

1.2 Artbegriff und Genpool

Das Landkärtchen ist ein Schmetterling, dessen Flügelunterseiten mit einem Netz von Linien überzogen sind, das an Landkarten erinnert. Dieser Falter bildet zwei Generationen im Jahr aus, die sich im Aussehen stark unterscheiden: die bräunlichrote Frühlingsform und die schwarze Sommerform (Abb. 428.1). Von CARL VON LINNÉ (1707–1778) wurden sie deshalb noch als zwei Arten beschrieben. LINNÉ klassifizierte Organismen, in dem er sie den Kategorien Art, Gattung, Ordnung, Klasse und Reich zuordnete. Jeder Art gab er einen lateinischen Doppelnamen, z. B. nannte er das Maiglöckchen *Convallaria majalis*. In dieser binären Nomenklatur bezeichnet das erste Wort die Gattung, beim zweiten handelt es sich um einen die Art kennzeichnenden Begriff (Abb. 428.2). Die Zuordnung zu einer Art nahm LINNÉ aufgrund von Merkmalen des Körperbaus vor. Nach diesem **morphologischen Artbegriff** gehören diejenigen Lebewesen zu einer Art, die in wesentlichen Körpermerkmalen untereinander und mit ihren Nachkommen übereinstimmen. Bei Pflanzen zählen z. B. Eigenschaften des Blütenbaus zu den wesentlichen Merkmalen. Wie beim Landkärtchen gelingt es der Wissenschaft nicht immer, anhand des äußeren Erscheinungsbildes Organismen klar und eindeutig einer Art zuzuordnen.

In dieser Hinsicht bedeutete der von ERNST MAYR (1904–2005) befürwortete **biologische Artbegriff** einen



Abb. 428.2 CARL VON LINNÉ und sein System der binären Nomenklatur. A Portrait; B von LINNÉ beschrifteter Herbarbogen des Maiglöckchens



Abb. 428.1 Landkärtchen A Frühlingsform B Sommerform

wesentlichen Fortschritt. Danach wird unter einer Art eine Population verstanden, deren Individuen sich untereinander kreuzen lassen und durch Fortpflanzungsschranken von anderen Populationen isoliert sind. Zu den Fortpflanzungsschranken gehören z. B. die unterschiedlichen Fortpflanzungszeiten bei Fröschen.

Die Erkenntnisse der Populationsgenetik, die sich mit der Verteilung der Allele in der Nachkommenschaft ganzer Populationen beschäftigt, unterstützen die Darwin'sche Evolutionstheorie. Die Gesamtheit der Allele einer Population wird als **Genpool** bezeichnet. Er bleibt nach dem HARDY-WEINBERG-Gesetz (S. 173) unter den folgenden Voraussetzungen konstant: Es treten keine Mutationen auf, alle Individuen sind für die gegebene Umwelt gleich gut geeignet und die Wahrscheinlichkeit für die Paarung beliebiger Partner ist gleich groß; die Population ist sehr groß, der Genpool bleibt daher auch beim Zu- oder Abwandern oder Tod einzelner Individuen praktisch konstant. Nach dem **populationsgenetischen Artbegriff** wird eine Art als eine Population definiert, deren Genpool von den Genpools anderer Arten getrennt ist.

Auch Fossilien kann man unterschiedlichen Arten zuordnen. Da Kreuzungsversuche in solchen Fällen ausgeschlossen sind, kann in der Paläontologie nur ein morphologischer Artbegriff verwendet werden. Nicht selten sind allerdings wesentliche Merkmale, die nach gängiger Lehrmeinung bei heute lebenden Organismen eine Art bestimmen, an den Fossilresten nicht erhalten. Daher kennzeichnen manchmal zufällig erhaltene morphologische Eigenschaften den **paläontologischen Artbegriff**, wie z. B. ein Blattabdruck anstelle des normalerweise zur Artbestimmung verwendeten Blütenbaus.

1.3 Mutation und Rekombination

Veränderungen des Genpools kommen durch die zufällig auftretenden Mutationen zustande. Nur Mutationen liefern neue Allele. Auch durch sexuelle Rekombination wird die Variabilität einer Population erhöht, und zwar ohne Veränderung des Genpools.

Unter einer **Mutation** versteht man eine Veränderung der Nucleotidsequenz der DNA (S.126). So kommt es beispielsweise bei der Replikation der DNA immer wieder zu Fehlern. Die Fehler betreffen auch jene DNA-Bereiche, die keine genetische Information tragen. Mutationen sind häufige Ereignisse: Beispielsweise trägt beim Menschen jeder dritte bis vierte Gamet (Eizelle oder Spermium) eine neue Mutation. Allerdings kommt nur ein kleiner Teil dieser genetischen Veränderungen auch im Phänotyp zum Ausdruck. Beispielsweise lässt sich eine Mutation, die zum Albinismus führt, beim Menschen und vielen Tierarten beobachten. Dabei können Pigmente für Haut oder Federn nicht gebildet werden (Abb. 429.1). Aufgrund ihres Phänotyps, der sie für Fressfeinde besonders auffällig macht, werden albinotische Tiere in der Natur schnell entdeckt und gefressen.

Eine Neukombination von Allelen führt ebenfalls zu neuen Genotypen. Diesen Vorgang bezeichnet man als **Rekombination**. Er erhöht die genetische Variabilität von Individuen und erweitert damit das durch Mutationen vorgegebene Spektrum an neuen Phänotypen. Selbst innerhalb einer Population können verschiedenste Varianten auftreten (Abb. 429.2). Auf den ersten Blick sehen z. B. alle Zebras identisch aus. Tatsächlich trägt jedoch je-



Abb. 429.1 Albino-Eselpinguin in einer Brutkolonie

des Tier sein individuelles Streifenkleid (Abb. 429.3). Der Genpool einer Population verändert sich dadurch jedoch nicht. Rekombination erfolgt durch Zufallsverteilung der väterlichen und mütterlichen Chromosomen sowie durch Crossover während der Meiose (S.166).

Das Ausmaß der Variabilität in der Folgegeneration hängt von der Zahl unterschiedlicher Gameten ab. Beim Menschen ergeben sich allein durch die zufällige Verteilung der 23 homologen Paare von Chromosomen $2^{23} = 8\,388\,608$ verschiedene Kombinationsmöglichkeiten. Erhöht wird diese mögliche Anzahl der Rekombinanten noch durch Crossover. Die Anzahl der theoretisch möglichen Allelkombinationen übersteigt deswegen die Zahl der Individuen einer Population um ein Vielfaches. Aufgrund der hohen Variabilität bei sexueller Fortpflanzung entstehen relativ häufig Individuen, die an veränderte Umweltbedingungen angepasst wären. Wenn sich nun Umweltbedingungen tatsächlich verändern, z. B. aufgrund zufälliger oder durch den Menschen verursachter Ereignisse, haben diese daran angepassten Individuen mit hoher Wahrscheinlichkeit viele Nachkommen. Dies ist ein Grund dafür, dass für die Evolution die geschlechtliche Fortpflanzung von überragender Bedeutung ist und sich beim überwiegenden Teil der Mehrzeller durchgesetzt hat. Demgegenüber spielt die ungeschlechtliche Fortpflanzung eine geringere Rolle.



Abb. 429.2 Unterschiedliche Phänotypen in einer Population von Muscheln



Abb. 429.3 Jedes Zebra besitzt ein individuelles Streifenkleid