

**Zeitschrift:** Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen  
**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen  
**Band:** 66 (2014)

**Artikel:** Das grüne Kleid der Erde : Pflanzenevolution und Erdgeschichte  
**Autor:** Demmerle, Susi / Stössel-Sittig, Iwan  
**Kapitel:** 3: Die Evolution  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-585006>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

### 3. Die Evolution

Die Evolutionslehre wurde 1859 von Charles Darwin (Abb. 3.1) und Alfred Russel Wallace (Abb. 3.2) begründet. Andere Wissenschaftler wie Cuvier, Owen, Lamarck, Lyell, Hooker u.a.m. hatten schon vor ihnen über die Evolution der Lebewesen und das Alter der Erde nachgedacht, und Darwin konnte auf ihr geologisches und biologisches Wissen aufbauen. Er war selbst in einem naturwissenschaftlichen Umfeld aufgewachsen und hatte schon früh mit anderen Wissenschaftlern regen Gedankenaustausch gepflegt. In langer und äusserst präziser Arbeit hatte er die Grundlagen für die Theorie der natürlichen Auslese schliesslich umfassend untermauern und formulieren können. Wallace kam unabhängig von Darwin fast zur gleichen Zeit zu den selben Schlussfolgerungen; doch seine Argumentationsreihe war deutlich weniger ausgefeilt und lückenhafter. Im historischen Rückblick droht seine Figur daher oft und zu Unrecht im Schatten des gewaltigen Charles Darwin zu verschwinden.

Evolution heisst Entwicklung. Darwin und Wallace zeigten, dass sich das

Leben auf der Erde im Lauf der Zeit verändert hatte. Arten von Lebewesen sind nicht unveränderlich, aus jeder Lebensform kann sich über geologische Zeiträume eine neue Lebensform entwickeln.

Der Grundgedanke Darwins basiert auf zwei Beobachtungen:

- Die Nachkommen eines Lebewesens unterscheiden sich immer geringfügig von den Eltern. Diese Unterschiede können je nach Umfeld und Konkurrenz günstig oder weniger günstig für das Überleben der Nachkommen sein. Einige dieser Merkmale sind vererbt von einem Elternteil; andere Merkmale treten neu auf (Mutation).

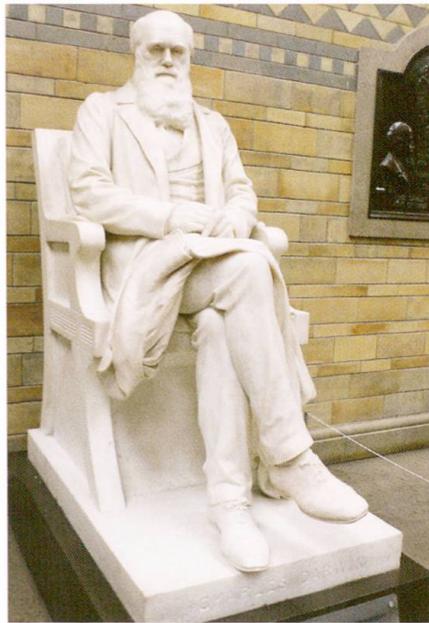


Abb. 3.1: Charles Darwin, 1809–1882

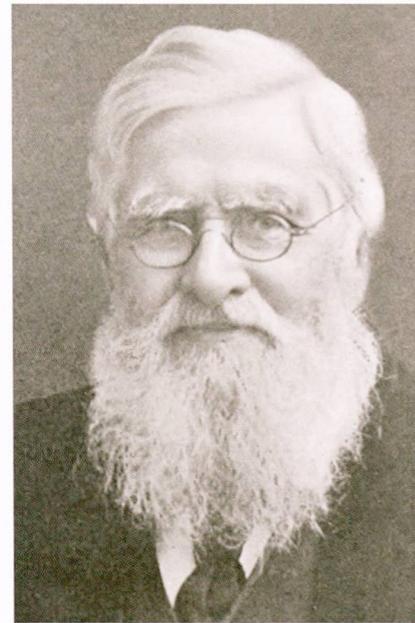


Abb. 3.2: Alfred Russel Wallace, 1823–1913

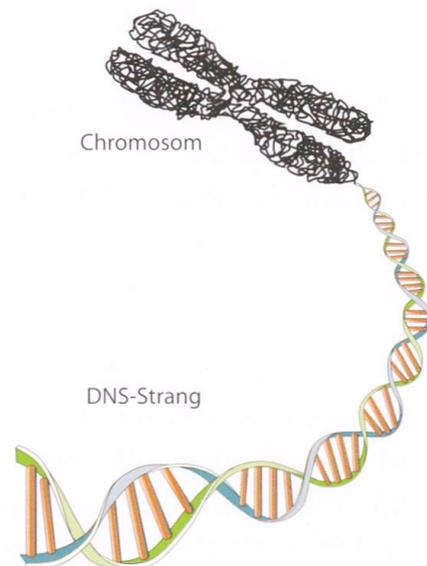
- Sämtliche Tier- und Pflanzenarten hinterlassen sehr viel mehr Nachkommen, als für das Überleben der Art notwendig sind. So sterben viele dieser Nachkommen, bevor sie selbst das fortpflanzungsfähige Alter erreichen. Diejenigen mit etwas günstigeren Erbanlagen haben dabei leicht höhere Überlebenschancen.

Wer die besten Überlebenschancen hat, entscheidet die Umwelt. Die Umwelt verändert sich aber laufend. Klima, Feinddruck, Konkurrenz und Nahrungsangebot, Verteilung der Kontinente und Vulkanismus sind nur einige Beispiele. Veränderungen sind oft nicht kontinuierlich, sondern ereignen sich innerhalb geologisch kurzer Zeit. Deshalb verläuft auch die Evolution nicht immer langsam und gradlinig, sondern oft rasch und sprunghaft.

Neue Arten können sich auch bilden, wenn Nachkommen einer Art geographisch etwa durch Wasser, Gebirge, Wüsten oder Täler getrennt und dadurch an der Paarung gehindert werden. Die Umwelt kann sich in der Folge in den getrennten Lebensräumen unterschiedlich entwickeln und andere Auslesekriterien werden wirksam.

Die Evolution kann als ein sich selbst optimierendes System betrachtet werden, in dem ungeeignete Lebensentwürfe verworfen werden und geeignete Lösungen überleben. Dadurch entsteht eine scheinbar gerichtete Entwicklung zu Komplizierterem. Während zu Beginn nur ganz einfache Lebensformen vorgekommen sein dürften, haben sich im Laufe der Erdgeschichte auch immer kompliziertere Lebewesen entwickelt. Diese scheinbare Entwicklung hin zu komplizierten Lebensformen wird immer wieder so interpretiert, als hätte die Evolution ein zu erreichendes Ziel (und dieses Ziel sei natürlich der Mensch als Krone der Schöpfung). Das ist aber bei der Evolution des Lebens nicht der Fall. Da die einfachst mögliche Lebensform am Anfang gestanden haben muss, ist jede Entwicklung eine Entwicklung hin zu höherer Komplexität.

Darwin und Wallace beschrieben das Phänomen der Evolution, aber sie konnten noch nichts über die biochemischen Hintergründe wissen. Heute wissen wir: Jede Zelle enthält Gene, diese Gene bestehen aus Desoxiribonu-



**Abb. 3.3:** DNS-Molekül, aus dem Chromosom heraus vergrößert

kleinsäure (DNS). Mutationen in dieser Erbsubstanz entstehen zufällig, wenn sie durch energiereiche Strahlung (radioaktive Strahlung, UV-Licht etc.) oder chemische Einflüsse umformiert wird, oder wenn während der Zellteilung «Kopierfehler» auftreten. Solche Mutationen können die Eigenschaften eines Lebewesens beeinflussen und können unter Umständen an die Nachkommen weiter gegeben werden. Viele dieser Mutationen sind für das Überleben ungünstig, nur einige wenige sind vorteilhaft. Träger dieser Mutationen haben einen Überlebensvorteil und können ihre Gene bevorzugt an die Nachkommen weiter geben.

Wenn man diese Grundgedanken nicht nur über zwei bis drei Generationen, sondern über Jahrtausende weiter denkt, landet man unweigerlich bei der Evolution: Alle Nachkommen sind also etwas verschieden von ihren Eltern und die Umwelt ändert sich immer wieder, so dass die Individuen immer wieder einem neuen Anpassungsdruck ausgesetzt sind. So können schliesslich neue Arten entstehen.

Es stellt sich aber auch die Frage, wie das alles begann. Welche Lebensform stand ganz am Anfang? Oder waren es gar mehrere? Und wie konnte aus unbelebten Vorgängersubstanzen ein erstes Lebewesen entstehen? Dazu weiss die Wissenschaft auch heute noch keine abschliessende Antwort (vgl. Kapitel 4).

### 3.1 Die DNS als chemischer Informationsträger

Das DNS-Molekül (Abb. 3.3 und Abb. 3.4) besteht aus fünf verschiedenen Atomen: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Phosphor. Es sind lange aperiodische Fäden, die zu Chromosomen aufspiralisiert werden. Die DNS schreibt das Lebensprogramm aller Lebewesen auf dieser Erde auf chemische Art in einem grossen Biomolekül. Diese chemische Information ist universell, d.h. sie kann von allen Lebewesen gelesen und umgesetzt werden,

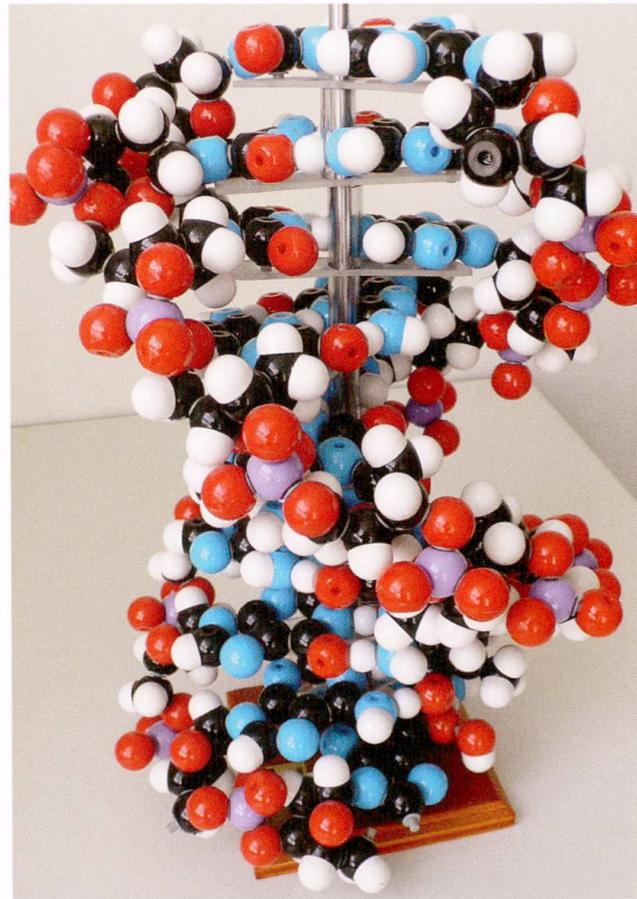


Abb. 3.4: DNS-Modell mit den Atomen, aus denen es aufgebaut ist (Ausschnitt): Kohlenstoff C (schwarz), Wasserstoff H (weiss), Sauerstoff O (rot), Stickstoff N (blau) und Phosphor P (lila).

daher spricht man von einem «universellen Code». DNS ist «unsterblich», sie wird von den Eltern via Chromosomen auf die Kinder vererbt und dabei wird ihre Erbinformation neu gemischt. Gentechniker benutzen die Tatsache der Universalität des genetischen Codes rege und können so Eigenschaften – Stücke der DNS – von Art zu Art oder gar von Tieren auf Pflanzen und umgekehrt übertragen. Man kann sich die Stücke wie Legosteine vorstellen, die in verschiedene Bauwerke eingesetzt werden können.

DNS-«Legoklötze» (Gene) und ihre Veränderungen dienen den Wissenschaftlern auch, um Alter und Verwandtschaftsgrad von Lebewesen untereinander zu bestimmen. Diese Möglichkeit ergänzt und präzisiert Erkenntnisse, die man aus fossilen Funden gewinnen kann (siehe Anhang).

Da alle Lebewesen auf der Erde den Informationscode der DNS benutzen, nimmt man heute an, dass sie alle den selben Ursprung haben.

### **3.2 Evolution in Aktion**

Evolution ist nicht graue Theorie. Sie lässt sich konkret beobachten. Das wohl eindrucklichste Beispiel dafür ist die Entwicklung von Antibiotika-Resistenzen in Bakterien:

Bakterien vermehren sich durch Zweiteilung. Ihre Reproduktionszeit ist sehr schnell, sie können sich in 20 – 30 Minuten verdoppeln, wenn ihre Umwelt stimmt. Wenn nun Penicillin zur Bekämpfung einer Infektion verabreicht wird, sterben die meisten Bakterien. Einige wenige können aber eine Mutation enthalten, die sie gegen das Gift resistent macht. Vielleicht wären sie ihren Artgenossen unter normalen Umständen unterlegen und würden wieder verschwinden, aber unter Penicillineinfluss überleben sie als Einzige und geben die Mutation an ihre Nachkommen weiter, so dass nach kurzer Zeit nur noch resistente Bakterien vorkommen. Nun sucht die Pharma-Industrie nach neuen Antibiotika, die an einer anderen Stelle in den Stoffwechsel der Bakterien eingreifen und sie schädigen. Moleküle, die in der Natur eventuell gar nicht vorkommen, werden produziert und helfen eine Weile bei der Bekämpfung von Infektionen. Dasselbe wie vorher passiert erneut, und ein Stamm von resistenten Keimen entsteht. Das ist die Ursache der heute so gefürchteten Resistenz – oft sogar multiplen Resistenz – gegen die meisten Arten von Antibiotika.

Übrigens: Gene können auch «horizontal», d.h. von einem Bakterium auf das einer anderen Art, übertragen werden. So kann eine Resistenz auch auf anderen Bakterien wirksam werden, was natürlich in der Medizin äusserst unerwünscht ist.

Eine ähnliche Art der Übertragung nutzt die Gentechnik – diesmal gezielt. Da, wie oben erwähnt, der DNS-Code universell ist, kann er von allen Lebewesen gelesen und umgesetzt werden, d.h. Gene können selektiv ausgeschnitten und auf ein anderes Lebewesen übertragen werden.

Ein bekanntes Beispiel ist die Herstellung von menschlichem Insulin durch Bakterien. Der «Legostein» für Insulinproduktion wird aus dem menschlichen Erbgut ausgeschnitten und in ein harmloses Bakterium übertragen. Ist diese Rekombination gelungen, kann das Bakterium in grossen Fermentern gezüchtet werden, wo es Insulin produziert, das «geerntet» werden kann. Alle Nachkommen dieses Bakteriums tragen nun das Insulin-Gen, das sie für sich selbst niemals gebrauchen würden.

---

Veränderungen in den Lebewesen sind zufällig, die Umwelt entscheidet, welche Formen überleben und welche aussterben müssen.

Das war Darwins grosse Erkenntnis.

---

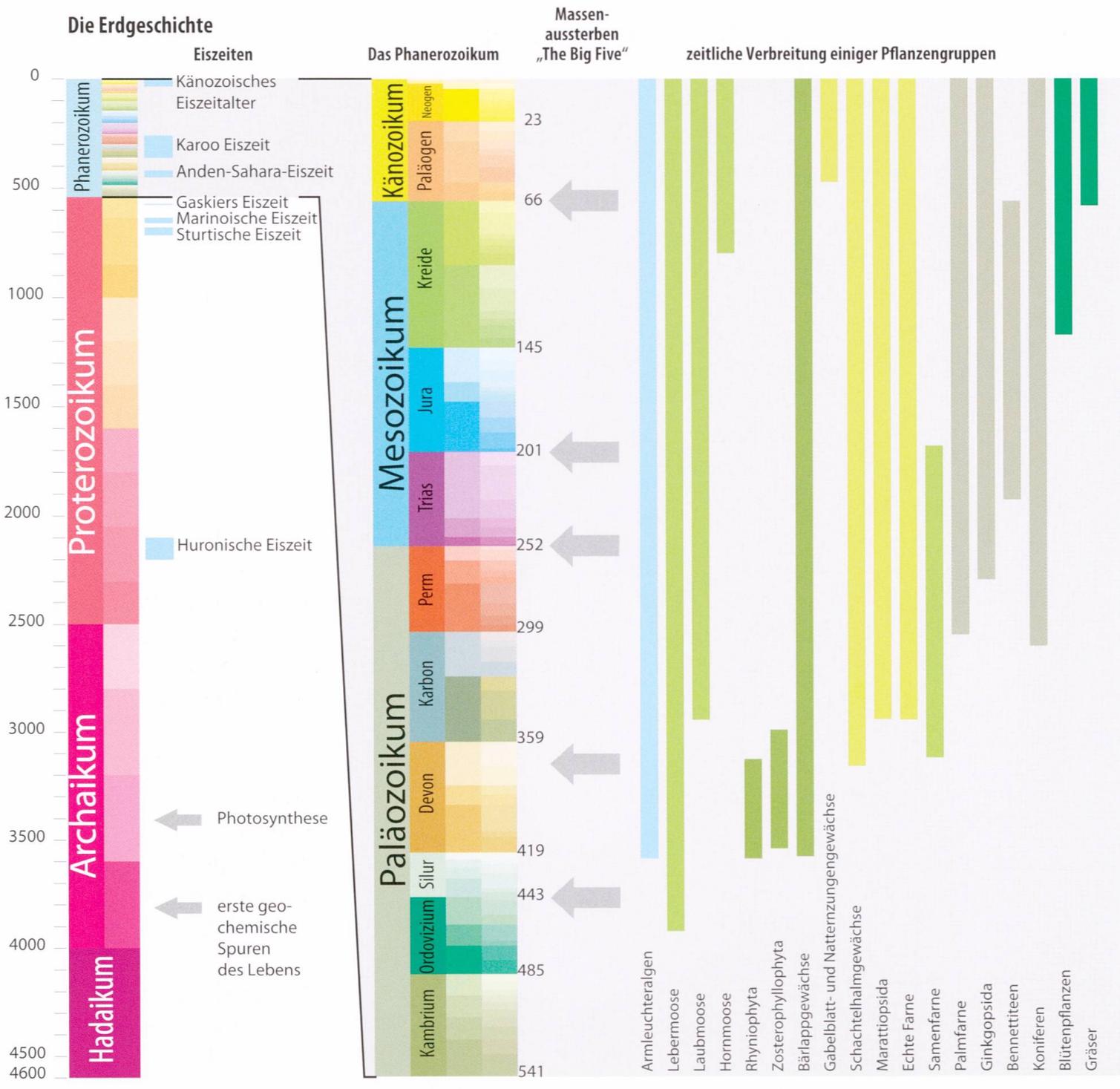


Abb. 4.1: Massstäbliche Darstellung der Zeiträume von der Entstehung der Erde bis heute. Beachten Sie: Die rote Säule links stellt ein Zeitintervall von rund 4 Milliarden Jahren dar, in dem auf der Erde vorwiegend einzellige Lebewesen existierten. Zahlen: Millionen Jahre vor heute.