

Aufgaben Biologie 10b

SW 28

Informiere dich mit Hilfe des angehängten LB über folgende Begriffe:

Isolation, Selektion, Gendrift und Bottleneck.

Übernimm die angegebenen Überschriften und notiere deine Erkenntnisse darunter!

2.1.3.3 Selektion

Erkläre hierbei auch, was unter „gerichteter“ Selektion gemeint ist und wie das Ganze positiv bzw. negativ sein kann.

2.1.3.4 Isolation

Hier soll zusätzlich zwischen **geographische** und **ökologische Isolation** unterscheiden werden.

2.1.3.5 Gendrift

Hier sollte der Begriff Bottleneck bzw. Gründereffekt mit erklärt werden. Wo gab es den in der menschlichen Evolution?

Da ihr das vermutlich eh zu Hause erledigt, dürft ihr hier natürlich das Internet dafür nutzen. Aber Vorsicht, gewisse einschlägige Seiten liefern euch enorm viele, detaillierte Informationen. Dann braucht ihr Stunden. Tipp: SimpleClub 😊

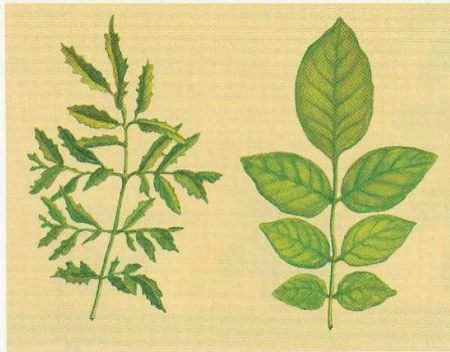
Mutationen

Alle **natürlichen Mutationen** (Veränderungen im Erbgut, S. 38) erfolgen richtungslos, d. h. zufällig. Durch Mutationen erhöht sich die Vielfalt der Genotypen in einer Population. Dadurch entstehen immer wieder veränderte oder neue Merkmale, z. B. Zuchtformen aus dem Wildkohl (Abb. 1, S. 75).

Diese zufälligen Merkmalsänderungen sind eine Voraussetzung für die Evolution. Es kann die **Auslese (Selektion)** wirksam werden.

Neukombinationen der Erbanlagen (Gene)

Ein weiterer Faktor, der die Evolution beeinflusst und die Voraussetzung für die Artenvielfalt schafft, ist die durch die Sexualität bewirkte **Neukombination der Gene** (s. S. 34). Bei der Keimzellenbildung und Befruchtung kommt es durch die Neukombination der Gene zu einer Erhöhung der Anzahl von unterschiedlichen äußeren Erscheinungsbildern und damit zur Erhöhung der **Variabilität (Veränderlichkeit)** von Organismen derselben Art. Beispiele für Variabilität sind die Gehäuse von *Schnirkelschnecken* (Farben, Bänderung, Abb. 2), die Größe und Form von Laubblättern bei der Walnuss (Abb. 1) oder die Größe, das Gefieder und die Farbe der *Haustauben*.



1 Variabilität in der Gestalt von Laubblättern bei der Walnuss

Natürliche Auslese (Selektion)

Ein weiterer Evolutionsfaktor ist die natürliche **Auslese** oder **Selektion**. Ihre Wirkung besteht darin, dass die Häufigkeit von weniger tauglichen Individuen einer Gruppe von Lebewesen verringert wird. Das bedeutet, dass diejenigen Individuen, deren Gene eine günstige Anpassung an die bestehende Umwelt bewirken, überleben und sich fortpflanzen können, während andere Individuen zugrunde gehen. Hierdurch bestimmt die natürliche Auslese die Richtung der Evolution. Sie wirkt also als richtunggebender Evolutionsfaktor. Durch die Auslese wird die Nachkommenschaft derjenigen Gruppe von Lebewesen erhöht, die besser an die Umwelt angepasst ist. Die Mutationen schaffen sozusagen das „Rohmaterial“ für die dann wirkende Auslese (Selektion). Während die Mutation Veränderungen in den Genen und damit im Genotyp bewirkt, wirkt die Auslese über den Phänotyp, d. h. über die ausgebildeten Merkmale. Insofern ist die Evolution primär durch die **Wechselwirkung dieser beiden Faktoren** bedingt.

Ein aktuelles Beispiel für das Zusammenwirken von Mutation und Auslese findet man beim *Birkenspanner* (*Biston betularia*, Abb. 1, S. 77). Von ihm existieren zwei Formen, eine hell gefärbte



2 Variabilität der Bänderung von Schnirkelschneckengehäusen



1 Helle und dunkle Formen vom Birkenspanner auf dunklem bzw. hellem Untergrund

und eine dunkel gefärbte Form. Beide Schmetterlingsformen leben vor allem auf Birken, deren Stamm in der Regel hell gefärbt ist. Sie unterscheiden sich durch eine Mutation des Gens, welches für die Produktion des Farbstoffes *Melanin* zuständig ist.

Je nachdem welche Gebiete man untersuchte, wurden unterschiedlich viele der einen bzw. anderen Form gefunden. Für die beiden Formen ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten der Tarnung gegenüber ihren Fressfeinden auf den natürlichen Untergründen. Auf hellem Untergrund ist die helle Mutante schwer auszumachen, während sie auf dunklem Untergrund leicht zu erkennen ist und für Feinde eine leichte Beute darstellt.

In Gebieten mit hoher Industrialisierung und damit in der Regel stärkerer Luftverschmutzung findet man vorwiegend Bäume, die kaum oder keinen Flechtenbewuchs zeigen und darüber hinaus durch Ruß- und Staubablagerungen eher dunkel gefärbt sind. In solchen Gebieten fand man ein deutlich stärkeres Auftreten der dunkleren Form und ein geringeres Auftreten der hellen Form.

Die hell gefärbten Flechten bedecken normalerweise die Baumrinde und sind ein so genannter

Bioindikator für saubere Luft. Demgegenüber ist die Verteilung in gering oder unbelasteten Gebieten eher umgekehrt. Offensichtlich wird jeweils die Mutante durch Fressfeinde, in der Regel Vögel, reduziert, die sich deutlich vom Untergrund abhebt, während die andere durch die gute Tarnung eher übersehen wird und somit überlebt. Die überlebenden Tiere können sich dann fortpflanzen. So kommt es dazu, dass in der nächsten Generation mehr Tiere der Form da sind, die sich besser an die Umwelt angepasst zeigt.

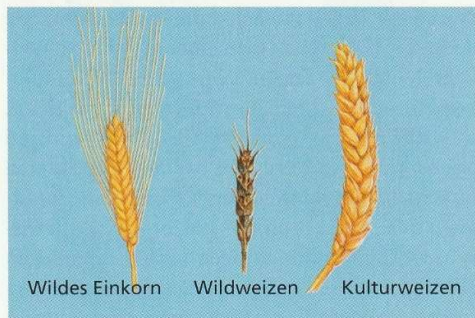
Die Mutationen, d.h. die sprunghaften Erbveränderungen, stellen zunächst die Voraussetzungen dafür dar, dass Lebewesen einer Art unterschiedliche Merkmale zeigen. Gäbe es keine Mutationen, die zu verschiedenen Ausprägungen führen, wäre die Wahrscheinlichkeit zu überleben und Nachkommen zu erzeugen bei den betrachteten Birkenspannern gleich. Somit stellen die Mutationen den ersten Evolutionsfaktor dar. Sie bewirken zufällige Veränderungen in den Erbanlagen (Genen). In unserem Beispiel des Birkenspanners sorgen die Vögel für die Reduzierung der schlecht getarnten Form, während die andere Form einen Auslesevorteil (Selektionsvorteil) besitzt.



1 Domestikation (Züchtung) von Wildtieren zu Haustieren

Die **natürliche Auslese (Selektion)** ist ein richtunggebender Evolutionsfaktor, da von Generation zu Generation immer neu die optimal angepassten Individuen einer Population an vorherrschende Umweltbedingungen erhalten bleiben und bei der Fortpflanzung ihren Genbestand an die Nachkommen weitergeben.

Die **Auslese** kann auch durch uns Menschen erfolgen. Seit vielen Jahrhunderten betreibt der Mensch gezielt Auslese, indem er bestimmte Tiere züchtet. So wurden viele Tiere, die als Wildtiere lebten, eingefangen und gezähmt. Es wurden über viele Generationen hinweg bestimmte Eigenschaften herausgezüchtet. Als Beispiele dieser als Zucht und **Domestikation** bezeichneten Vorgehensweise sind neben unseren *Milchkühen*, dem *Haushund*, dem *Pferd* auch unsere



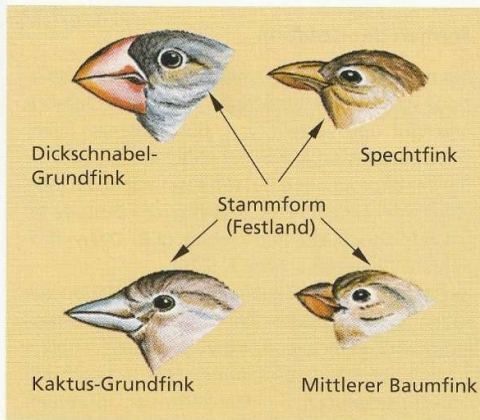
2 Domestikation (Züchtung) von Wildpflanzen zu Kulturpflanzen

Hausschweine (Abb. 1) zu nennen. Es wurden also immer die Tiere für die weitere Zucht selektiert, die bestimmte Eigenschaften besaßen, die es zu erhalten oder zu verstärken galt. Vergleichbares gilt auch für die Züchtung von *Kulturpflanzen* aus Wildpflanzen (Abb. 1, S.75; Abb. 2; s.a. Abschnitt Gentechnik, S.55 f).

Isolation

Durch die Beobachtungen DARWINs sind die Wirkungsweisen der Evolution für uns verständlicher geworden. Als DARWIN sich die Vogelwelt der von ihm bereisten Galapagosinseln (1000 km vor der Küste Ecuadors im Pazifik liegend) genauer ansah, fand er über zehn verschiedene Finkenarten. Diese zeigten trotz deutlicher Merkmalsunterschiede im Bereich des Schnabels und der Ernährungsweise starke Übereinstimmungen. Dies deutete auf eine nahe Verwandtschaft unter ihnen hin (Abb. 1, S.79).

Bei Betrachtung der Finken des Festlandes (Südamerika), dem die Inseln vorgelagert sind, zeigte sich, dass hier nur eine einzige Finkenart zu finden war. Diese Art muss den auf den Inseln lebenden Darwinfinken als Stammart gedient haben. Die Entwicklung, so deutete DARWIN, müsste sich wie folgt vollzogen haben. Einige wenige Finken der Festlandart wurden auf die Inseln verschlagen, wo noch keine Finken existierten. Sie wurden von der Stammart isoliert, d.h., in der Folge fand keine Kreuzung zwischen den *Darwinfinken* und den *Festlandfinken* mehr statt.



Auf den Galapagosinseln vor der Küste Ecuadors (Südamerika) lebende Finkenarten sehen ähnlich aus, unterscheiden sich aber in der Schnabelform. Sie sind Nahrungsspezialisten (Körnerfresser, Pflanzenfresser) und besiedeln verschiedene Biotope (Boden, Kakteen, Bäume).

Aus einer gemeinsamen Ahnform, einem auf dem Boden lebenden und Körner fressenden Finken des südamerikanischen Festlandes, entstanden neue Finkenarten: z. B. Dickschnabel-Grundfink (Körnerfresser, am Boden lebend), Kaktus-Grundfink (Körnerfresser, auf Kakteen lebend), Spechtfink (Insektenfresser, auf Bäumen lebend), Mittlerer Baumfink (Insektenfresser, auf Bäumen lebend)

1 Auf den Galapagosinseln lebende Finkenarten

Die Evolution verlief in den beiden Gruppen unterschiedlich, da die Umweltbedingungen auf Insel und Festland, die auf die beiden Populationen einwirkten, ebenso unterschiedlich waren wie die Mutationen, die in den Gruppen auftraten.

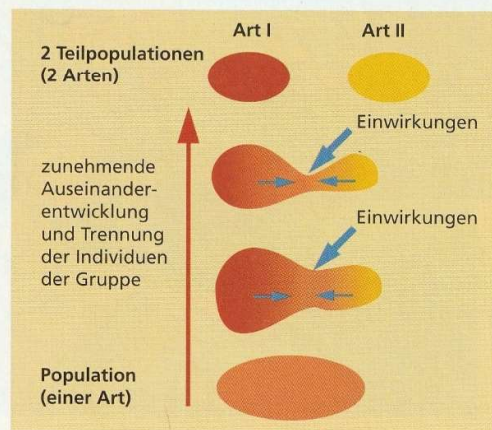
Die folgende Auseinanderentwicklung in viele verschiedene Finkenarten ist dadurch zu erklären, dass die Konkurrenz bei der Nahrungsnutzung dazu führte, dass verschiedene Angebote, wie Samen, Insekten, Früchte etc., genutzt wurden. Die Umwelt wurde gewissermaßen in verschiedene Bereiche aufgeteilt, in denen die Umweltbedingungen und die auftretenden Mutationen innerhalb der verschiedenen Gruppen zu verschiedenen Ausprägungen von Strukturen, hier z. B. von Schnäbeln, führten.

Den gesamten Vorgang bezeichnet man als **Einnischung**. Nur durch solche Einnischungsvorgänge ist das Nebeneinander vieler Arten im gleichen Lebensraum möglich. Dadurch kommen sich die Arten einfach nicht gegenseitig in die „Quere“.

Die Einnischung stellte als Form der Anpassung einen notwendigen Teil des Evolutionsvorganges dar. Durch sie wurden sich die Gruppen so „fremd“, dass sie sich nicht mehr miteinander fortpflanzten, wodurch neue Arten entstanden sind (Artspaltungsprozess, Abb. 2). Hierbei wurden jeweils die Tiere ausgelesen, die vorteilhafter

Mutationen aufwiesen. Es kam zu Artspaltungen, d.h., aus ursprünglich einer Art waren mehrere Arten entstanden (Abb. 2). Man kann also feststellen, dass die Isolation eine Voraussetzung für die Entstehung neuer Arten ist. Insofern wird die Isolation ebenfalls als Evolutionsfaktor aufgefasst.

Unter der *Isolation* versteht man die teilweise oder vollständige Unterbindung der Paarung und damit des Genaustausches bei der geschlechtlichen Fortpflanzung zwischen Individuen einer Art.



2 Entstehung von Arten (Modellvorstellung)

Als Folge der Isolation kommt es zur Trennung von Individuen einer Population. Die entstandenen Teilpopulationen entwickeln sich unabhängig voneinander weiter. So können in langen Zeiträumen neue Arten entstehen (Abb. 2, S. 79).

Es werden verschiedene **Formen der Isolation** unterschieden. Für alle Formen der Isolation ist die teilweise oder vollständige Unterbindung der Paarung von Individuen und damit die Verhinderung des Genaustausches zwischen Individuen einer Art oder zwischen verschiedenen Populationen einer Art kennzeichnend.

Durch **Isolation** wird die geschlechtliche Fortpflanzung zwischen den Individuen einer Population unterbunden. Dadurch wird der Genaustausch verhindert.

Die einzelnen Teilpopulationen entwickeln sich oft auch bei unterschiedlichen Umweltbedingungen isoliert voneinander. So können in langen Zeiträumen neue Arten entstehen.

Insgesamt kann man zusammenfassend feststellen, dass erst durch das Zusammenwirken verschiedener Evolutionsfaktoren Entwicklungsprozesse in Gang gesetzt werden.

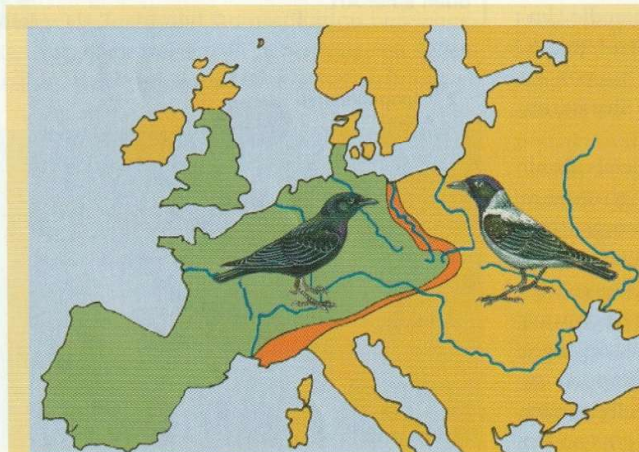
Formen der Isolation

Bei der **geografischen Isolation** (*räumliche Isolation*) werden die Individuen einer Art räumlich getrennt und verteilt, z.B. durch Meere, Seen, Gebirge, Wüsten, Gletscher (Abb. 1).

Bei der **ökologischen Isolation** besiedeln die Individuen der neuen Arten verschiedene Biotope im gleichen geografischen Gebiet (z.B. Darwinfinnen auf Galapagos, Abb. 1, S. 79).

Bei der **fortpflanzungsbiologischen Isolation** besitzen die Individuen der neuen Arten unterschiedliche Fortpflanzungszeiten bzw. unterschiedliches Paarungsverhalten (z.B. unterschiedliche Laichzeiten – Wasserfrosch Mai/Juni; Grasfrosch Febr./April).

Die **Mutation** bildet durch die ungerichteten Erbveränderungen die „Rohstoffe“ für die Evolution. Durch die **Neukombination der Gene** wird die erbliche Variabilität innerhalb der Individuengruppe (Population) erhöht. Die **Auslese** gibt den Erbveränderungen eine bestimmte Richtung. Durch **Isolation** werden Prozesse des Austausches von Erbgut zwischen den getrennten Gruppen eingeschränkt, wodurch es zur Bildung von neuen Arten kommen kann.



Durch Vorstoßen der Gletscher in der letzten Eiszeit nach Mitteleuropa (vor etwa 20 000 Jahren) entwickelten sich aus der einheitlichen Krähenpopulation die Teilpopulationen der Rabenkrähe und Nebelkrähe.

Legende:
dunkelbrauner Bereich kennzeichnet gemeinsames Vorkommen beider Formen und von Mischlingen

1 Verbreitung von Raben- und Nebelkrähe (geografische Isolation)