

Evolution – der unaufhaltsame Prozess

(gekürzte Fassung des am 29. April 2008 in Jena gehaltenen Vortrags)

Evolutionstheorien gehören zu den Versuchen, organismische Vielfalt zu erklären, wobei oft auch unbelebte Dinge einbezogen wurden. Entsprechende Ansätze gab es in der Ideengeschichte, beginnend schon bei den ionischen, vorsokratischen Philosophen, immer wieder. Allerdings dominierten im abendländischen Kulturkreis bis weit in die Neuzeit die statischen platonischen und aristotelischen Weltbilder (enkaptische typologische Systeme; „Stufenleiter“ der Seinsformen). Die moderne Evolutionstheorie wird in der Regel Charles Darwin zugeschrieben, obwohl Alfred Russel Wallace den größeren Teil dazu beigetragen hat.

Kurz gesagt, besteht die biologische Evolution in der Abwandlung vererbbarer Eigenschaften der Lebewesen im Zuge ihrer Generationenfolgen.

Ein solcher Prozess erscheint unausweichlich, wenn folgende Voraussetzungen zutreffen:

1. Organismen sind operational geschlossene, stoff- und energiewandelnde, mechanisch kohärente Systeme. Als solche unterliegen sie den allgemeinen Naturgesetzen.
2. Die Fortpflanzung der Organismen ist mit Vererbung (Übertragung von Strukturanlagen der Eltern auf die Nachkommen) verbunden, die allerdings störanfällig ist (Mutationen) und deshalb nicht immer zu einer identischen Reproduktion führt.

Erläuterungen: **ad 1.** Wegen der naturgesetzlichen Bedingtheit der Organismen sind deren Lebensäußerungen (z. B. Wachstum, Bewegung, Fortpflanzung) ausnahmslos mit „Kosten“ verbunden, die im Stoff- und Energiewandel gedeckt werden müssen. Es gibt in Organismen keine vom Energiewandel abgekoppelten Strukturen (Energieerhaltungssatz).

ad 2. Wenn Mutationen eintreten, führen sie zu einer Diversifikation der von den Änderungen betroffenen Strukturen und damit zu einer Diversifikation der „Kosten“. Daraus ergibt sich eine Konkurrenz der diversen Varianten. „Konkurrenz“ bedeutet hier nicht unbedingt Kampf. Das Maß des Erfolges ist vielmehr die Fortpflanzung.

Die Auswirkung der Verschiedenartigkeit der Varianten auf das Verhältnis von deren Vermehrungsraten bezeichnet man als Selektion. Diese ist die unumgehbare Folge der Diversifikation. Diversifikation und Selektion sind die beiden Seiten derselben Münze.

Bei der Rede von Selektion ist der Begriff der „Umwelt“ nicht weit. Schuld daran ist die „Züchtungsanalogie“ in Darwins Überlegung. Darin übernahm die Umwelt die Rolle des Züchters. Die Rolle der Organismen wurde dagegen vernachlässigt. Wenden wir uns also deshalb noch etwas genauer dem Organismus im Sinne unserer beiden Prämissen zu.

Unter diesem Blickwinkel gesehen, muss der Organismus grundsätzlich zwei

Dinge können, nämlich Energie und Stoff gewinnen und Energie und Stoff umsetzen. Genügt er dieser doppelten Anforderung nicht, kann er nicht leben. Auf der Grundlage dieser beiden Fähigkeiten, und nur darauf, können sich alle Variationen organismischen Lebens abspielen. Die evolutiven Veränderungen dieser Fähigkeiten beeinflussen alle anderen Wandlungen des Organismus. Dabei können die Wandlungen beider Fähigkeiten in gewissem Grade unabhängig voneinander verlaufen.

So können zum einen die „Energiegewinnungsmaschine“ und ihre Funktionsweise abgewandelt werden, wobei wiederum zwei Wege gangbar sind. Diese ergeben sich daraus, dass der Organismus im Hinblick auf Stoff- und Energiegewinnung in zweifacher Weise beschränkt ist: Erstens in seinen eigenen Fähigkeiten entsprechende Quellen „anzuzapfen“, zweitens durch die Begrenztheit der in der Umwelt verfügbaren Ressourcen. Auf beiden Wegen kann sich der Organismus wandeln, indem er entweder die Ausbeutung einer schon für ihn spezifischen Quelle mittels Verbesserung seiner Gewinnungseinrichtungen (z. B. Fangapparat, Leistung der Sinnesorgane usw.) optimiert, oder indem er sich neue, bisher unzugängliche Quellen erschließt. In beiden Fällen sind Änderungen der organismischen Konstruktion oder des Verhaltens oder beider Bereiche Voraussetzung. Solche Änderungen, lassen sich mehr oder minder als Anpassung an Umweltbedingungen interpretieren. Letzteres gilt auch für Einrichtungen, die der Kommunikation (z.B. Balz) dienen, und in noch stärkerem Maße für alle Einrichtungen des Organismus, die ihn vor Schaden schützen sollen (Tarntrachten, Abwehrverhalten usw.). - Die Schutzvorrichtungen sind deshalb im Zusammenhang mit der Energiegewinnung zu betrachten, weil Schäden, wie Krankheiten, Verletzungen und im äußersten Falle der Tod, als negatives Gegenstück der Energiegewinnung aufzufassen sind.

Im Gegensatz zur Änderung der „Energiegewinnungsmaschine“ handelt es sich bei evolutiven Abwandlungen des „Energiewandlers“ um Änderungen, die nur einen sehr indirekten Bezug zur Umwelt haben, weil sie hauptsächlich die innere Konstruktion und deren Funktionieren und Fungieren betreffen. Hier geht es um die Verteilung und möglichst ökonomische Verwertung der gewonnenen Energie- und Materialmenge (z.B. durch Verbesserung der Mechanik des Skelett-Muskel-Systems, der Reizleitung der Nerven, des chemischen Stoffwechsels usw.).

Im lebenden Organismus sind die beiden grundlegenden Fähigkeiten selbstverständlich miteinander verbunden und wechselseitig voneinander abhängig, jedoch nur in gewissen Grenzen und nicht völlig gleichsinnig miteinander korreliert. Leistungsfähige, zu schnellem Lauf taugende Gliedmaßen mit guten Gelenken und günstigen Hebelverhältnissen der Knochen und Muskeln z. B. sind sowohl für den Wolf wie für das Reh von Vorteil, obwohl beide Tiere ihre Energiegewinnung völlig verschieden betreiben. Die Außerachtlassung der relativen Unabhängigkeit beider Bereiche kann bei evolutionstheoretischen Erörterungen zu erheblichen Missverständnissen führen.

Betrachten wir nun noch einmal die Erbänderungen. Sie werden typischerweise durch Mutationen bewirkt. Es gibt aber noch eine andere Möglichkeit der Abänderung, nämlich die Rekombination des Erbgutes, deren Auswirkung sich oft kaum von Mutationsfolgen unterscheiden lässt. Die Wirkung der Gene hängt bekanntlich nicht allein von ihrer chemischen Beschaffenheit ab, sondern auch von ihrer Stellung im Genom.

Rekombination, also Durchmischung des Genoms führt dazu, dass sich viele oder sogar alle in einem Genbestand verborgenen Möglichkeiten phänotypisch ausprägen und sich damit der Selektion aussetzen können. Andererseits vermögen sich dank der Vermischung auch solche Gene recht lange im Genbestand zu halten, die an sich zunächst gar keinen positiven Selektionswert haben, ihn aber vielleicht später unter anderen Bedingungen einmal erlangen. Sie stellen eine Bereicherung des Genbestandes im Rahmen einer „balancierten Mutationsbelastung“ dar. Mit anderen Worten, die Neukombination der Erbsubstanz ermöglicht es dem Genpool, eine Vielzahl verschiedener „Vorschläge“ für die Selektion bereitzustellen. Dies ist vorteilhaft für das einzelne Gen wie auch für die Population, die sich in diesem Zusammenhang als „Genvermischungsgemeinschaft“ erweist. Ein in diese Richtung zielender Selektionsdruck dürfte der Hauptgrund für die Entstehung und Beibehaltung der biparentalen Fortpflanzung sein, bei der sich ja die Gene der beiden Eltern vermischen.

Der eben beschriebene Vorteil der genetischen Rekombination lässt sich allerdings nicht beliebig ausweiten. Er findet seine Grenzen, wenn die kombinierten Anlagen sich zu fremd sind und nicht harmonieren. Die anzustrebende Lösung wäre eine Population mit überwiegend harmonischen Kombinationsmöglichkeiten, bei gleichzeitiger Abgrenzung gegen nachteilige Anlagen. Und solche Populationen gibt es tatsächlich. Man nennt sie **Arten** (species). Die klassische biologische Artdefinition (Ernst Mayr) lautet denn auch: „Eine biologische Art ist eine natürliche Population, die sich – wenigstens potenziell – durch internen Genfluss auszeichnet und fortpflanzungsmäßig von anderen solchen Populationen isoliert ist.“ - Diese Definition lässt auch schon zwei Beschränkungen des biologischen Artbegriffs erkennen.

Streng gesehen, sind solche Arten nämlich jeweils Momentaufnahmen von Abstammungslinien in einem bestimmten Zeitquerschnitt, denn nur in einem Zeithorizont lassen sie sich gegeneinander abgrenzen. Entlang der vertikalen Zeitachse kann es dagegen in einer Entwicklungslinie keine Artgrenzen, sondern nur ein Abstammungskontinuum geben.

Eine zweite Einschränkung des Artbegriffes ergibt sich daraus, dass er sich nur auf „Genvermischungsgemeinschaften“, in der Regel also auf biparentale Organismen sinnvoll anwenden lässt.

Zwischenergebnis. Die Optionen für gelingende Fortentwicklung sind in der jeweiligen Beschaffenheit der Organismen begründet, denn es kann sich ja nur verändern, was bereits vorliegt. Die Vorstellung, dass Selektion allein aus der Umwelt wirkt, ist unangemessen. In erster Linie bestimmt und limitiert der Organismus die Möglichkeiten lebensfähiger Abwandlungen seiner Strukturen. Insofern sind Organismen nicht Objekte, sondern Subjekte der Evolution. Sie bestimmen auch, was für sie „Umwelt“ ist und selbst, wenn sie an ihr zugrunde gehen, geschieht dies nach Maßgabe ihrer Eigenschaften.

Insgesamt bringt Selektion nichts Neues hervor; ihr Ergebnis besteht darin, dass von konkurrierenden Varianten nur bestimmte übrig bleiben. Die Veränderungen und Neuerungen gehen immer von den Organismen aus.

Wegen der erwähnten naturgesetzlichen Bedingtheit der Organismen, darf man

erwarten, dass im Selektionsprozess sich diejenigen Strukturen durchsetzen, die relative Optimierungen und/oder Ökonomisierungen der Vorläuferstruktur darstellen. (Die Betonung liegt hier auf dem Wort „relativ“). Die Kosten können dabei sogar steigen, falls auch der Nutzen für die Vermehrung entsprechend steigt.

Damit haben wir einen Aspekt der Evolution umrissen, nämlich die sogenannte Anagenese. Sie betrifft die evolutionäre Abwandlung, die Transformation von Strukturen, z. B. die Entwicklung der Gliedmaßen der Vierfüßler aus Fischflossen oder die Entwicklung der Vogelfeder aus Reptilienschuppen.

Das ist aber noch nicht die ganze Geschichte. Darwins Hauptwerk heißt ja nicht umsonst „Die Entstehung der Arten...“ Offenbar können sich Arten irgendwie vervielfältigen. Das wäre dann der zweite Aspekt der Evolution, nämlich die sogenannte Kladogenese. Sie betrifft die Aufspaltung (Verzweigung) von Generationenfolgen (Abstammungslinien).

Die einzelnen Entwicklungslinien (Populationen) können sich aus verschiedenen Gründen (meistens durch räumliche Trennung, allopatrisch) spalten, wodurch die Teilpopulationen sich nicht mehr miteinander vermischen und so eine je eigene Entwicklung erfahren können. Wenn sich in deren Verlauf eine Fortpflanzungsisolierung aufbaut, die bei späterem Zusammentreffen sich auch gegenüber den Schwesterpopulationen als wirksam erweist, ist eine Arttaufteilung (Speziation) abgeschlossen. Die simultane Artenvielfalt kommt hauptsächlich durch solche kladogenetischen Ereignisse zustande. (Beispiel: Rolle der Eiszeit in Europa) Seltener und dann vor allem bei Pflanzen können auch Kreuzungen zu neuen Entwicklungslinien führen, wenn die Bastarde miteinander, aber nicht mehr mit den Ausgangsarten kreuzbar sind.

Wichtig ist die Einsicht, dass Anagenese und Kladogenese zwar parallel, aber nicht streng korreliert verlaufen. Ihre „Mengen“ stehen in keinem konstanten Verhältnis. Deshalb lassen sich ihre Ergebnisse auch nicht gleich gut in einem einzigen gemeinsamen System abbilden. Lange Zeit richtete man sich in der Systematik nach den anagenetischen Entwicklungsstufen (die Einteilung der Wirbeltiere in Fische, Lurche, Kriechtiere, Vögel und Säuger ist dafür ein Beispiel). Heute versuchen die meisten biologischen Systematiker in ihren Systemen vorrangig die kladogenetischen, also genealogischen Zusammenhänge („Stammbäume“) darzustellen.

Damit sind die beiden wichtigsten Teilprozesse der Evolution erfasst. Wie geht man nun damit um?

Der Ablauf der Evolution insgesamt muss als irreversibler geschichtlicher Prozess aufgefasst werden. Als solcher lässt er sich nur rekonstruieren, aber nicht streng beweisen.

Oft werden die abgestufte Ähnlichkeit der Organismen, die Korrelation ihrer räumlichen und zeitlichen Verbreitung mit geologischen und klimatischen Prozessen, die Fossilfunde, die Muster der ontogenetischen Entwicklung und andere Regelmäßigkeiten als Beweise für die Evolution herausgestellt. Sie stützen die Evolutionstheorie tatsächlich so

überzeugend, dass man vernünftigerweise an Evolution nicht zweifeln kann. Trotzdem handelt es sich nicht um Beweise in strengem Sinne, sondern um im Lichte der Evolutionstheorie widerspruchsfreie, plausible Interpretationen, die die genannten Phänomene als Ergebnisse von Evolution plausibel darstellen. Diese Phänomene sind aber oft auch mit Interpretationen im Rahmen anderer Weltbilder verträglich und werden von Gegnern der Evolutionstheorie auch so genutzt. (Die abgestufte Ähnlichkeit z.B. ist auch mit der aristotelischen Stufenleiter und der platonischen Typenhierarchie vereinbar.)

Deshalb noch einmal unser Fazit: Während die Annahme von Evolution als unaufhaltsamer Prozess sich aus den genannten Prämissen zwingend ergibt, lassen sich die konkreten Evolutionsverläufe wie jeder geschichtliche Verlauf (auch die menschliche Historie!) nur rekonstruieren und dabei allenfalls plausibel machen, aber nicht strikt beweisen.

Abschließende Erklärung: Da diese Veranstaltung den Übertitel trägt „Evolution und Schöpfung – kein Widerspruch“, kann ich nun den Vorwurf erwarten, dass ich ja nichts über Schöpfung oder Gott gesagt habe. Das ist aber ganz bewusst so geschehen. Die Begründung lasse ich einen anderen geben: „Wir haben in der Natur nicht zu erforschen, wie Gott der Schöpfer nach seinem freien Willen die Geschöpfe gebraucht zu Wundern, wodurch er seine Allmacht zeigt, sondern vielmehr, was in den Naturdingen nach den natürlichen Ursachen auf natürliche Weise geschehen könne.“ – Dieser Satz stammt nicht etwa, wie man vermuten möchte, aus den Zeiten der Aufklärung, sondern aus dem angeblich so finsternen Mittelalter. Geschrieben hat ihn Albertus Magnus und ich werde mich hüten, diesem bedeutenden Mann zu widersprechen.

D.S. Peters

PAGE

PAGE 1