

c) Das Zusammenspiel der Evolutionsfaktoren

- Aufgaben:**
1. **Markiere** in den Texten, wie die einzelnen Evolutionsfaktoren auf den Genpool einer Population wirken (tw. Wiederholung).
 2. **Veranschauliche** das Zusammenspiel der Evolutionsfaktoren mit Hilfe eines **Schemas** (siehe unten)!

Rekombination. Bei der Keimzellbildung hängt es vom Zufall ab, ob das mütterliche oder das väterliche Chromosom eines Paares in die Keimzelle gelangt.

Durch diese freie Kombinierbarkeit der Chromosomen wird eine sehr große Zahl genetisch unterschiedlicher Gameten ausgebildet. Durch Chromosomenstück-Austausch während der Meiose wird diese Zahl noch erhöht. Schließlich entstehen bei der Verschmelzung von Ei- und Spermazelle immer wieder neue Genotypen. Dem 3. MENDELschen Gesetz entsprechend findet ja eine Neukombination der Gene und damit auch der Merkmale statt. Diese Neukombination von Erbanlagen bei der sexuellen Fortpflanzung nennt man Rekombination. Durch die verschiedenen Prozesse der Rekombination entsteht in einer Population genetische Vielfalt. Die Rekombinationen sind für die Entstehung neuer Genotypen noch wichtiger als die Mutationen. Gäbe es plötzlich keine Mutationen mehr, entstünden trotzdem noch in Hunderten von Generationen ständig neue Genotypen durch Rekombination. Die Zahl der Kombinationsmöglichkeiten der Gene innerhalb einer Population ist unvorstellbar hoch. Deshalb können bei weitem nicht alle theoretisch möglichen Kombinationen in einer Population tatsächlich vertreten

Selektion. Der extrem kalte und lange Winter 1946/47 in Mitteleuropa führte zur Verminderung der Insekten. Damit war ein Nahrungsmangel für Maulwürfe verbunden. Genetisch bedingt kleinere Tiere hatten einen Selektionsvorteil. Sie kamen mit weniger Nahrung aus. Größere Tiere verhungerten eher.

Untersuchungen ergaben, daß der prozentuale Anteil größerer Tiere nach diesem Winter gesunken war. Das zeigt uns: Die Auslese setzt am Phänotyp an. Genotypische Unterschiede, die phänotypisch nicht in Erscheinung treten, werden von der Selektion nicht erfaßt. Die Evolutionsfaktoren Mutation, Rekombination und Gentransfer stellen für die natürliche Auslese, die Selektion, das Material bereit. Diese gibt dann dem Evolutionsprozeß eine Richtung, indem sie die weniger tauglichen Individuen zurückdrängt oder ausmerzt, während sie die anderen Individuen der gleichen Population begünstigt.

Bei der Entscheidung, ob ein Merkmal in einer Population positiven oder negativen Selektionswert hat, muß man die jeweiligen Umweltbedingungen berücksichtigen. Unter extremem Nahrungsmangel war die geringe Körpergröße für die Maulwürfe vorteilhaft. Unter anderen Bedingungen, z. B. bei Zunahme der natürlichen Feinde, könnte die Kleinheit der Maulwürfe wegen geringerer Verteidigungsfähigkeit einen negativen Selektionswert haben.

Mutation. Bakterien teilen sich unter optimalen Kulturbedingungen alle 20 Minuten. In 24 Stunden können also theoretisch $2^{72} = 4,7 \times 10^{21}$ Zellen entstehen. Findet sich unter Hunderttausenden von Bakterien im Körper eines erkrankten Menschen ein einzelnes, das infolge einer Mutation gegen ein bestimmtes Antibiotikum resistent ist, so kann es den Einsatz dieser medizinischen Waffe überleben. Es wird also aus einer riesigen Zahl von Erregern, die alle abgetötet werden, ausgelesen. Seine Resistenz gibt es an alle Nachkommen weiter. Damit ist das eingesetzte Medikament wirkungslos geworden.

Die Häufigkeit, mit der ein einzelnes Gen mutiert, heißt **Mutationsrate**. Sie liegt für ein Bakterium im Durchschnitt bei 10^{-7} . Das bedeutet, daß ein einzelnes Gen in nur einer unter 10 Millionen Zellen mutiert. Die Mutationsrate ist niedrig. Infolge der unvorstellbar hohen Nachkommenzahl der Bakterien ist die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Mutation aber doch relativ hoch.

Mutationen verändern den Genbestand oder **Genpool** einer Population qualitativ. Sie sorgen für den unerschöpflichen Vorrat an genetischer Variation in einer Population. Sie stellen das Material für den Evolutionsprozeß bereit. Damit sind sie ein wesentlicher Evolutionsfaktor.

Bei vielzelligen Organismen können Mutationen in den Körperzellen oder in den Keimzellen auftreten. Nur, wenn sie in Ei- oder Spermazellen bzw. deren Vorstadien vorliegen, können bei geschlechtlicher Fortpflanzung Mutanten entstehen. Bei vielzelligen Organismen schätzt man die Mutationsrate für ein einzelnes Gen auf 10^{-6} . Unter einer Million Keimzellen tritt also nur eine auf, die am betreffenden Genort eine Mutation aufweist. Die Zahl der Gene eines eukaryontischen Organismus ist aber sehr hoch. Man schätzt sie je nach Art auf 10^4 bis 10^6 . Ein Organismus mit 10^5 Genen hätte bei einer Mutationsrate von 10^{-6} also immerhin in $\frac{1}{10}$ seiner Keimzellen eine Mutation aufzuweisen. Trotz niedriger Mutationsrate ist infolge der hohen Genzahl die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Mutation relativ hoch. Man nimmt z. B. an, daß 10% bis 40% aller Keimzellen des Menschen ein mutiertes Gen tragen.



Schema - Zusammenspiel der Evolutionsfaktoren am Beispiel der Giraffe

