

Kapitel 23

Charles Darwins Evolutionstheorie

- Darwin entwickelte seine Theorie der Evolution durch natürliche Selektion anhand von sorgfältigen Naturbeobachtungen, vor allem während seiner Reise um die Welt an Bord der *Beagle*.
[Siehe Abbildung 23.1](#)
- Darwins Theorie beruhte auf wohlbekanntem Fakten und einigen entscheidenden Schlussfolgerungen.
- Durch die moderne Genetik wurden die Mechanismen der Vererbung entdeckt, die Darwin noch nicht bekannt waren.
- Da Darwin keine Beispiele für das Einwirken der natürlichen Selektion vorlag, stützte er seine Argumente auf die künstliche Zuchtwahl.
[Siehe Tutorium 23.1](#)
- Eine moderne Erweiterung von Darwins Konzepten ist die Synthetische Evolutionstheorie.

Genetische Variabilität innerhalb von Populationen

- Damit eine Population evolvieren kann, müssen ihre Mitglieder erbliche genetische Variabilität aufweisen; diese bildet das Ausgangsmaterial, auf das die Evolutionsfaktoren einwirken können.
- Ein einzelnes Individuum besitzt nur einen Teil der Allele, die in seiner Population vorkommen.
[Siehe Abbildung 23.3](#)
- Die meisten natürlichen Populationen sind durch beträchtliche genetische Variabilität gekennzeichnet.
[Siehe Abbildung 23.4](#) und [Abbildung 23.5](#)
- Das Ausmaß der genetischen Variabilität einer Population lässt sich anhand der Allelfrequenzen ermitteln. Diese schätzen Biologen ab, indem sie stichprobenhaft einige Individuen der Population untersuchen. Die Summe aller Allelfrequenzen an einem Genort ist gleich 1.
[Siehe Abbildung 23.6](#)
- Genotypfrequenzen zeigen, wie die genetische Variabilität einer Population unter ihren Mitgliedern verteilt ist. Populationen mit den gleichen Allelfrequenzen können dennoch verschiedene Genotypfrequenzen aufweisen.

Das Hardy-Weinberg-Gleichgewicht

- Damit sich eine Population im Hardy-Weinberg-Gleichgewicht befindet, müssen mehrere Bedingungen erfüllt sein: Paarungen müssen nach dem Zufallsprinzip erfolgen, die Population muss sehr groß sein, es darf keine Zu- und Abwanderung erfolgen, es dürfen keine Mutationen auftreten und es darf keine natürliche Selektion auf die Population einwirken.
- In einer Population im Hardy-Weinberg-Gleichgewicht bleiben die Allelfrequenzen von einer Generation zur nächsten gleich. Zudem bleiben gleiche Anteile an Genotypfrequenzen erhalten: $p^2 + 2pq + q^2 = 1$.
[Siehe Abbildung 23.7](#)

- Biologen können feststellen, ob ein Evolutionsfaktor auf eine Population einwirkt, indem sie die Genotypfrequenzen dieser Population mit den Erwartungen nach dem Hardy-Weinberg-Gleichgewicht vergleichen.

Siehe Tutorium 23.2

Evolutionsfaktoren und ihre Auswirkungen

- Veränderungen der genetischen Struktur von Populationen werden durch verschiedene Evolutionsfaktoren verursacht: Mutation, Genfluss, genetische Drift, nichtzufällige Paarungen und natürliche Selektion.
- Die Quelle für genetische Variabilität sind Mutationen. Die meisten Mutationen sind für ihre Träger nachteilig oder neutral, manche sind jedoch auch von Vorteil, vor allem, wenn sich die Umwelt verändert.
- Genfluss erfolgt, wenn zwischen zwei Populationen ein Austausch von Individuen oder Gameten stattfindet und diese anschließend an ihrem neuen Ort zur Fortpflanzung gelangen. Durch Genfluss können neue Allele in einer Population hinzukommen, oder es können sich die Frequenzen bereits vorhandener Allele ändern.
- Der als genetische Drift bezeichnete zufällige Verlust von Allelen führt zu Veränderungen der Allelfrequenzen, die sich besonders gravierend bei kleinen Populationen auswirken können. Auch Organismen, die normalerweise große Populationen bilden, können gelegentlich Perioden durchmachen, in denen nur eine kleine Zahl von Individuen überlebt (Flaschenhalseffekt).
[Siehe Abbildung 23.8](#)
- Die Genfrequenzen von Populationen, die aus einigen wenigen neu eingewanderten Gründern hervorgegangen sind, unterscheiden sich ebenfalls von denen der Stammpopulation.
[Siehe Abbildung 23.10](#)
- Wenn sich Individuen häufiger mit Individuen eines bestimmten Genotyps paaren, als bei Paarungen nach dem Zufallsprinzip zu erwarten wäre – das heißt, wenn Paarungen nicht zufällig erfolgen –, dann weichen die Genotypfrequenzen von den Erwartungen nach dem Hardy-Weinberg-Gleichgewicht ab.
[Siehe Abbildung 23.11](#)
- Durch Selbstbefruchtung, eine extreme Form der nichtzufälligen Paarung, verringert sich die Häufigkeit heterozygoter Individuen unter den nach dem Hardy-Weinberg-Gleichgewicht erwarteten Wert, ohne dass sich die Allelfrequenzen ändern.
- Die natürliche Selektion ist der einzige Evolutionsfaktor, der zur Anpassung von Populationen an ihre Umwelt führt.
- Als biologische Fitness bezeichnet man den relativen Beitrag eines Phänotyps zu nachfolgenden Generationen im Vergleich zu dem anderer Phänotypen. Bestimmt wird die Fitness eines Phänotyps durch die durchschnittliche Überlebens- und Fortpflanzungsrate von Individuen dieses Phänotyps.

Die Ergebnisse der natürlichen Selektion

- Stabilisierende Selektion verringert die Variabilität und bewirkt, dass durchschnittliche Merkmale einer Population erhalten bleiben.
[Siehe Abbildung 23.12a](#) und [Abbildung 23.13](#)
- Durch gerichtete Selektion ändert sich ein Merkmal, indem Individuen begünstigt werden, die in einer Richtung vom Durchschnitt der Population abweichen. Wenn gerichtete Selektion über

mehrere Generationen einwirkt, kann sich daraus ein Evolutionstrend ergeben.

[Siehe Abbildung 23.12b](#) und [Abbildung 23.14](#)

- Durch disruptive Selektion verändert sich ein Merkmal, indem Individuen begünstigt werden, die in beide Richtungen vom Durchschnitt der Population abweichen.

[Siehe Abbildung 23.12c](#) und [Abbildung 23.15](#)

- Sexuell selektierte Merkmale können evolvieren, weil Weibchen sich bevorzugt mit Männchen paaren, die diese Merkmale aufweisen.

[Siehe Abbildung 23.16](#) und [Abbildung 23.17](#)

Einschätzung der Kosten von Anpassungen

- Der Besitz einer Resistenz gegen giftige Substanzen kann mit einem Kompromiss in Form eines verringerten Fortpflanzungserfolgs verbunden sein.

[Siehe Abbildung 23.18](#) und [Tutorium 23.3](#)

- Sexuell selektierte Eigenschaften können bei den Männchen zu einem stärkeren Parasitenbefall und einer höheren Sterblichkeit führen.

[Siehe Abbildung 23.19](#)

Aufrechterhalten der genetischen Variabilität

- Genetische Drift, stabilisierende Selektion und gerichtete Selektion führen meist zu einer Verringerung der genetischen Variabilität, aber die meisten Populationen sind in hohem Maß genetisch variabel.

- Durch sexuelle Rekombination erhöht sich das Evolutionspotenzial von Populationen, aber sie wirkt sich nicht auf die Allelfrequenzen aus. Vielmehr erzeugt sie neue Kombinationen des genetischen Materials, auf welche die natürliche Selektion einwirken kann.

- Durch häufigkeitsabhängige Selektion kann die genetische Variabilität einer Population aufrechterhalten bleiben.

[Siehe Abbildung 23.20](#)

- Große Teile der genetischen Variabilität bleiben durch geographische Faktoren erhalten.

[Siehe Abbildung 23.21](#)

Einschränkungen der Evolution

- Die natürliche Selektion wirkt, indem sie bereits Vorhandenes modifiziert. Es liegen konstruktive Zwänge vor.

Kulturelle Evolution

- Durch kulturelle Evolution können sich erlernte Eigenschaften rasch ausbreiten.

Evolution auf kurze und auf lange Sicht

- Der Verlauf langfristiger evolutionärer Veränderungen kann stark durch Ereignisse beeinflusst werden, die so selten auftreten oder so langsam erfolgen, dass sie sich bei kurzzeitigen Evolutionsstudien kaum beobachten lassen. Daher ist es erforderlich, zusätzliche Belege zusammenzutragen, wenn wir verstehen wollen, warum die Evolution auf lange Sicht genau so verlief wie es der Fall war.