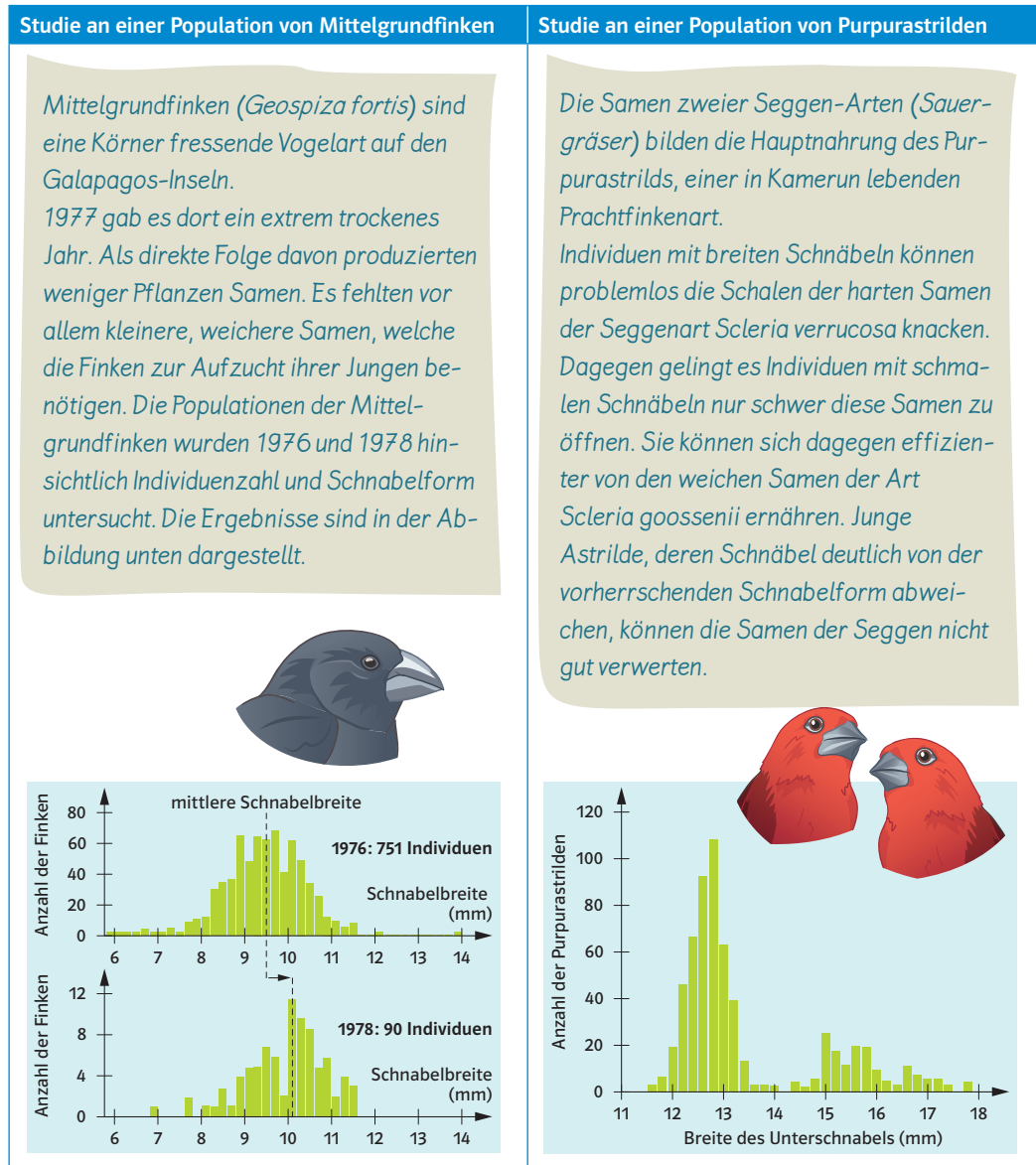


## 17.3 Mit Freilanduntersuchungen lassen sich Selektionstypen ermitteln

Die Schnabelform ist wegen ihrer besonderen mechanischen Beanspruchung beim Erschließen von Nahrungsquellen sehr bedeutsam für den Erfolg einer Vogelart. Da die Schnabelform darüber hinaus leicht zu untersuchen ist, gibt es zahlreiche Forschungsdaten zu Selektionsvorgängen bei Vogelarten. In Abb. 1 sind Ergebnisse aus zwei Studien beschrieben.



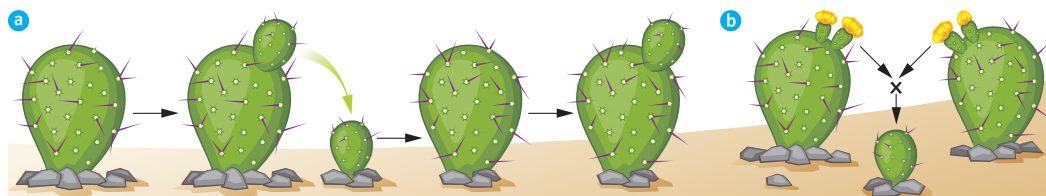
1 In zwei Studien wurde die Schnabelform von Mittelgrundfinken und von Purpurastrilden untersucht.

- 1 Erklären Sie die Befunde aus der Studie zu den Mittelgrundfinken und ermitteln Sie den zugrunde liegenden Selektionstyp.
- 2 Erklären Sie die Befunde zur Studie an Purpurastrilden und ermitteln Sie den zugrunde liegenden Selektionstyp.
- 3 Zeichnen und begründen Sie einen möglichen Verlauf einer Fitnessfunktion für den Selektionstyp der Purpurastrilden.

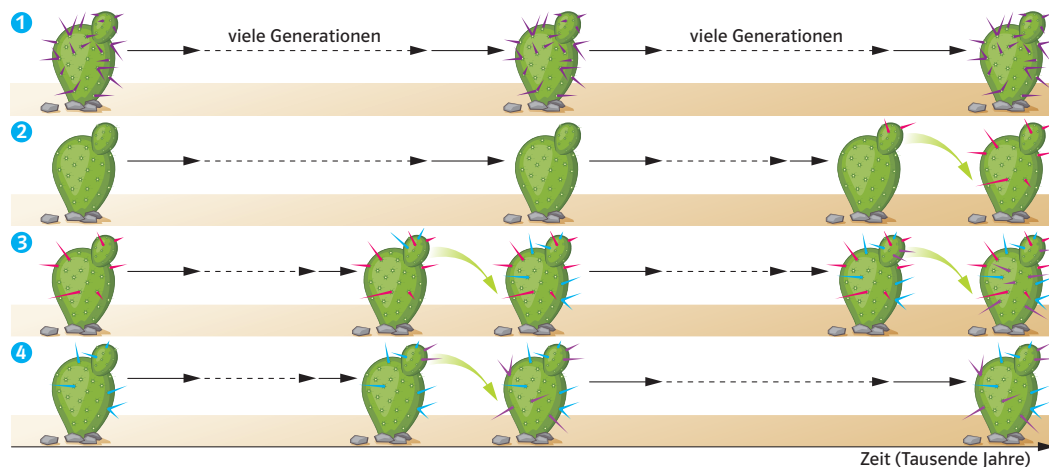
## 17.4 Warum ist sexuelle Fortpflanzung für Evolutionsvorgänge so bedeutend?

Sie sollen als Wissenschaftler am Beispiel einer Population von Kakteen die Bedeutung der Sexualität für Evolutionsvorgänge verdeutlichen. Die Kakteenart kann Dornen ausbilden, die sie gegen Fressfeinde schützt. Drei verschiedene Allele sind für die Anzahl der Dornen bei einem Individuum verantwortlich. Liegen diese Allele als a, b und c vor, so bilden die Kakteen keine Dornen. Entsteht aus diesen Allelen durch Mutation jedoch ein Allel A, B oder C, so erhöht sich jeweils die Anzahl der Dornen. Die meisten Dornen weisen also Individuen mit den Allelen A, B und C auf.

Sie untersuchen zunächst die asexuelle Vermehrung (→ Abb. 1 **a**). Sie führen dazu mit vier Kaktuspflanzen über viele Generationen ein Gedankenexperiment durch, in dem sich diese Kakteen nur asexuell, d.h. über Ableger, vermehren. Ein möglicher Verlauf über Tausende von Jahren ist in Abb. 2 dargestellt. Ihr Gedankenexperiment ist beendet, wenn bei mindestens einem Individuum die Allele A, B und C, d.h. die maximal erreichbare Anzahl von Dornen, vorliegt.



1 Fortpflanzung einer Kaktuspflanze: **a** asexuell über einen Ableger, **b** sexuell mit Samenbildung



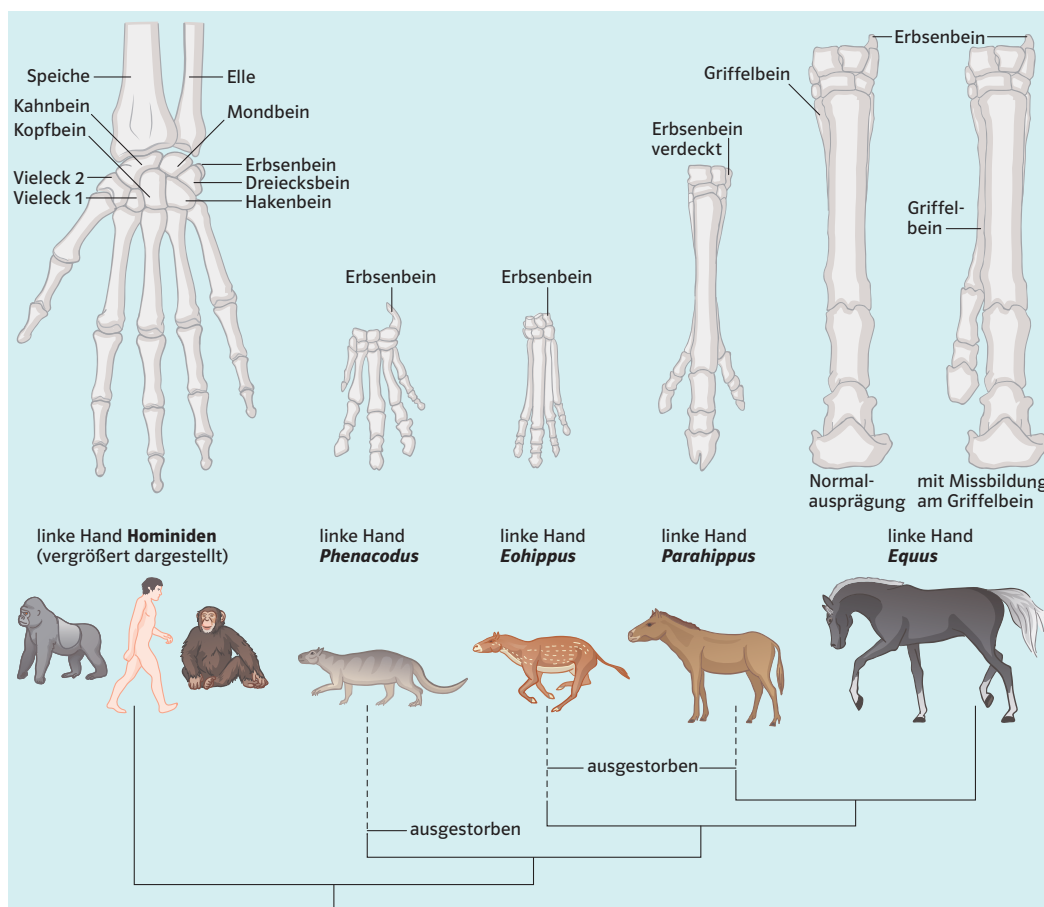
2 Ihr Gedankenexperiment beginnt mit vier Kaktuspflanzen (Nr. 1–4), die unterschiedliche Allele aufweisen.

- 1 Beschreiben Sie die asexuelle Fortpflanzung mithilfe der Abb. 1 **a**. Gehen Sie auch auf die genetische Ausstattung der Ableger im Vergleich zur Elternpflanze ein.
- 2 Erklären Sie die an den Pflanzen 1–4 in Abb. 2 beobachteten evolutiven Veränderungen.
- 3 Beschreiben Sie die sexuelle Fortpflanzung mithilfe der Abb. 1 **b**. Gehen Sie auch auf die genetische Ausstattung der Nachkommen im Vergleich zu den Eltern ein.
- 4 In einem zweiten Gedankenexperiment vermehren sich die Kakteen sexuell. Beschreiben Sie Ihre Erwartungen für den Ausgang dieses Gedankenexperiments im Vergleich zur asexuellen Fortpflanzung, wenn es mit denselben vier Pflanzen beginnt. Leiten Sie daraus die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für Evolutionsprozesse ab.

## 20.5 Fossilfunde belegen die Veränderungen in der Evolution der Pferde

Das Handskelett von Pferden ähnelt dem anderer Säugetiere auf den ersten Blick kaum. Es ist zum Beispiel aus viel weniger Knochen aufgebaut. Da alle Säugetiere auf eine gemeinsame Stammart zurückgehen, sollten sich dieses eigenartige Handskelett und das anderer Säugetiere aber auf eine gemeinsame Vorläuferstruktur zurückführen lassen; anders gesagt: Man müsste die Einzelknochen der Pferdehand und anderer Säugetierhände homologisieren können.

Diesen Fall sollen Sie hier am Beispiel von Pferdehand und Hominidenhand bearbeiten. Wichtige Informationen liefert Abb. 1 mit dem Stammbaum und den Handskeletten fossiler Verwandter der heutigen Pferde sowie dem Handskelett der Hominiden und der heutigen Pferde. Darüber hinaus ist in Abb. 1 eine seltene Abweichung im Knochenmuster der Hand bei heutigen Pferden dargestellt. Es handelt sich dabei um Missbildungen am sogenannten Griffelbein.



1 Die Gliedmaßen von Hominiden und Pferden ähneln sich auf den ersten Blick nicht.

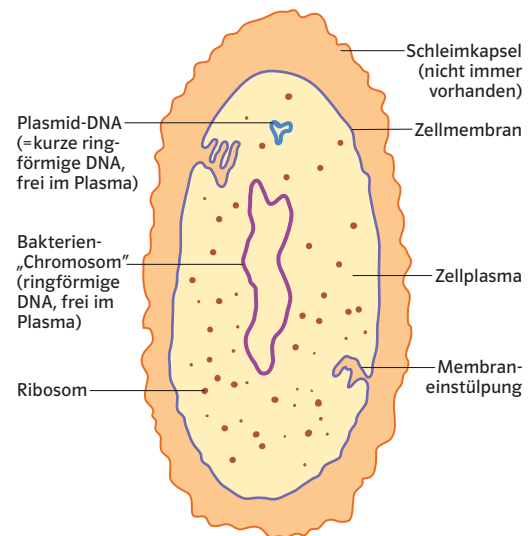
- 1 Benennen Sie mithilfe von Abb. 1 möglichst genau die einzelnen Knochen der Pferdehand durch Homologisieren mit dem Handskelett der Hominiden. Geben Sie an, welche der Homologiekriterien Sie dazu verwenden.
- 2 Beschreiben Sie anhand von Abb. 1 die Veränderungen, die im Handskelett der Pferde im Laufe der Evolution erfolgt sind.
- 3 Analysieren Sie die Griffelbeine und ihre Missbildungen aus evolutionsbiologischer Sicht. Erläutern Sie, welcher genetische Hintergrund sich vermuten lässt.

## 20.7 Die Mitochondrien der Eucyte gehen auf endosymbiontische Procyten zurück

Die amerikanische Evolutionsbiologin Lynn Margulis veröffentlichte 1967 ihre Endosymbiontentheorie. Nach dieser Theorie sind die Mitochondrien und Chloroplasten der Eucyten aus Bakterien bzw. Cyanobakterien („Blualgen“) entstanden, die im Laufe der Evolution von anderen Zellen durch Endocytose aufgenommen, aber intrazellulär nicht verdaut wurden.

Die Theorie bezieht sich auf Vorgänge, die vor etwa 2 Milliarden Jahren abliefen. Sie kann daher nicht durch Fossilbefunde gestützt werden.

Befunde, die die Theorie stützen, mussten an rezenten Zellen gefunden werden. Als „Vorläufermodell“ für die heutigen Mitochondrien dienten Bakterienzellen. Abb. 1 zeigt das Ergebnis basierend auf elektronenmikroskopischen Befunden. Außerdem wurden biochemische Vergleiche von Mitochondrien, Leberzellen und Bakterienzellen angestellt (→ Abb. 2).



1 Aus elektronenmikroskopischen Befunden ließ sich diese Schemazeichnung eines Bakteriums erstellen.

	<i>Escherichia coli</i> (Darmbakterium)	Leberzelle der Ratte	Mitochondrium aus der Leberzelle der Ratte
<b>Zusammensetzung der Membranen</b>	Zellmembran mit 5% Cardiolipin	Zellmembran ohne Cardiolipin, 17% Cholesterol	innere Mitochondrienmembran: 17% Cardiolipin, ohne Cholesterol äußere Mitochondrienmembran: ohne Cardiolipin, mit Cholesterol
<b>Ribosomen</b>	70 Svedberg*	80 Svedberg*	70 Svedberg*
<b>Chromosom</b>	ringförmiges „nacktes“ DNA-Molekül	DNA in Chromosomen verpackt	ringförmiges „nacktes“ DNA-Molekül
<b>Protein: Lipid-Verhältnis in der Membran</b>	2,5	1,3	innere Mitochondrienmembran 2,9 äußere Mitochondrienmembran 1,0

\* Die Einheit Svedberg sagt etwas über die Sedimentationsgeschwindigkeit der Ribosomen aus und ist daher ein indirektes Maß für ihre Größe.

2 Biochemischer Vergleich von Bakterienzellen, Leberzellen und Mitochondrien einer Leberzelle.

- 1 Stellen Sie mithilfe von Zeichnungen dar, wie aus einer Procyte, ähnlich der in Abb. 1, ein Mitochondrium geworden sein könnte.
- 2 Die Zellmembran von Eucyten und die von Procyten sind biochemisch anhand ihres Musters an Membranlipiden unterscheidbar. Leiten Sie aus Ihren Zeichnungen (→ Aufgabe 1) Hypothesen ab, die sich für die Lipidmuster der Mitochondrienmembranen ergeben.
- 3 Prüfen Sie Ihre Hypothesen aus Aufgabe 2 mithilfe der Angaben in Abb. 2.
- 4 Werten Sie die weiteren Angaben in Abb. 1 und Abb. 2 im Hinblick auf die Endosymbiontentheorie aus.

## 22.5 Auch ähnliche Arten haben unterschiedliche ökologische Nischen

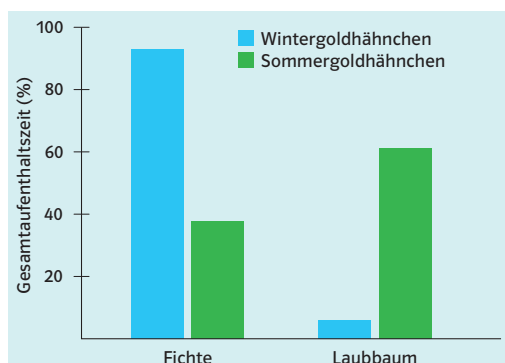
Winter- und Sommergoldhähnchen sind die kleinsten bei uns vorkommenden Vogelarten. Die Winzlinge wiegen nur 4 bis 6 Gramm, gerade so viel wie ein Blatt Papier. Aufgrund ihrer geringen Körpergröße und damit hohen Stoffwechselleistung müssen sie pro Tag mindestens die Menge ihres Körpergewichts an Nahrung aufnehmen. Beide Arten ernähren sich von kleinen, weichhäutigen Insekten, Spinnen oder kleinen Schnecken, die sie meist in den äußersten Zweigen von Bäumen suchen. Sie sind in ganz Mitteleuropa verbreitet, das Wintergoldhähnchen im Norden bis nach Skandinavien. Als Teilzieher verlassen nur die nördlich lebenden Wintergoldhähnchen ihr Brutrevier und ziehen im Winter in etwas südlichere Gebiete. Das Sommergoldhähnchen hingegen zieht je nach Witterung häufiger nach Südeuropa.

Beide Arten leben nebeneinander in überlappenden und meist sehr kleinen Revieren von ca. 1000 m<sup>2</sup>. Das ist gerade mal die Größe einer Sporthalle.

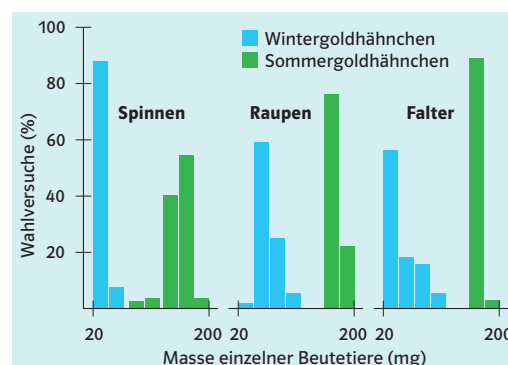
Für Experimente zu ihren Nahrungspräferenzen wurden Goldhähnchen in großen Volieren gehalten.

	Wintergoldhähnchen	Sommergoldhähnchen
		
<b>Aussehen</b>	olivgrün, gelber Streifen auf dem Kopf, Auge hell umrandet Körperlänge: 9 cm Körpergewicht: 4 – 6 g	olivgrün, gelber Streifen auf dem Kopf, dunkler Augenstreif mit weißem Überaugenstreif Körperlänge: 9 cm Körpergewicht: 4 – 6 g
<b>Lebensraum</b>	dichte Fichtenwälder	bevorzugt Fichtenwälder, aber auch nadelholzreiche Mischwälder, Parks und Gärten, wenn dort größere Fichten wachsen
<b>Nahrungssuche</b>	tagsüber zwischen dichten Fichtenzweigen	tagsüber an Zweigen von Laub- und Nadelbäumen
<b>Fortpflanzung</b>	baut gut isolierende Nester, die zwischen herunterhängenden Fichtenzweigen eingewebt werden; 9 – 12 Eier pro Gelege, 2 Bruten pro Jahr	

1 Winter- und Sommergoldhähnchen haben viele Gemeinsamkeiten, zeigen aber auch Unterschiede.



2 Zur Brutzeit wurden Ort und Dauer des Aufenthalts ermittelt.



3 Die Goldhähnchen bekamen Nahrung unterschiedlicher Masse angeboten und es wurde registriert, was bevorzugt gefressen wurde.

**Lebensraum**

Laubwald  Mischwald  Siedlungen  Nadelwald

offenes Gelände  Parks mit großen Fichten  Alleen

**Nahrung**

Samen  Springschwänze  Insekten  Beeren und Früchte

Gräser  Spinnen  Raupen  kleine Schnecken

**Nestbau**

in Fichten  in Baumhöhlen  in Laubbäumen  in Gebäuden

**Nahrungssuche**

im Baum  am Boden  in Zweigspitzen  in der Luft

**Wanderung**

Standvogel  Zugvogel

Teilzieher

**Aktivität**

tagaktiv  dämmerungsaktiv

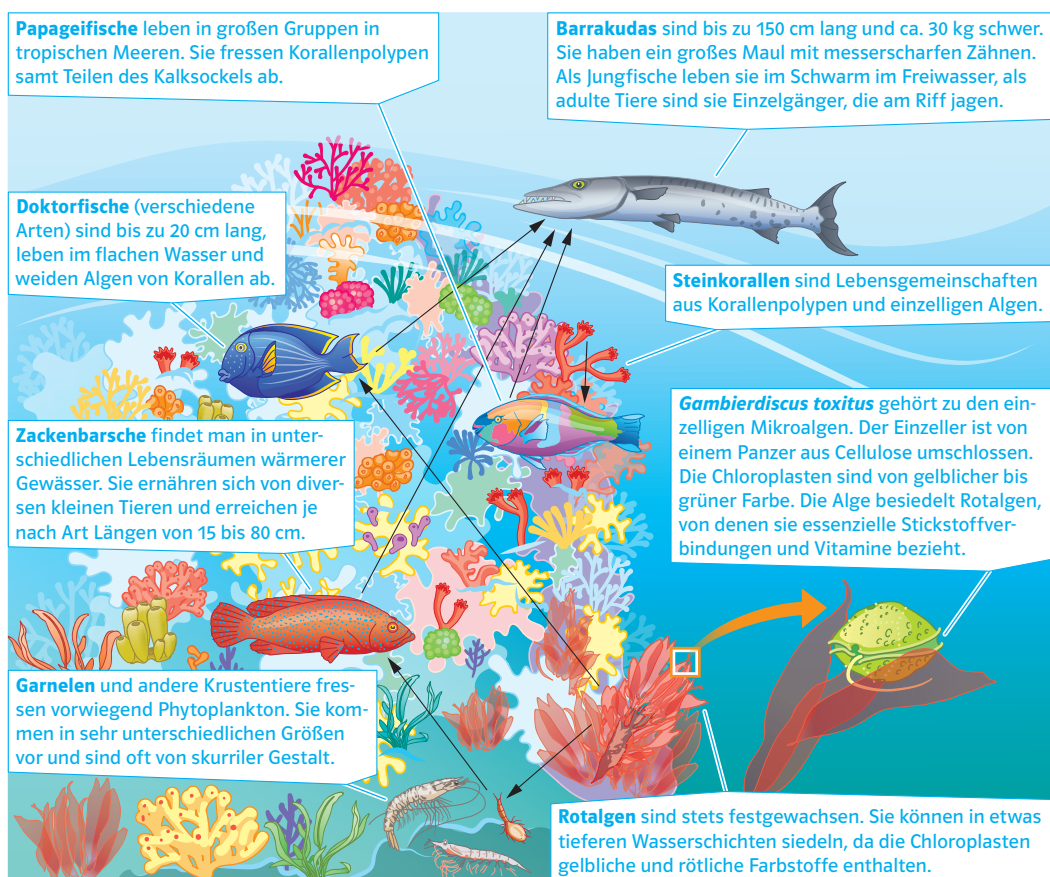
nachtaktiv

4 Die Grafik zeigt verschiedene Möglichkeiten zu Elementen der ökologischen Nische.

- 1 Erläutern Sie den Begriff der ökologischen Nische.
- 2 Beschreiben Sie kurz die in Abb. 2 und 3 dargestellten Ergebnisse.
- 3 Markieren Sie die Kästchen in Abb. 4, die für Winter- bzw. Sommergoldhähnchen zutreffen.
- 4 Vergleichen Sie anhand der Angaben in Text und Tabelle die ökologischen Nischen für Sommer- und Wintergoldhähnchen.
- 5 Grenzen Sie den Begriff Lebensraum gegen den Begriff ökologische Nische ab.

## 23.2 Die Nahrungsbeziehungen in Korallenriffen haben manchmal unerwartete Auswirkungen

In tropischen Gebieten treten immer wieder nach dem Genuss von beliebten Speisefischen Fälle von Vergiftungen auf. Erste Berichte über solche Vergiftungen stammen schon von dem Seefahrer James Cook (1774). Manchmal erweisen sich Fische, die in der Nähe von Korallenriffen gefangen werden, als sehr giftig, während Fische derselben Art, die wenige Kilometer entfernt in freiem Wasser gefangen werden, völlig ungiftig sind. Als Ursache der „Ciguatera“ genannten Erkrankung wurde die einzellige Alge *Gambierdiscus toxicus* ausgemacht. *G. toxicus* lebt auf Rotalgen, die ihrerseits auf abgestorbenen Korallenriffen leben. Die Rotalgen werden von verschiedenen Fischen gefressen, die keinerlei Vergiftungserscheinungen zeigen. *G. toxicus* produziert einen für Menschen sehr giftigen Stoff, das Ciguatoxin, das Nervenzellen angreift. Oft ist die Konzentration des Gifts in langlebigen Speisefischen wie Barrakuda oder Zackenbarsch besonders hoch.



1 Die Nahrungsbeziehungen (schwarze Pfeile) in einem Korallenriff sind vielschichtig.

- 1 Erläutern Sie anhand von Abb. 1 die möglichen Nahrungsbeziehungen zwischen den dargestellten Lebewesen des Korallenriffs. Ordnen Sie die Lebewesen den Trophiestufen zu.
- 2 Eine wichtige Komponente, die für die Funktionsweise aller Ökosysteme bedeutsam ist, fehlt in dem dargestellten Beispiel. Benennen Sie die Komponente und erläutern Sie ihre Funktion im Ökosystem.
- 3 Diskutieren Sie anhand des Textes und der Abb. 1, wie es zu den sporadischen Vergiftungen durch Ciguatoxin beim Menschen kommt.

### 23.3 Tricks schützen vor Fressfeinden

Tiere und Pflanzen haben eine Reihe von Schutzmechanismen entwickelt, die sie vor dem Gefressenwerden bewahren. Im Folgenden finden Sie Beispiele für diese Schutzmechanismen.



**1** In Ruhe sitzt der Rotaugenlaubfrosch meist zusammengekauert an Zweigen und hat die Augen geschlossen. Bei Erschütterungen in der Nähe richtet er sich auf und öffnet die Augen.




**2** Der Bartkauz lebt in borealen Nadelwäldern. Aufgrund der Färbung seines Gefieders fällt er in seiner natürlichen Umgebung kaum auf.



**3** Gottesanbeterinnen gehören zu den Fangschrecken. Sie sitzen reglos auf Blättern oder Blüten. Kommt ein Beutetier vorbei, wird es mit den Fangbeinen blitzschnell ergriffen. Die Gottesanbeterinnen zeichnen sich durch sehr variable Körperformen und Farben aus.



**4** Wird eine Pflanze angeknabbert, setzt sie Duftstoffe frei. Diese kurbeln in Nachbarpflanzen die Produktion von Abwehrsubstanzen an, darunter z. B. Stoffe, die die Verdauung der schädlichen Insekten stören.

-  ● **1** Geben Sie zu den vier Beispielen jeweils die Art des Schutzmechanismus an und begründen Sie Ihre Zuordnung.
- **2** In der Biologie ist es oft schwierig, klare Klassifizierungen vorzunehmen. Diskutieren Sie unter diesem Aspekt Ihre Zuordnung zu Abb. 3.