewicht, Erwachsene	782 g
Maximalalter	16 Jahre

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

Eigenschaften von Fischen

Amerikanischer Aal



Zeichnung: USFWS / Duane Raver

Fortpflanzungsalter	10 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	semelpar
Gelegegröße	10.000.000
Gewicht, Eier	?
Gewicht, Erwachsene	6,8 kg
Maximalalter	20 Jahre

Atlantischer Stör



Zeichnung: USFWS / Duane Raver

Fortpflanzungsalter	19 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	4 Jahre
Gelegegröße	1.118.000
Gewicht, Eier	?
Gewicht, Erwachsene	369 kg
Maximalalter	60 Jahre

Bachforelle



Foto: USFWS / Eric Engbretson

Fortpflanzungsalter	3,2 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	12 Monate
Gelegegröße	1.600
Gewicht, Eier	62 mg
Gewicht, Erwachsene	18 kg
Maximalalter	18 Jahre

Buckellachs



Zeichnung: USFWS / Timothy Knepp

Fortpflanzungsalter	2 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	semelpar
Gelegegröße	1.700
Gewicht, Eier	113 mg
Gewicht, Erwachsene	5 kg
Maximalalter	3 Jahre

Hecht



Zeichnung: USFWS / Timothy Knepp

Fortpflanzungsalter	3 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	12 Monate
Gelegegröße	500.000
Gewicht, Eier	11 mg
Gewicht, Erwachsene	28 kg
Maximalalter	24 Jahre

Regenbogenforelle



Zeichnung: USFWS / Duane Raver

Fortpflanzungsalter	3,6 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	12 Monate
Gelegegröße	2.400
Gewicht, Eier	?
Gewicht, Erwachsene	24 kg
Maximalalter	11 Jahre

Saibling



Zeichnung: USFWS / Duane Raver

Fortpflanzungsalter	2,2 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	12 Monate
Gelegegröße	670
Gewicht, Eier	42 mg
Gewicht, Erwachsene	6,6 kg
Maximalalter	15 Jahre

Schwarzmund-Grundel



Foto: USFWS / Eric Engbretson

Fortpflanzungsalter	2,5 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	40 Tage
Gelegegröße	900
Gewicht, Eier	14 mg
Gewicht, Erwachsene	155 g
Maximalalter	5 Jahre

Streifenbarsch



Zeichnung: USFWS / Duane Raver

Fortpflanzungsalter	4 Jahre
Zeit zwischen 2 Gelegen	12 Monate
Gelegegröße	245.000
Gewicht, Eier	1,4 mg
Gewicht, Erwachsene	36 kg
Maximalalter	19 Jahre

Material 2: Das Konzept der r- und K-Strategen

Aufgabe 1

Beim Vergleich von Organismen, die in den Tropen leben, mit solchen, die in temperierten Gebieten vorkommen, ist dem Evolutionsbiologen Theodosius Dobzhansky etwas aufgefallen: In den Tropen gibt es relativ stabile Umweltbedingungen und eine große Zahl an Arten in großer Populationsdichte, vermutlich nahe der Tragekapazität K. Dobzhansky nahm an, dass bestimmte Eigenschaften von Arten bei unterschiedlichen Populationsdichten von Vorteil sind.

Die Wissenschaftler Robert MacArthur und Edward Osborne Wilson knüpften an diese Annahme an und erweiterten das Konzept von Dobzhansky. Sie behaupteten, dass es für Arten, die eine niedrige Populationsdichte aufweisen, von Vorteil ist, wenn sie eine hohe Wachstumsrate r besitzen. Umgekehrt sollte es für Arten mit einer hohen Populationsdichte (nahe der Tragekapazität K) vorteilhaft sein, wenn der Wert K hoch ist.

Arten, die in stark wechselnden Umweltbedingungen leben (deren Individuenzahl beispielsweise häufig durch Katastrophen wie das Austrocknen eines Tümpels verändert wird), weisen so üblicherweise niedrige Populationsdichten auf. Sie sind r-selektiert und werden als r-Strategen bezeichnet. Sie zeichnen sich durch eine hohe Wachstumsrate, ein niedriges Fortpflanzungsalter und eine – oft nur einmalige – hohe Anzahl an Nachkommen aus. Sie sind zudem eher klein und haben eine nur kurze Lebensspanne.

Das genaue Gegenteil dieser r-Strategen nennt man K-Strategen, die unter stabilen Umweltbedingungen leben und hohe Populationsdichten haben (nahe an K). Sie sollten besonders effizient sein, zum Beispiel bei der Verwertung von Nährstoffen. Nach einer Arbeit des Biologen Eric Pianka aus dem Jahr 1970 sind K-Strategen groß, haben ein hohes Fortpflanzungsalter, weniger (dafür mehrmals) Nachkommen und eine längere Lebensspanne.

Eine absolute Einteilung von Lebewesen in diese beiden Kategorien ist nicht möglich. Innerhalb einer Verwandtschaftsgruppe wie den Säugetieren kann man die verschiedenen Arten entlang eines r/K-Kontinuums aufreihen. So gehören die Nagetiere (z. B. Hausmaus) eher zu den r-Strategen und die Primaten (z. B. Mensch) zu den K-Strategen.

Seit den 1980er-Jahren wurde viel Kritik an dem Konzept geäußert und es wird empfohlen, auf die Begriffe r- und K-Selektion zu verzichten.

a Fasse die wesentlichen Aussagen des r/K-Konzepts tabellarisch zusammen.

b Suche nach Widersprüchen beziehungsweise unlogischen Aussagen im r/K-Konzept. Gibt es Beispiele von Organismen, die nicht in das Konzept passen? Recherchiere!

Aufgabe 2

In einem Biologiebuch wurde die folgende Aussage zur Begründung des Konzepts der r- und K-Strategen gemacht: „*Die optimale Strategie zum Überleben von Populationen hängt wesentlich von der **Konstanz** der Lebensbedingungen ab. So beherbergt ein See mit seinen gleichbleibenden Lebensbedingungen überwiegend K-Strategen wie Fische. Eine Pfütze dagegen existiert nur kurze Zeit: Sie wird von r-Strategen wie Einzellern und Wasserflöhen besiedelt.*“

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

Tab. 4.3: Arteigenschaften von Hecht und Wasserfloh

	Hecht	**Wasserfloh**
Fortpflanzungsalter	3 Jahre	1 Woche
Zeit zwischen 2 Gelegen	12 Monate	3 Tage
Gelegegröße	500000	6
Gewicht, Eier	11 mg	0,01 mg
Gewicht, Erwachsene	28 kg	0,5 mg
Maximalalter	24 Jahre	3 Monate

a Recherchiere, welche Lebewesen es in Pfützen und Seen gibt.

b Bewerte die oben gemachte Aussage. Ziehe hierfür auch die Arteigenschaften beispielsweise von Hecht und Wasserfloh heran (Tab. 4.3).

Material 3: Korrelation von Eigenschaften

Evolutionsbiologen und Ökologen betrachten das r/K-Konzept seit den 1980er-Jahren als nicht mehr zeitgemäß. Ein pauschaler Zusammenhang zwischen konstanten Umweltbedingungen, einer großen Populationsdichte und zum Beispiel den Arteigenschaften „große Individuen“ und „kleine Nachkommenzahl“ – wie im r/K-Konzept gefordert – konnte nicht bestätigt werden.

Nichtsdestotrotz hat man sehr wohl einen Zusammenhang (beziehungsweise eine Korrelation) zwischen bestimmten Eigenschaften von Arten finden können. So gibt es eine lineare Beziehung (Korrelation) zwischen den Arteigenschaften „Maximalalter“ und „Anzahl an Nachkommen“. Man darf aber nicht vergessen, dass weitere Faktoren Arteigenschaften wie die Anzahl der Nachkommen beeinflussen. Lebewesen, die beispielsweise Brutpflege betreiben, d. h. sich intensiv um ihre Nachkommen kümmern, können nicht gleichzeitig sehr viele (aber relativ große) Nachkommen versorgen. Tiere, die keine Brutpflege betreiben, können dafür mehr (kleinere) Nachkommen auf einmal hervorbringen, da sie sich nicht um jedes einzelne Individuum kümmern müssen.

Aufgabe 3

a Erstelle eine Tabelle, aus der das Maximalalter und die Wurfgröße ausgewählter Säugetierarten ersichtlich sind. Die Datengrundlage findest du in den Karten „Eigenschaften von Säugetieren“ (Material 1).

b Zeichne unter Verwendung der Tabelle einen Graphen, der die Abhängigkeit der Wurfgröße (y-Achse) vom Maximalalter (x-Achse) darstellt.

c Beschreibe und interpretiere den Graphen.

Aufgabe 4

a Erstelle eine Tabelle, aus der das Maximalalter und die Gelegegröße ausgewählter Fischarten ersichtlich sind. Die Datengrundlage findest du in den Karten „Eigenschaften von Fischen“ (Material 1).

b Zeichne unter Verwendung der Tabelle einen Graphen, der die Abhängigkeit der Gelegegröße (y-Achse) vom Maximalalter (x-Achse) darstellt.

c Beschreibe und interpretiere den Graphen.
Hinweis: Eine Besonderheit bei Fischen ist, dass sie – im Gegensatz zu Vögeln und Säugetieren – mit zunehmendem Alter weiterhin wachsen.

d Vergleiche die Ergebnisse bei Fischen mit denen von Säugetieren (Aufgabe 3).

Material 4: Schnelle und langsame Lebenszyklen – *fast/slow*-Konzept

In den späten 1980er-Jahren wurde ein Nachfolgekonzept für das r/K-Konzept entwickelt. Es sagt aus, dass sich Arten im Tempo ihrer Lebenszyklen unterscheiden. Lebewesen mancher Arten „leben schnell" (sie haben eine vergleichsweise kurze Lebensspanne), Lebewesen anderer Arten dagegen „leben langsam" (sie haben eine vergleichsweise lange Lebensspanne).

Die Eigenschaften der Arten (Tab. 4.4) mit schnellem Lebenszyklus ähneln denen von r-Strategen und die der Arten mit langsamem Lebenszyklus denen von K-Strategen. Doch im Gegensatz zum r/K-Konzept sind die Merkmale beim *fast/slow*-Konzept nicht in Zusammenhang mit Populationsdichte und Stabilität der Umweltbedingungen gebracht. Außerdem sind die Korrelationen genauer untersucht und weniger pauschal: Es gibt unterschiedliche *fast/slow*-Kontinua für unterschiedliche Organismengruppen.

Tab. 4.4: Eigenschaften von Arten mit schnellem beziehungsweise langsamem Lebenszyklus, gültig für Säugetiere und Vögel (nach Reynolds 2003 und Jeschke et al. 2008)

	schneller Lebenszyklus (*fast life history*)	**langsamer Lebenszyklus (*slow life history*)**
Fortpflanzung	beginnt früh	beginnt spät
Abstände zwischen Geburten	kurze Abstände	lange Abstände
Wurf-/Gelegegröße	hohe Wurf-/Gelegegröße	niedrige Wurf-/Gelegegröße
Körpergröße der Nachkommen	Nachkommen sind klein	Nachkommen sind groß
Körpergröße der Erwachsenen	Erwachsene sind klein	Erwachsene sind groß
Lebensspanne	kurz	lang

Wie im r/K-Konzept sind die Merkmale der „schnellen" beziehungsweise „langsamen" Arten Extremwerte einer großen Bandbreite an Merkmalen, sodass man viele Arten entlang eines Kontinuums von „schnell" nach „langsam" aufreihen kann.

Aufgabe 5

Sortiere jeweils die neun Karten mit Säugetieren beziehungsweise Vögeln (Material 1) so, dass du eine Reihe – beginnend mit Lebewesen mit „schnellem" Lebenszyklus mit Übergängen zu Lebewesen mit „langsamem" Lebenszyklus – erhältst. Beachte, dass du hier nur *eine* Arteigenschaft als Hauptkriterium verwendest.

Aufgabe 6

a Erstelle analog zu Aufgabe 5 mithilfe der neun Fischkarten (Material 1) eine Reihe, die ein Kontinuum von „schnellen" zu „langsamen" Lebenszyklen darstellt.

b Vergleiche die Arteigenschaften deiner Reihe mit den Merkmalen in Tabelle 4.4. Modifiziere die Tabelle entsprechend.

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