



Nur ein winziger Bruchteil aller Tiere bleibt erhalten

Man nimmt an, dass seit Beginn des Erdaltertums vor 541 Millionen Jahren eine Milliarde Tier- und Pflanzenarten entstanden (und größtenteils wieder ausgestorben) sind. Wenn man bedenkt, welche ungeheure Zahl von Tierskeletten dabei „produziert“ worden sind, stellt sich die Frage, welche besondere Umstände herrschen müssen, damit der Körper mancher Lebewesen nach ihrem Tod nicht vollständig zerfällt, sodass Bestandteile, Form oder Struktur erhalten bleiben: Bis heute sind zwar weit über hunderttausend fossile Arten wissenschaftlich beschrieben worden, aber dennoch handelt es sich dabei nur um jenen winzigen Bruchteil aller Tierreste, die „fossilisiert“ sind (grob gesprochen „versteint“, also mineralisiert). Fossilien treten in der Regel in Sedimentgesteinen (Ablagerung von Material an Land und im Meer) auf.

Wann funktioniert das „Fossilisieren“?

Das abgebildete Vogelskelett überdauerte z.B. relativ lange nahezu unverändert (oben beim ersten Fund, rechts ein halbes Jahr später), aber a la longue würde es spurlos verschwunden sein, weil es der Witterung ausgesetzt war. In diesem Buch werden wir gelegentlich auf echte Fossilien Bezug nehmen, so auf den berühmten Urvogel *Archaeopteryx* (als „missing link“, s. S. 166), oder aber auf eine relativ seltene Form der Originalerhaltung in Form eines Einschlusses in Bernstein (so blieben vor allem Insekten gut erhalten (s. S. 55f., s. S. 41f.)). Voraussetzung für eine Fossilisierung ist, dass sich die Tierleiche nicht weiter zersetzt. Sie muss also beispielsweise in sauerstofffreien Regionen abgespült worden sein (wie es sie im Jura-Meer gegeben hat) oder in einen ölhaltigen Sumpf versunken sein (wie das den Fossilien in der Grube Messel bei Darmstadt ergangen ist). Dann kann sie von einem Regen feiner, sedimentierender Kalkteilchen eingeschlossen oder vom späteren Ölschiefer umgeben werden und unter zunehmendem Druck „versteinern“.

Relatives und absolutes Alter

Eine naheliegende „Faustregel“ ist, dass sich in einem ungestörten Sedimentgestein die ältesten Schichten ganz unten und die jüngsten Schichten ganz oben befinden. So lassen sich Funde in einer Schicht relativ zu Funden in einer anderen Schicht einordnen. Für



Reproduktion des „Berliner Exemplars“ des *Archaeopteryx* (Belgrad)

die absolute Altersbestimmung von Gesteinen kann man u.A. die sehr langen Halbwertszeiten gewisser Elemente (Uran, Thorium, Kalium usw.) heranziehen.

Evolution – oder: wie kommt es zu stammesgeschichtlichen Veränderungen?

Als Evolution bezeichnet man die Veränderung der Organismen in der Zeit. Schon früh hat man erkannt, dass es bei Pflanzen und Tieren eine Vielzahl solcher Abänderungen gibt, ohne zu wissen, wie diese zustande kommen. Zwar registrierte man, dass die Nachkommen anders sind als ihre Eltern, dass diese Änderungen jedoch nur sehr kleine waren, im Vergleich zu den Abwandlungen zwischen verschiedenen Arten. Die Frage, auf welchem Weg es zu größeren Abweichungen kommen kann, konnte erst Darwin mit seiner Selektionstheorie beantworten. Sie erst ist in der Lage, kausal zu erklären, wie es zu größeren Veränderungen kommen kann.

Selektion: Konsequenzen für die genetische Zusammensetzung


Selektion ist nichts anderes als der Unterschied im Vermehrungserfolg im Vergleich zweier Individuen derselben Art. Wenn dieser Unterschied nicht auf Zufall beruht, sondern darauf, dass diejenigen Individuen mit der besseren Eignung für die betreffenden Umweltsituationen mehr Nachkommen produzieren als ihre Artgenossen, dann hat dies Konsequenzen für die genetische Zusammensetzung in den nächsten Generationen. Diese Eignung wird als Fitness bezeichnet und diese muss erblich sein.



Darwins Thesen

Darwin führte im Jahr 1859 gleich mehrere Thesen auf, die verantwortlich sind für ein Verändern von Organismen in der Zeit:

- Evolution beschreibt, wie sich alle Populationen von Organismen über die Zeit verändern. Dieses Geschehen ist Faktum und keine Theorie.
- Diese evolutiven Veränderungen finden ausschließlich in kleinen Schritten statt. Diese Größe entspricht der Veränderung zwischen Eltern und ihren Nachkommen.
- Eine Vergrößerung der Artenzahl besteht in der Aufspaltung von stammesgeschichtlichen Linien. Sie findet zusätzlich zu den evolutiven Änderungen innerhalb dieser Linien statt.
- Der Mechanismus für diese stammesgeschichtlichen Änderungen ist die Natürliche Selektion, die Darwin als Gegensatz zur „Künstlichen Selektion“ bei der Zucht von Haustieren und Agrarpflanzen gesehen hat.
- Alle Organismen stammen von einem gemeinsamen Vorfahren ab. Die Mannigfaltigkeit der Organismen ist das Produkt einer stammesgeschichtlichen Entwicklung, die sich im Laufe der Jahrmillionen nach einer Etablierung des Lebendigen (Chemische Evolution) aus einer Stammart heraus gebildet hat. Daraus folgt, dass alle Organismen miteinander verwandt sind.



Das Bild zeigt ein Männchen einer *Neurothemis terminata*, einer relativ großen südostasiatischen Libelle. Libellen gab es bereits im Karbon (insbesondere „Riesenlibellen“ mit 70 cm Spannweite), und sie haben sich kaum verändert. Im Karbon waren natürlich nicht alle Libellen Riesen. Es gab auch „normal große“. Es gibt die Annahme, dass die frühen Riesenlibellen wegen des höheren Sauerstoffgehaltes der Luft größer werden konnten (das galt übrigens auch für andere Insekten dieser Zeit). Aber vor etwa 150 Millionen Jahren wurden die Libellen offenbar kleiner, ohne dass der Sauerstoffgehalt wesentlich niedriger war. Möglich ist, dass mit dem Aufkommen der Vögel die langsamen Riesenlibellen quasi weggefressen wurden, und die weniger großen Formen nun einen Vorteil hatten.

Alles Leben kommt aus dem Meer



Die Galapagos-Inseln sind untrennbar mit Charles Darwin verbunden. Hier ist der berühmte „Darwinbogen“ bei der Insel Wolf zu sehen.



Darunter das zugehörige Leben im Wasser: Im Vordergrund Adlerrochen (*Aetobatus Narinari*), hinten links ein Großer Hammerhai (*Sphyrna mokarran*).

Das Leben auf diesem Planeten ist im Meer entstanden. Die ältesten bekannten Wirbeltiere (Vertebrata) stammen aus dem frühen Ordovizium vor rund 450–470 Millionen Jahren. Die Knorpelfische (Rochen, Haie) tauchen am Übergang vom Silur zum Devon vor etwa 420 Millionen Jahren auf.

Beim Betrachten von schwimmenden Rochen kommt nicht nur zufällig die Assoziation zum Fliegen auf.

Von Leonardo da Vinci stammt der Satz: „Beobachte das Schwimmen der Fische im Wasser und du wirst den Flug der Vögel in der Luft begreifen.“

Belege aus der Paläontologie

Belege für Darwins Thesen kamen bereits zu seiner Zeit vor allem aus der Paläontologie. Die Gesteinsschichten liefern ein Zeitfenster aus der Vergangenheit, das außerdem heute mit modernen Methoden exakt zeitlich datierbar ist. Es ist evident, dass in sehr alten (frühen) Schichten nur sehr ursprüngliche Tiere, in späteren (jüngeren) Zonen erst frühe Wirbeltierreste auftauchen und noch später dann Vögel oder Säugetiere.

Wirbeltiere erst später

Das bedeutete schon damals, dass dies Belege dafür sein müssen, dass Wirbeltiere erst nach Wirbellosen entstanden sind, dass Vögel erst entstanden sind, nachdem sich die diversen Dinosauriergruppen etabliert hatten, dass also solche datierbaren Funde für den Nachweis von Evolution außerordentlich beweiskräftig waren.

Ein erstes „Missing link“

So kam ihm der Fund des ersten Urvogels (*Archaeopteryx*) sehr entgegen, da er geradezu forderte, dass es sogenannte „missing links“ geben muss, wenn sein These stimmt, dass es zwischen den großen Bauplänen der Tiere Bindeglieder geben muss, wenn Evolution und Selektion als Erklärungsmodell zutrifft. Heute kennen wir eine Vielzahl weiterer solcher connecting links, wie diese Bindeglieder genannt werden, wenn sie nicht mehr „missing“ sind.

Wissenschaftlich überprüfbare Neuposition

Darwins Thesen waren und sind eine wissenschaftlich überprüfbare Neuposition gegenüber „Schöpfungsmythen“ (Bibel: Genesis oder zahlreiche weitere weltweite Mythen), die meist von einmaligen Schöpfungsakten und anschließender Konstanz der Arten ausgehen. Bekanntermaßen rief dies eine bis heute anhaltende Diskussion hervor, die aber auf weiten Strecken nichts mit Wissenschaft zu tun hat.

Etablierung der Selektionstheorie

Tier- und Pflanzzüchter wussten schon zu Darwins Zeiten, dass durch gezielte Auslese Abänderungen bei Haustieren erreicht werden konnten. Dies gelang, weil man so lange züchtete, bis „plötzlich“ in den Zuchtlinien solche Individuen auftauchten, mit denen man dann gezielt weiterzüchtete. Die damaligen Züchter warteten in ihren „Proben“ auf sogenannte „hot spots“, mit denen dann weiter gezüchtet wurde. Jene „hot spots“ waren, wie wir heute wissen, Mutationen, also in den Keimzellen etablierte erbliche Veränderungen. Durch erneute Auslese von deren Nachkommen für den nächsten Züchtungszyklus konnte man sich allmählich dem Zuchtziel nähern. Darwin ging davon aus, dass es in der Natur ganz ähnlich zugeht.



In der Entwicklungsreihe von bereits befiederten Dinosauriern zu den heutigen modernen Vögeln stellt *Archaeopteryx* ein wichtiges Bindeglied dar. Doch solange keine Zwischenglieder bekannt waren, also missing links, war es eine schöne Hypothese und nicht mehr. Sein Fund ist somit ein prominentes Bindeglied und daher eine besonders wichtige Stütze für die Idee, dass Vögel tatsächlich von Dinosauriern abstammen.