

Die Evolutionstheorie auf dem Prüfstand: Das Konzept von Mikro- und Makroevolution

Von Esther Hempel, Dresden

1. Aktuelle Trends

Die Evolutionstheorie wird heute in der Öffentlichkeit mit Selbstverständlichkeit vertreten. Es vergehen kaum ein paar Tage, ohne dass man auf irgendeine Art und Weise daran erinnert wird, dass das Leben auf dieser Erde der Evolution zu verdanken sei. Schließlich sei ja die Abstammungslehre die am besten bewiesene wissenschaftliche Hypothese. »Welcher ernsthafte Forscher würde daran zweifeln, dass die Evolution eine Tatsache ist«¹. Ein paar Beispiele aus der Tagespresse zeigt Abb. 1.



Abb. 1. Beispiele der Tagespresse zum Thema Evolution. Braun erhebt sogar den Anspruch, den Mann aus dem Menschen herauszuholen, was ihn dann erst vom Affen unterscheiden soll.

Aktuelle Umfragen zeigen jedoch ein anderes Bild. Demnach bezweifelt etwa ein Drittel der Bevölkerung das Bild der öffentlichen Meinungsdarstellung: »Jeder achte Student hat Zweifel bezüglich der Evolutionstheorie, einige von ihnen wollen sogar Biologielehrer werden« (Der Spiegel 26.04.07); »Alle Umfragen der letzten Jahre zeigen, dass die Zahl der Evolutionsgegner in Deutschland von rund 20 auf bis zu 30 Prozent angestiegen ist« (GEO.de²); »Eine repräsentative Umfrage der Forschungsgruppe Weltanschauungen in Deutschland (fowid) hat ergeben, dass auch in Deutschland mehr als ein Drittel der Bevölkerung (38%) die Evolutionstheorie bestreitet« (science-at-home.de³). Beteuerungen, dass die Evolutionslehre eine Tatsache sei, findet man überall. Doch wozu braucht man die vielen Beteuerungen, wenn die Evolu-

¹ Vgl. etwa Ernst Mayr (1904–2005), einer der wichtigsten Evolutionsbiologen des 20. Jahrhunderts: E. MAYR, Das ist Evolution. München ²2005.

² <http://www.geo.de/GEO/natur/oekologie/54556.html> (vom 28. 07. 2010).

³ http://www.science-at-home.de/news/kurios/kurios_det_20051217153051.php vom 28. 07. 2010.

tionstheorie doch so gut bewiesen ist? Ähneln dies nicht schon fast einem Glaubensbekenntnis?

Der vorliegende Artikel behandelt die aktuelle Debatte über die Evolutionslehre und die Rolle eines Schöpfergottes. Es gibt drei Herangehensweisen an die Evolutionskritik: (1) über die wissenschaftstheoretische Kritik an der Verwendung und Darstellung von Evolution und Evolutionstheorien, (2) über die wissenschaftliche Kritik an einzelnen Evolutionstheorien und die wissenschaftlich motivierte Hinterfragung der Leitidee Evolution sowie (3) über die theologische Kritik an einzelnen Evolutionstheorien. Die Abhandlung eines jeden der drei Aspekte ist umfangreich, daher liegt der Schwerpunkt dieser Abhandlung auf der fachwissenschaftlichen Kritik. Dabei ist die Beobachtung interessant, dass es keine einheitliche Evolutionstheorie gibt, sondern eine große Anzahl sich zum Teil gegenseitig ausschließender theoretischer Modelle von Evolution existiert. Die aktuellen Diskussionen um eine alternative Evolutionstheorie jenseits von Selektion und Mutation bestätigen diese Situationsbeschreibung.⁴ Voran noch ein Zitat von Ernst Otto Kleinschmidt (deutscher evangelischer Theologe und Biologe). Er resümiert sehr schön: »Die Reform der Deszendenzlehre ist tatsächlich notwendig, denn die alte Abstammungslehre hat ein langes Sündenregister. [...] Weil die feste Basis verlassen ist, widersprechen sich die Ansichten über die Entwicklungsfaktoren. Jeder erklärt seine Meinung für das gesicherte Ergebnis der Wissenschaft. [...] Je mehr jemand freilich Laie oder Dilettant auf dem Gebiet der Formenkunde und der wirklichen Abstammungslehre ist, desto mehr ist es für ihn eine ausgemachte Tatsache, dass die Abstammung aller Tiere von einem Urtier [...] endgültig durch die heutige Forschung bewiesen sei.«⁵ Bereits Darwin und sein deutscher »Vorkämpfer« Haeckel setzten bei der Verbreitung der Evolutionstheorie auf populärwissenschaftliche Schriften, die für das Bürgertum verständlich und einleuchtend waren. Ihr Ziel war es nicht, eine vertiefte fachliche Diskussion zu führen.

2. Der Durchbruch der Evolutionstheorie

Den Durchbruch des Evolutionsgedankens, seine Akzeptanz und gesellschaftliche Etablierung haben philosophische Strömungen im 18. Jahrhundert wahrscheinlich nicht nur begünstigt, sondern erst ermöglicht. In der Aufklärung, die am Ende des 17. Jahrhunderts in Europa begann, wurde der Rationalismus bzw. die menschliche Vernunft zur letzten Instanz und der Materialismus bzw. allein die Materie als das einzig Reale verabsolutiert. Dies war eine gute Grundlage für eine Theorie, die den Schöpfer entweder ganz ausschloss oder ihn in so weite zeitliche Ferne rückte, dass er praktisch unbedeutend wurde. Naturalismus und Materialismus erkennen eine Existenz außer-

⁴ <http://www.scoop.co.nz/stories/HL0803/S00131.htm>; G. S. LEVIT, Alternative Evolutionstheorien, in U. KROHS / G. TOEPFER (Hrsg.), Philosophie der Biologie – eine Einführung, Frankfurt a. M. 2005, 267–286; vgl. S. J. GOULD, The structure of evolutionary theory, Cambridge 2002.

⁵ K. O. KLEINSCHMIDT, Die Formenkreislehre und das Weltwerden des Lebens, Halle 1926, 13.

halb der sichtbaren Welt nicht an. Naturalismus ist eine Weltanschauung, nach der alles aus der Natur, und diese allein aus sich selbst erklärbar ist. Die logische Folgerung einer solchen Annahme ist eine Art Entwicklungslehre, denn alle übernatürlichen Begebenheiten werden geleugnet. Nicht die Erkenntnisse der Naturwissenschaft haben einen Schöpfergott abgeschafft oder in weite Ferne gerückt, sondern die Philosophie des Naturalismus. Darwin veröffentlichte seine Abstammungslehre in einem Umfeld, das schon geistig vorbereitet war. Zum anderen lieferte das reiche Material, das Darwin von seiner 5-jährigen Weltreise mit der Beagle mitbrachte, viele wissenschaftliche Daten. Es war aber aufgrund dieser Daten nicht zwingend notwendig, eine Theorie der Höherentwicklung aufzustellen.

Falsch ist in diesem Zusammenhang auch die Auffassung, dass durch Darwins Beobachtung die Schöpfungslehre widerlegt worden sei. Es wurden nur bestimmte schöpfungstheoretische Vorstellungen widerlegt, z.B. die Vorstellung von der absoluten Konstanz der Art, bei der man annahm, dass alle gegenwärtig existierenden Arten auch so direkt von Gott erschaffen wurden. Nach Darwins Veröffentlichung seines Hauptwerkes sind nun schon 150 Jahre vergangen. In diesem Zeitraum ist das Wissen explosionsartig angestiegen. Kann man heute daher davon ausgehen, dass die Theorie der Höherentwicklung eine wissenschaftlich gesicherte Tatsache ist, oder wecken die Ergebnisse der Wissenschaft doch Zweifel an der Evolutionstheorie?

3. Evolutionsforschung

In der Evolutionsforschung werden gewöhnlich zwei Hauptbereiche unterschieden: die kausale (ursächliche) und die historische Evolutionsforschung. Die historische Forschung beschäftigt sich damit, Beweise für eine umfassende Evolution zu finden. Die Aussage »von der Amöbe zu Goethe« ist sicherlich allgemein bekannt; sie verdeutlicht die einzelnen Stationen in der postulierten Höherentwicklung des Lebens von der ersten Zelle bis zu Goethe. Die kausale Evolutionsforschung dagegen untersucht die Ursachen, die treibende Kraft hinter der Abwandlung bzw. Veränderung der Organismen. Es geht demnach um Fragen wie: Weshalb läuft Evolution ab? Welche Faktoren/Mechanismen bewirken Evolution? Welche Wirkung haben die gefundenen Evolutionsfaktoren? Welches Ausmaß an Veränderungen ist durch diese Faktoren erklärbar? Die Antwort auf die letzte Frage ist von ganz entscheidender Bedeutung für die Frage nach der Wirklichkeit einer historischen Evolution. Die Theorie von einer universellen Evolution kann nur dann als begründet gelten, wenn Mechanismen gefunden werden, die eine echte Höherentwicklung bewirken können, z.B. vom Frosch zum Krokodil (Makroevolution) und nicht nur von kleinen grünen zu größeren gescheckten Fröschen (Mikroevolution). Anderenfalls würde die alternative Hypothese an Bedeutung gewinnen, dass es keine größeren Änderungen und Umwandlungen der Organismen im Laufe der Erdgeschichte gegeben hat. Geht man von einer allgemeinen Höherentwicklung aus, ist zu erwarten, dass Lebewesen im Laufe größerer Zeiträume weitreichende Veränderungen erfahren können, so dass ganz unterschiedliche Organisationstypen evolutiv entstehen. Daraus resultieren also die

folgenden Fragen: Gibt es Belege für eine nahezu beliebige Wandelbarkeit der Organismen? Kann aufgrund empirischer Daten gezeigt werden, dass Höherentwicklung, also die Bildung neuartiger Strukturen wie Schuppen, Zähne, Reptiliengang etc. möglich ist? Diese Erwartung muss anhand konkreter Befunde getestet werden.

4. Begriffsdefinitionen

4.1. Mikroevolution und Makroevolution

Für die evolutionskritische Diskussion sind zwei Begriffe unerlässlich: Mikroevolution und Makroevolution. Zu Mikroevolution zählt alles, was kleinere Veränderungen in den Organismen betrifft, sich in der Variationsbreite der Art bewegt und keine substantiell neuen Strukturen schafft. Mit diesen kleinen Veränderungen sind z.B. Variationsvorgänge (z.B. Färbungen von Blütenblättern: Alpenveilchen, Rosen), Optimierungen (z.B. Landwirtschaft Zuckerrübe, Erdbeere), Spezialisierungen (z.B. bei Neubesiedlung eines Areals kann die übergesiedelte Population von der ursprünglichen abweichen) oder Überlebensstrategien (wenn z.B. Pflanzen auf giftige Halden gelangen und nur wenige überleben) gemeint. Der Große Brockhaus definiert Mikroevolution als »die Schritte, die zu einer Rassen- und Artbildung führen«. Die Felsentaube wurde z.B. durch Züchtung in viele Rassen aufgespaltet, die immer noch Tauben sind, aber dennoch anders aussehen (Abb. 2). In der Schöpfungstheorie wird noch zusätzlich der Begriff Grundtyp eingeführt (siehe unten). Mikroevolution geschieht grundsätzlich nur innerhalb von Grundtypen.

Makroevolution sind qualitative Veränderungen, auch Höherentwicklung genannt, also die Entstehung neuer Konstruktionen. Der Große Brockhaus definiert: »die Entwicklung der höheren Kategorien wie Familien, Ordnung, Klasse, die einer Experimentalanalyse (!) nicht zugänglich sind.« Makroevolution geht immer über Grundtypgrenzen hinaus. Makroevolution führt zur Entstehung neuer, bisher nicht vorhandener Organe (z.B. Lungen, Milchdrüsen etc.), neuer Strukturen und Funktionen (z.B. die Aufrechterhaltung einer konstanten Körpertemperatur) sowie neuer Bauplantypen (z.B. Bauplantyp Reptil wird zum Bauplantyp Säugetier, Abb. 2). Damit verbunden ist die Entstehung von neuem genetischem Material. Die große Frage, die es zu klären gibt, ist diejenige, ob viele kleine Schritte von Mikroevolution, die tat-

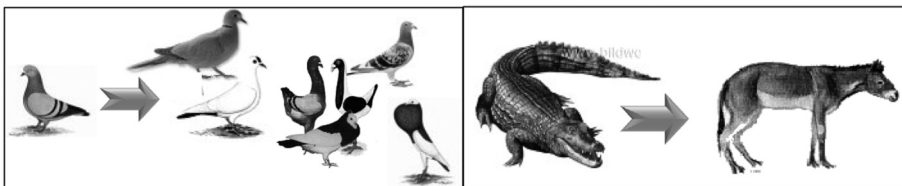


Abb. 2. Mikroevolution (links) und Makroevolution (rechts). Grundlegender Unterschied ist, daß Mikroevolution bereits vorhandene Strukturen variiert, Makroevolution jedoch neue Strukturen erzeugen muß.

sächlich nachweisbar und beobachtbar ist, über einen langen Zeitraum zu Makroevolution führen. Durch zahlreiche Freilandstudien und Laborexperimente konnten verschiedene Faktoren ermittelt werden, die zu vererblichen Veränderungen der Arten führten. Bedeutsam ist in diesem Zusammenhang die Frage, ob Artbildung der erste Schritt einer Höherentwicklung ist, ob also Artbildung noch mikroevolutiv oder schon makroevolutiv ist.

4.2. Grundtyp

Ein weiterer wichtiger Begriff ist der des Grundtyps. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, kurz auf das Problem der Artdefinition einzugehen. In den letzten 50 Jahren wurden mindestens 15 verschiedene Artbegriffe vorgeschlagen. Am gebräuchlichsten sind genetische Artdefinitionen. Sie basieren auf der Fähigkeit der einzelnen Individuen einer Art, unter natürlichen Bedingungen Nachkommen hervorzubringen. Als Gegenpool gibt es morphologische Artdefinitionen, die auf Merkmalen zu Bau und Gestalt der Organismen basieren. Die Problematik soll an zwei Beispielen genauer verdeutlicht werden, dem Grün- und Grauspecht sowie der Bach-Nelkenwurz und der Echten Nelkenwurz (Abb. 3a). Bei den beiden Spechten kann man die Arten äußerlich kaum unterscheiden. Beide sind grün, haben eine rote Markierung auf dem Kopf, der Ruf ist relativ ähnlich. Nach diesen morphologischen Merkmalen kann man sie als eine Art ansehen, allerdings pflanzen sie sich nicht fruchtbar miteinander fort. Nach der genetischen Artdefinition handelt es sich demnach um zwei getrennte Arten. Bei der Nelkenwurz ist es genau umgekehrt. Man kann beide morphologisch gut anhand der Blütenfarbe, dem Vorkommen (an Bächen vs. trockenere Standorte) und der Blütenform unterscheiden. Morphologisch gesehen sind sie eindeutig zwei Arten. Jedoch können sie sich fruchtbar kreuzen und Nachkommen hervorbringen, wären also nach der genetischen oder Biospecies- bzw. Genospecies-Artdefinition nur eine Art. Fazit ist also, dass unter Zugrundlegung verschiedener Artdefinitionen unterschiedliche Artgrenzen gezogen werden müssen. Das führt zu der Frage, ob nicht ein übergeordneter Artbegriff eingeführt werden kann, der sowohl genetische als auch morphologische Aspekte beinhaltet (Abb. 3b). Dieser übergeordnete Artbegriff ist der des Grundtypes, der folgendermaßen definiert ist: Alle Individuen, die direkt oder indirekt durch Kreuzungen verbunden sind, werden zu einem Grundtyp gerechnet. Das folgende Beispiel dient zur Veranschaulichung. Bei den vier Arten Truthenne, Haushahn (*Gallus domesticus*), Königsfasan und Jagdfasan aus der Familie der Fasanenartigen (*Phasianidae*) kreuzen sich Truthenne, Haushahn und Jagdfasan (*Phasianus colchicus*) untereinander, sie sind daher direkt miteinander verbunden. Der Königsfasan (*Syrnaticus reevesii*) kann sich aber nur mit dem Jagdfasan kreuzen. Über diesen jedoch ist er indirekt mit dem Haushahn und der Truthenne verbunden und gehört daher zum gleichen Grundtyp. Die in Abbildung 3c noch abgebildete Stockente kann sich nicht mit einer der vier Arten kreuzen, daher gehört sie in einen anderen Grundtyp. Arten, die zu einem Grundtyp zählen, werden in der klassischen Taxonomie meist auf dem Niveau von Gattung oder Familie erfasst. Bei den bisher untersuchten Tier- und Pflanzenarten konnten deutliche Grenzen zwischen den

Grundtypen festgestellt werden (Abb. 3d). Innerhalb der Grundtypen sind Variationen in bestimmten Grenzen keine Seltenheit (Bsp. Felsentaube s.o.). Die Zahl der Arten pro Grundtyp schwankt sehr stark. Weitere bereits beschriebene Grundtypen sind zum Beispiel die Pferdeartigen (Pferd, Esel, Zebra), die Hundeartigen (dazu gehört z.B. Haushund, Wolf, Fuchs, Coyote, Schakal) oder die Entenartigen (z.B. Kanadagans, Rothalsgans, Trompeterschwan [größter Entenvogel der Welt], Schwarzhalschwan, Mittelsäger, Stockente, Mandarinente, Laysan-Stockente, Afrikanische Zwergglanzente).

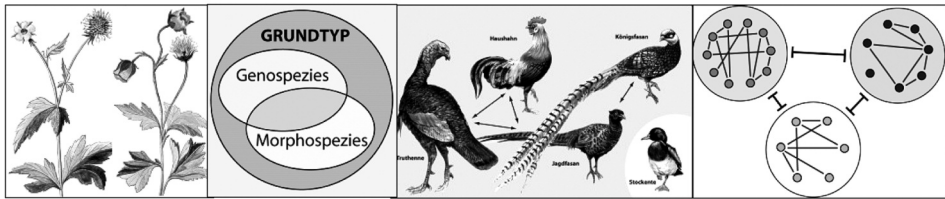


Abb. 3. a Morpho- und Genospecies: Echter- und Bachnelkwurz, b Aspekte des Grundtypbegriffes, c der Grundtyp der Fasanenartigen, d die Variabilität und Kreuzbarkeit der Arten (kleine Kreise) innerhalb der Grundtypen (große Kreise) und Grenzen zwischen den Grundtypen (keine Kreuzungsfähigkeit)

5. Evolutionsfaktoren

Der zweite Teil der vorliegenden Abhandlung beschreibt die Evolutionsfaktoren, die eine Veränderung der Arten bewirken, was anhand von Beobachtung und Experiment erklärt werden kann; sie geht auch der Frage nach, wie weit diese Faktoren eine Biospecies verändern können. Evolutionsfaktoren sind z.B. Mutation, Selektion oder Separation. Zunächst möchte ich darauf eingehen, wie der Begründer der Evolutionstheorie auf seine Hypothese kam. Charles Darwin hat als 22-jähriger 5 Jahre lang eine Weltreise auf der »Beagle«, einem englischen Vermessungsschiff, begleitet. Dabei hat er Tiere gesammelt und wissenschaftliche Zeichnungen angefertigt. 1835 hat die »Beagle« auf San Cristóbal, einer Insel des Galapagos-Archipels, angelegt. Charles Darwin beobachtete die Variabilität von Finken der Galapagos-Inseln. Darwin wird mit diesen Vögeln bis heute immer wieder in Verbindung gebracht. Er fand dort eine Vogelsonne von überraschend ähnlichen Formen vor, die alle Nahrungsquellen ihres Wohnraumes auszunutzen imstande war. Insgesamt sammelte Darwin 31 Finken. Zurück in England machte ihn ein Vogelkundler darauf aufmerksam, wie vielfältig sie in ihrer Körpergröße und vor allem in der Beschaffenheit des Schnabels waren. Die trotzdem überwiegende Ähnlichkeit der Vögel führte ihn zu der berechtigten Annahme, dass alle hier lebenden Formen auf eine gemeinsame Ahnenform zurückgehen, die zu einem früheren Zeitpunkt vom süd- oder mittelamerikanischen Festland aus die abgelegenen Galápagos-Inseln erreicht hat (Abb. 4). Dies gab ihm die entscheidende Idee einer umfassenden Evolution des Lebens vom Ein-

fachen zum Komplexen. Die genannte Ahnenform der Finken kam auf eine von Vögeln fast unbewohnte Inselgruppe und konnte sich hier stark vermehren, da weder Feinde noch Konkurrenten die Entwicklung beeinflussten. Ursprünglich ernährten sich die Darwinfinken ausschließlich von Samen. Mit zunehmender Individuenzahl wurden aber jene Tiere von der natürlichen Auslese (Selektion) begünstigt, die sich von der Ursprungsform unterschieden und so neue Lebensgrundlagen für sich erschließen konnten. So wandelte sich der ursprüngliche Typ und spaltete sich in mehrere Linien auf, die es erlaubten, die gegebenen Möglichkeiten des Lebensraums voll auszunutzen und so die Konkurrenz untereinander zu verringern. Konkurrenz bedeutete in diesem Fall vor allem Nahrungskonkurrenz, so dass sich die Abwandlungen von der Ursprungsform hauptsächlich in den verschiedenen Schnabelformen der neu entstandenen Arten manifestieren. Der Schnabel bietet damit eine wichtige systematische Grundlage.

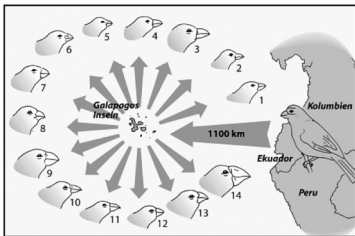


Abb. 4. Die Darwinfinken. Die auf dem Festland lebende Urform wurde auf die Galapagosinseln verdriftet, wo sie sich in mehrere Unterarten aufspalteten

Diese Entdeckung wird häufig als »das großartige Experiment der Stammesgeschichte« bezeichnet. Es kam hier auch tatsächlich durch Separation, Selektion und Mutation zur Aufspaltung von Arten und zur Bildung von Rassen. Jedoch gehören die Finken nach der Grundtypdefinition zu dem gleichen Grundtyp, da sie noch alle direkt oder indirekt miteinander kreuzbar sind. Das »großartige Experiment der Stammesgeschichte« ist demnach einfach ein schönes Beispiel für Mikroevolution und liefert keinen Beweis für Makroevolution.

Fassen wir noch einmal kurz zusammen, was Darwin auf seiner Reise entdeckt hat. Er beschrieb drei Faktoren, die zur Abwandlung der Arten führten. Das war zum einen die enorme Variabilität der Lebewesen. Variationen findet man überall in der belebten Welt, z.B. findet man bei dem Schneckenhaus der Schnirkelschnecke alle Farbnuancen zwischen schwarz und gelb und verschiedene Streifenmuster. Der zweite Faktor war die Überproduktion an Nachkommen: Fische produzieren z.B. viele 1000 Eier, aber nur ein Bruchteil davon kann überleben. Das sind in der Regel diejenigen, die an die herrschenden Umweltbedingungen am besten angepasst sind. Der dritte Faktor war die Begrenzung der Ressourcen, was zu einer langfristig konstanten Größe der Populationen führt. Dadurch kommt es zur Auslese (Selektion) der Bestangepassten. Der Begriff *Survival of the fittest* beschreibt dieses Szenario. Darwin sagt selbst dazu: »Das Endergebnis (der natürlichen Selektion) ist, dass jedes Lebewesen nach immer vorteilhafterer Abänderung im Verhältnis zu seinen Lebensbedingungen strebt. Diese Veränderung führt unausbleiblich bei der Mehrheit der Lebewe-

sen zu einem stufenweisen Fortschritt der Organisation.«⁶ Im Laufe der Zeit wurden Darwins Vorstellungen zur Synthetischen Evolutionstheorie ausgebaut. Synthetisch heißt sie deshalb, weil es zu einer Synthese von Erkenntnissen aus vielen für die Evolutionsforschung relevanten biologischen Disziplinen kam. Mehrere Evolutionsfaktoren wurden hier zu einem Erklärungsgefüge kombiniert. Sicherlich ist aus dem Biologieunterricht noch bekannt, dass die wichtigsten Faktoren Mutation, Selektion, Rekombination, Gentransfer und Separation sind. Evolution erfolgt allerdings nicht an einem einzelnen Individuum, sondern am gesamten Genpool einer Population (Gruppe von Individuen der gleichen Art). Die entscheidende Frage ist daher, welche Reichweite und Leistungsfähigkeit diese Faktoren haben. Können sie auch makroevolutiven Neuerwerb von Strukturen bewirken? Die drei wichtigsten, Mutation, Selektion und Separation werden im Anschluss genauer erklärt.

5.1. Separation

Unter Separation versteht man eine räumliche Trennung einer Ausgangspopulation, die zuvor im gleichen Lebensraum gelebt hat und sich damit ungehindert untereinander fortpflanzen und durchmischen konnte. Jedes einzelne Individuum unterscheidet sich in seinem Erbgut von seinem Nachbar (eineiige Zwillinge ausgenommen). Beim Menschen z.B. es gibt keine Person, die zweimal auf der Welt ist. Unterschiede treten in Haarfarbe, Größe, Augenfarbe und so weiter auf. Genauso gibt es diese Unterschiede auf der DNA; es gibt keine zwei Menschen, deren DNA absolut identisch ist. Daher können Kriminalistiker mit dem genetischen Fingerabdruck den Täter eindeutig identifizieren. Auch bei Tieren und Pflanzen kann man diese Variabilität feststellen. Die Separation führt dazu, dass die Population räumlich getrennt wird, z. B. durch geologische Ereignisse, Verdriften oder auch einfach durch Aussterben eines Teils der Population nach Naturkatastrophen. Es entstehen zwei Teilpopulationen, in dem Beispiel in Abbildung 5B eine größere, die noch eine große Vielfalt aufweist und eine kleinere, deren Variabilität stark reduziert ist. Das Resultat davon ist, dass sich die genetische Variabilität im Vergleich zur Ausgangspopulation tendenziell verringert. Die Teilpopulationen entwickeln sich verschieden weiter, da das Potential für eine Durchmischung der verschiedenen Merkmale (Allele) bei der Fortpflanzung besonders in der kleineren Teilpopulation reduziert ist. Das kann dazu füh-

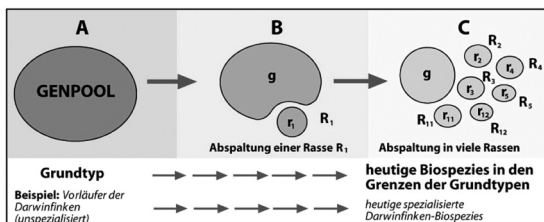


Abb. 5. Bei der Isolation wird von der Ursprungspopulation eine Teilpopulation abgetrennt. Deren genetische Variabilität ist vermindert. Dadurch kann ein Merkmal deutlicher ausgeprägt werden (z. B. ein leicht blauer Schimmer im Fell von Bären, die isoliert von den übrigen Artgenossen in einem Tal lebten)

⁶ C. DARWIN, Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl, Stuttgart 1963, 175.

ren, dass sich in der kleineren Population ein Merkmal verstärkt ausprägt und somit eine neue Unterart in der Population entsteht. Die genetische Variabilität verringert sich also bei dem Prozess der Separation.

5.2. Selektion

Der zweite Faktor ist die Selektion. Selektion bedeutet, dass die am besten an die jeweiligen Umweltbedingungen angepassten Individuen überleben. Ändern sich die Umweltbedingungen über längere Zeit nicht, dann sorgt die Selektion für eine langfristige Stabilität der Arten. Bei Veränderung der Umweltbedingungen bewirkt die Selektion eine Anpassung an die neuen Umweltbedingungen. Dies war auch bei den Darwinfinken der Fall, als sie die neuen Lebensräume auf den Inseln besiedelten und dort andere Lebensbedingungen vorfanden als auf dem Festland. Außerdem führt die Begrenztheit des Lebensraumes aufgrund der Überproduktion von Nachkommen zur inner- und zwischenartlichen Konkurrenz, so dass nur die konkurrenzstärkeren überleben (survival of the fittest). Selektion bewirkt also die Auswahl geeigneter Individuen aus der Population, die unter den bestimmten Umweltbedingungen mehr Nachkommen erzeugen können. Das lässt sich am besten an einem Beispiel erklären. Das Knäuelgras ist eine Art, die auf vielen Wiesen vorkommt und eine knäuelartige verdickte Rispe besitzt, daher der Name. Normalerweise wachsen diese Pflanzen nicht auf verseuchten Böden, wie dies der Fall auf Bergwerkshalden ist, die Schwermetalle enthalten, da diese die Pflanzen abtöten. Es gibt jedoch vereinzelt Pflanzen, die auf diesen Halden überleben. Deren Nachkommen sind ebenfalls in der Lage, die vergifteten Halden zu besiedeln (Abb. 6). Genetische Untersuchungen haben gezeigt, dass die Haldenpflanzen sich kaum noch oder gar nicht mehr mit den Formen umliegender unbelasteter Standorte, von denen sie abstammen, kreuzen. Die Gifftoleranz rührt wahrscheinlich daher, dass eine Einschränkung der Aufnahme von Mineralsalzen aus dem Boden vorliegt. Nun stellt sich die Frage, ob damit ein Hinweis auf eine beginnende Höherentwicklung vorliegt. Die genetische Untersuchung hat gezeigt, dass die Haldenpflanzen keine neuen Eigenschaften erworben haben. Die Fähigkeit zur Gifftoleranz war jedoch bereits in der natürlichen Variabilität vorhanden. In der Ausgangspopulation war zu einem geringen Prozentsatz schon die Fähigkeit gegeben. Sie hatte aber keine Bedeutung, da es kein Gift gab. Diese Fähigkeit erweist sich nun auf Giftböden als vorteilhaft. Die Pflanzen, die diese Eigenschaft nicht ausgeprägt haben, sterben ab. Es handelt sich also hierbei um eine Fähigkeit, die sich in einer

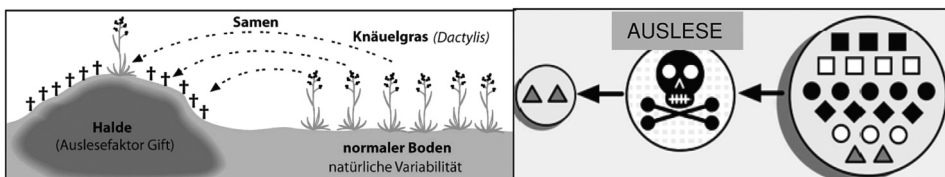


Abb. 6. Auf schwermetallverseuchten Böden sterben die Samen des Knäuelgrases in der Regel ab. Nur wenige können sich dort etablieren: das Gift wirkt als Selektionsfaktor.

speziellen Umgebung als vorteilhaft erweist. Es erfolgte kein Erwerb neuer Eigenschaften. Die Vorgänge bei den Bergwerkshaldenpflanzen zeigen also deutlich, dass Artbildung nicht als beginnende Höherentwicklung anzusehen ist. Sie geht vielmehr mit Spezialisierung und damit Verarmung des Genpools einher. Isolation und Selektion an sich steuern daher zur Frage nach der Makroevolution keine Erkenntnisse bei, da es keinen Informationszugewinn gibt.

5.3. Kombinierte Wirkung von Separation und Selektion

Bei der Artbildung wirken Separation und Selektion meist zusammen. Was bewirken nun die beiden Faktoren Separation und Selektion zusammen? Welche Konsequenzen erfolgen aus der Aufspaltung der Arten? Die Ausgangssituation der Artbildung war eine genetisch reiche Ausgangspopulation, wie es bei der Festlandsform der Darwinfinken der Fall war. Die Buchstaben in Abbildung 7 links stehen für die genetische Variabilität: je mehr Buchstaben, desto größer die genetische Vielfalt. Durch mehrfach hintereinander erfolgte Artaufspaltung kommt es zur Verarmung des Genpools: die Zahl der Buchstaben, die übrigbleibt, nimmt ab. Damit vermindert sich die Variabilität, die Anpassungsfähigkeit oder Flexibilität bei sich nochmals ändernden Umweltbedingungen verringert sich, und die Aussterbegefahr steigt. Die heute lebenden Darwinfinken haben also eine geringere genetische Variabilität als ihre Vorfahren, es sind nur noch wenige Buchstaben vorhanden und damit nur noch ein Bruchteil der ursprünglichen Vielfalt. Der holländische Zoologe Duyvenne de Wit hat diese Vorgänge wie folgt beschrieben: »Wenn sich eine Randpopulation den Weg zu einem neuen Lebensraum bahnt, kann sie nicht alle Gene ihrer Mutterpopulation, sondern nur einen Teil davon, mitnehmen. Jede neue Rasse oder Art, die aus einer früheren hervorgeht, besitzt daher einen ärmeren Genpool. Folglich ist Substanzverlust des Genpools der Preis, den jede Rasse oder Art für das Vorrecht zuzahlen muss, ins Dasein zu kommen. Wenn sich der Artbildungsprozess oft nacheinander wiederholt, entstehen schließlich Arten, deren Genpool soweit ausgelaugt ist, dass schon relativ geringfügige Änderungen der Umwelt ausreichen, um ihr Aussterben zustande zu bringen. Das tragische Schicksal extrem angepasster Arten oder Rassen ist daher unwiderruflich der genetische Tod.«⁷ Am Beispiel der Geparde kann man den letzten Satz vom genetischen Tod gut belegen (Abb. 7 rechts). Die Gepardenpopulation zeigt fast keine Variabilität in ihrem Genom, d.h. ein Gepard gleicht dem anderen fast völlig. Der braune Balken in Abb. 7 rechts zeigt, in wieviel Prozent ein Tier mischerbig ist (d.h. es existieren von einem Merkmal verschiedene Varianten im Genom, von denen eine jeweils dominant die andere rezessiv ist). Der grüne Balken gibt die Häufigkeit polymorpher Genorte in Prozent an, also den prozentualen Anteil der Genorte, die in mehreren Allelen im Genpool der Art vorliegen. Bei den Geparden ist das jeweils null. Der Gepard ist daher auch vom Aussterben bedroht. Ein hoher Anpassungsgrad geht demnach mit einer geringen Variabilität einher und eine geringer An-

⁷ J. GRÜN, Die Schöpfung – ein göttlicher Plan. Die Evolution im Lichte naturwissenschaftlicher Fakten und philosophisch-theologischer Grundlagen. Münstair / CH (Verax) 2000, S. 543.

passungsgrad mit einer hohen Variabilität. Anpassung und Spezialisierung sowie Höherentwicklung auf der anderen Seite sind somit grundverschiedene Dinge. Sie tragen nichts zur Neugewinnung von genetischer Information bei. Es bleibt also nur noch ein Evolutionsfaktor übrig, der das Potential hat, neue Information zu generieren, das ist die Mutation. Kann die Verarmung des Genpools infolge der Artaufspaltung durch Mutationen aufgehoben werden?

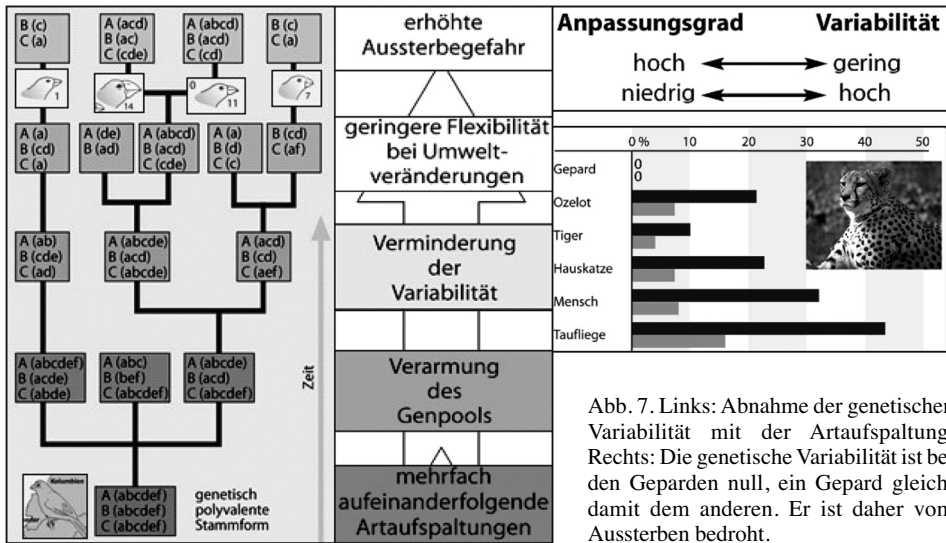


Abb. 7. Links: Abnahme der genetischen Variabilität mit der Artaufspaltung. Rechts: Die genetische Variabilität ist bei den Geparden null, ein Gepard gleicht damit dem anderen. Er ist daher vom Aussterben bedroht.

5.4. Mutation

Mutation wird als eine dauerhafte Veränderung des Erbgutes (lat. *mutatio* Veränderung, Wechsel) definiert. Sie betrifft zunächst nur das Erbgut einer Zelle, wird aber von dieser an alle eventuell entstehenden Tochterzellen weitergegeben. Mutationen können spontan auftreten, z.B. durch Fehler bei der Replikation (Vervielfältigung des Erbinformationsträgers); es kann auch keine erkennbare Ursache geben, oder sie werden durch äußere Einflüsse verursacht, wie beispielsweise durch Strahlung oder erbgutverändernde Chemikalien (Mutagene). Drei wesentliche Folgen resultieren für den Organismus. (1) Eine Mutation kann negative Folgen haben, d.h. ihre Träger sind weniger konkurrenzfähig und weniger überlebensfähig, z. B. durch einen Funktionsverlust wie bei der Rot Grün Blindheit. (2) Die zweite Art sind neutrale Mutationen. Das sind die meisten Mutationen. Viele Mutationen führen dazu, dass eine Veränderung in einem DNA-Abschnitt keine Konsequenzen nach sich zieht, wenn die Stelle, die verändert wurde, nicht für eine genetisch relevante Information benutzt wird. Aber auch wenn die veränderte Stelle Informationsträger ist, kann es sein, dass sich der Informationsgehalt des Gens nicht verändert hat, da einzelne Aminosäuren nicht durch eine 1:1-Beziehung zwischen DNA-Strang und passender Aminosäure

kodiert sind, sondern durch eine 1:n-Beziehung. Solche Arten von Mutationen führen dazu, dass innerhalb einer Gruppe von Organismen funktional gleiche Gene unterschiedliche genetische »Buchstaben« innerhalb ihrer Nukleotid-Sequenz besitzen. Diese Unterschiede, die Polymorphismen heißen, lassen sich ausnutzen, um Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Individuen abzuleiten, oder auch um eine durchschnittliche Mutationsrate abzuschätzen. (3) Positive Mutationen bringen einen Vorteil für das Individuum mit sich, sie treten jedoch unter natürlichen Bedingungen sehr selten auf. Durch Austausch der Basenpaare werden hier Proteine verändert oder einfach nur anders reguliert, was eine Änderung im Körperbau oder in Körperfunktionen und/oder im Verhalten des Organismus bewirken kann, die ihm Vorteile gegenüber seinen unveränderten Artgenossen bietet. Wenn diese Mutation an die Nachkommen vererbt wird, hat sie eine erste Voraussetzung erfüllt, dass sie sich einst durchsetzen kann. Der Mensch macht sich zudem den genomverändernden Effekt ionisierender Strahlen zunutze, um Mutationen künstlich auszulösen. Eine Anwendung besteht in der Bestrahlung von Pflanzensamen, um neue Sorten zu erzeugen und wirtschaftlich zu nutzen. Ein Beispiel für Mutation sind die Manx-Katzen. Sie sind durch Genmutation infolge extremer Inzucht entstanden. Neben der Schwanzlosigkeit bestehen Skelettmissbildungen und weitere Fehlbildungen, also eine negative Mutante. Auch die Sphynx-Katze ist eine negative Mutante. Sie hat keinerlei Fell. Diese Rasse wird seit 1966 aus einer in Kanada geborenen, natürlich mutierten Katze vom Menschen weitergezüchtet. Unter natürlichen Bedingungen wären sie nicht lebensfähig. Mutationen können auch Änderungen hervorrufen, die zu Tieren mit zwei Köpfen oder Fliegen mit vier statt zwei Flügeln führen. Oft entstehen durch Mutationen solche missgebildeten Strukturen. Dabei bedeutet es nicht, dass eine atypische Struktur eine neue Struktur ist. Der alte oder ursprüngliche Bauplantyp liegt ja noch zugrunde, er wurde nur modifiziert. Eine neue Struktur läge z. B. dann vor, wenn ein Schwein durch Mutationen funktionsfähige Federn bekäme. Aus der Reihe der bereits aufgezeigten Evolutionsfaktoren sind positive Mutationen also die einzige Quelle für neue Strukturen und Dazugewinn an genetischer Information. Die Höherentwicklungs-vorstellung geht ja davon aus, dass eine primitive Urzelle am Anfang stand. Die primitive Urzelle muss genetische Information dazu gewinnen, um neue Arten hervor-

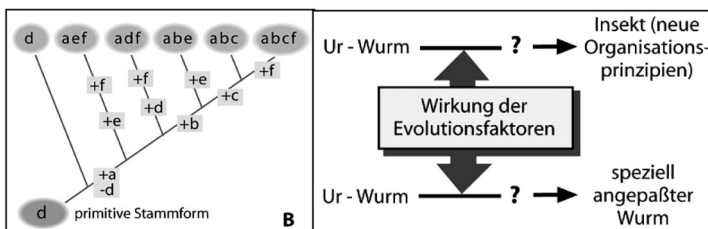


Abb. 8. Links: Die Evolutionstheorie postuliert eine Zunahme der genetischen Information. Selektion und Isolation scheiden als Quelle neuer Information aus. Rechts: Hypothese und Alternativhypothese zur Wirkung der Evolutionsfaktoren. Erklärung siehe Text.

zubringen (Abb. 8 links). Durch Artbildung verlorengegangene Allele müssen durch neuartige ersetzt werden. Makroevolution erfordert Informationszugewinn. Reicht die Mutation als Faktor aus, um diese verlorengegangenen Allele durch neuartige zu ersetzen? Kann das Auftreten von Mutationen den Verarmungsprozess bei der Art-aufspaltung ausgleichen oder sogar überbieten? In der Wissenschaft ist es üblich, Hypothesen aufzustellen. Die Hypothesen dienen als Arbeitsgrundlage, um die Ergebnisse der durchgeführten Experimente schlüssig zu interpretieren. Die Fragestellung im Kontext der Evolutionstheorie ist, zu welchen Erkenntnissen man aufgrund empirischer Ergebnisse der Mutationsforschung kommt.

Die erste Hypothese besagt, dass durch die Wirkweise der Evolutionsfaktoren Makroevolution ausreichend erklärt werden kann. Das bedeutet, man kann zumindest ansatzweise nachweisen, dass eine grundtypüberschreitende Veränderung der Arten und Entstehung neuer Konstruktionselemente möglich ist und damit auch in der Natur beobachtbar ist oder gegebenenfalls durch künstliche Eingriffe provoziert werden kann. Hypothese I prognostiziert, dass z. B. aus einem wurmartigen Organismus schließlich ein Insekt mit ganz neuen Organisationsprinzipien entstehen kann (Abb. 8 rechts). Die Alternativhypothese besagt, dass die Wirkweise der Evolutionsfaktoren im Bereich der Mikroevolution bleibt. Als Ergebnis würde man hier erwarten, dass sämtliche Versuche zur Variabilität der Arten nie das Grundtypniveau überschreiten, innerhalb der Grundtypgrenzen jedoch ein enormes Variationspotential abgerufen werden kann. Hypothese II erwartet, dass aus einem Urwurm nur ein speziell angepasster Wurm wird, der immer noch zum betreffenden Grundtyp gehört.

5.5. Vier Beispiele für Mutationen

Eine weitere Eigenschaft, die beachtet werden muss ist die, dass nur diejenigen Mutationen zum evolutionären Fortschritt beitragen, die ihrem Träger direkt oder indirekt einen Vorteil verschaffen im Vergleich zu den anderen Organismen. Und ob eine Mutation vorteilhaft ist, hängt von den jeweiligen Lebensbedingungen ab, wie die folgenden Beispiele verdeutlichen sollen. (a) Das erste Beispiel sind blinde Höhlenfische. Ursprünglich waren die Tiere kräftig pigmentierte, sehende Fische, die an der Wasseroberfläche lebten. Es haben sich heute insgesamt rund 30 verschiedene Formen ausgebildet; manche davon entwickelten sich zu farblosen, blinden Fischen, die optimal an das lichtlose Leben in den Höhlensystemen angepasst waren. Die blinden Höhlenbewohner haben im Zuge der Anpassung auch den Körperbau leicht verändert: im Kiefer tragen sie mehr Zähne, und in Maul und Rachen verfügen sie über mehr Geschmacksknospen, um besser Nahrung zu finden. 2008 gab es dazu einen Beitrag in »Welt online«. Dort steht⁸: Forscher machen blinde Höhlenfische sehend: »Mehr als eine Million Jahre haben die blinden Höhlenfische in Mexiko gebraucht, um sich an ein Leben ohne Licht anzupassen: Dazu haben sie sogar ihren Sehsinn aufgegeben. US-Forschern ist es durch Kreuzung gelungen, die Fische wieder zum Sehen zu brin-

⁸ Die Welt online Wissen (10. Januar 2008). http://www.welt.de/wissenschaft/article1538298/Forscher_machen_blinde_Hoehlenfische_sehend.html.

gen, wie das Wissenschaftsmagazin *Current Biology* berichtet. Die Sehfähigkeit konnte in nur einer Fisch-Generation wieder angezchtet werden. »Die Wiederherstellung der Sehfähigkeit ist in einer Generation möglich, weil die einzelnen Populationen in verschiedenen Höhlensystemen aus verschiedenen Gründen blind geworden sind. Das bedeutet, dass verschiedene Gene in den einzelnen Populationen funktionslos sind«, so Borowsky. Die Kreuzungen mit anderen Fischen hatte den Forschern deutlich vor Augen geführt, wie schnell physische Anpassungen durch Züchtungen mit anderen Artgenossen wieder rückgängig gemacht werden können. Die genetischen Defizite einer Elterngeneration konnten einfach durch die noch vorhandenen Gene anderer Populationen wettgemacht werden. Das Forscherteam konnte zeigen, dass jene Gene, die für den Aufbau der Linse und Hornhaut bei den Fischen zuständig sind, auch bei den blinden Tieren voll funktionstüchtig blieben. »Das heißt, dass trotz der Blindheit der Fische, die funktionalen visuellen Systeme nur durch Mutationen einiger Schlüsseltgene deaktiviert werden«, erläutert Jeffery (ebd.).

(b) Das zweite Beispiel sind flugunfähige Insekten auf stark windumtosten Inseln. Durch Mutationen kam es zum Verlust der Flügel. Unter normalen Umständen ist das ein großer Nachteil, da die Insekten z.B. angreifenden Feinden nicht mehr davonfliegen können. Nur auf dem sturmtosten Inseln bietet es großen Vorteil, da alle Insekten mit Flügeln auf ihren Flügeln auf See verdriftet werden und dort dann umkommen können. Hier hat sich also eine sonst nachteilige Mutation als vorteilhaft erwiesen.

(c) Das dritte Beispiel sind noch die Darwinfinken, da die Darwinfinken mit ihren verschiedenen Schnabelformen eines der Paradebeispiele für Evolution sind. Die Variabilität der Schnäbel ist aber auch ein instruktives Beispiel für die Polyvalenz von Grundtypen. Ein größeres Ausmaß an Polyvalenz ist möglich, wenn verschiedene Merkmalsausprägungen quasi vorprogrammiert sind und z. B. durch Umweltreize angeschaltet werden. Solche »Anschaltmöglichkeiten« werden gemäß dem Grundtypmodell erwartet. Entwicklungsbiologen haben herausgefunden, dass ein Protein, welches eine Rolle bei der Entwicklung der Kopfes und anderer Knochen spielt, auch zu den Molekülen gehört, welche die Form der Schnäbel beeinflussen. Je nachdem, wo und wann das »Knochen-Morphogenese-Protein 4« (bone morphogenetic protein 4, BMP4) während der Ontogenese eingeschaltet wird, entstehen verschiedene Formen von Schnäbeln, stellten Wu et al. (2004)⁹ bei Untersuchungen an Hühnern und Enten fest. Lange, breite Schnäbel bildeten sich, wenn die BMP4-Menge hoch gehalten wurde; bei geringen Konzentrationen wurden die Schnäbel nur kurz. Wird die Menge an BMP4 während der Entwicklung geändert, können missgebildete Schnäbel entstehen. Eine andere Forschergruppe stellte fest, dass auch bei sechs verschiedenen Darwinfinken-Arten das Muster der Genexpression von BMP4 mit der Form der Schnäbel variiert (Abzhanov et al. 2004)¹⁰.

⁹ P. WU / P.-X. JIANG / S. SUKSAWEANG / R. B. WIDELITZ / C. M. CHUONG, Molecular shaping of the beak, in *Science* 305 (2004) 1465–1466; E. PENNISI, Bonemaking protein shapes beaks of Darwin's finches, in *Science* 305 (2004) 1383.

¹⁰ A. ABZHANOV / M. PROTAS / B. R. GRANT, P. R. GRANT / C. J. TABIN, Bmp4 and morphological variation of beaks in Darwin's finches, in *Science* 305 (2004) 1462–1465.

(d) Das letzte Beispiel ist die Resistenzbildung gegenüber Antibiotika durch Bakterien. Antibiotika hemmen durch Bindung an ribosomale Proteine die Proteinsynthese, das Bakterium kann normalerweise dann nicht mehr überleben. Mutationen führen nun zum Austausch einer Aminosäure, und damit ändert sich die Raumstruktur des Proteins mit der Folge, dass das Antibiotikum nicht mehr an das Zielprotein binden kann und die Zelle damit resistent wird. In der Natur produzieren z.B. Pilze natürlicherweise Antibiotika, um sie zur Verteidigung gegen Bakterien einzusetzen. Es ist daher verständlich, dass Bakterien über Mechanismen zum Abbau von Antibiotika verfügen und dafür auch über gute Anpassungsmöglichkeiten verfügen. Antibiotikaresistente Zellen liegen allerdings schon vor Einwirkung des Antibiotikums vor. Das Antibiotikum selbst übt lediglich eine Selektionsfunktion aus. Mit Hilfe von Selektivnährmedien können die resistenten Zellen aus der Population isoliert werden. Es kann kein Zweifel daran bestehen, dass der Erwerb einer Antibiotikaresistenz ein mikroevolutionärer Vorgang mit selektionspositiver Wirkung ist, wenn die Bakterien Antibiotika als Selektionsfaktor ausgesetzt sind.

6. Ergebnisse von Beobachtung und Experiment

Wissenschaft lebt von Beobachtung und Experiment. Das wurde bereits im ersten Teil ausführlich behandelt. Im Folgenden werden drei Experimente vorgestellt, die mit dem Ziel durchgeführt wurden, die Variabilität von Organismen zu untersuchen. Die Experimente kann man unter der großen Frage betrachten: Ist es möglich, den darwinistischen Zufall-Auslese-Mechanismus experimentell zu untersuchen? Um dies zu prüfen, benötigt man eine große Population und/ oder viele Generationen. Die drei Beispiele sind (1) Fruchtfliege *Drosophila*, (2) *Escherichia coli* Bakterien und (3) eine einzelne Proteinsequenz.

6.1. *Drosophila melanogaster*

Die Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* (Abb. 9) ist seit 1908 als Modellorganismus der Genetik etabliert. Man benutzt sie, weil sie genetisch einfach aufgebaut ist und im Labor leicht gezüchtet werden kann. Zudem enthält sie vier Paare von leicht zu beobachtenden Chromosomen mit nur 13 600 Genen. Im März 2000 lag die vollständige Sequenz des Genoms der Fruchtfliege vor. Seit 100 Jahren benutzen Biologen die Fruchtfliege *Drosophila* und haben inzwischen Tausende von Experimenten mit ihr durchgeführt, um die Vererbungsgesetze zu erforschen. Dazu arbeiten Biologiestudenten in ihrer Praxis mit Fruchtfliegen, wobei sie versuchen, neue Varianten hervorzubringen, indem sie verschiedene Fruchtfliegetypen miteinander kreuzen. Mutationen wurden auch künstlich erzeugt, z. B. durch Röntgenstrahlung. Auf diese Weise sind beispielsweise abnormale Flügelformen, farbige Augen etc. entstanden. Über 3000 Mutationen sind von der Fruchtfliege bis heute beschrieben worden. Trotz unzähliger Mutationen und intelligenter menschlicher Selektion ist nie ein neuartiges Lebewesen entstanden. Bis heute ist noch nie eine Weiterentwicklung zu

einem neuen, vorteilhafteren Bauplan festgestellt worden. Der Evolutionist Pierre-P. Grassé musste daher feststellen: »Die Fruchtfliege, das bevorzugte Forschungsobjekt der Genetiker, deren geografische, biotopische, urbane und rurale Typen man von vorne und hinten kennt, scheint seit Urzeiten dieselbe geblieben zu sein«¹¹.



Abb. 9. *Drosophila melanogaster*

6.2. *Escherischia coli*

Das zweite Experiment wurde mit *Escherischia coli* Bakterien durchgeführt. *E. coli* ist das Bakterium, das gewöhnlich den Verdauungstrakt bewohnt und dort einen Großteil der Arbeit verrichtet, aber auch z.T. zu schweren Erkrankungen führen kann. Bakterien bieten ideale Bedingungen dafür, viele Generation auf engem Raum in kurzer Zeit zu beobachten und zu manipulieren. Mit ihren kernlosen Zellen sind sie noch einfacher gebaut als Zellen mit Zellkern. Man kann jedoch nicht ohne weiteres Bakterien als primitiv bezeichnen. Jedes einzelne Bakterium enthält das Leben in einer unvorstellbaren Komplexität. Sermonti, ein italienischer Genetikprofessor, schreibt in seinem Buch »Le Forme della Vita« folgendes: »Makroevolution setzt unvorstellbar große Zeiträume voraus. Daher wird sie häufig als nicht experimentell prüfbar angesehen. Bakterien können jedoch gute Modelle sein, um auch postulierte makroevolutionäre Vorgänge zu prüfen. Sie sind haploid, Mutationen setzten sich daher besonders schnell durch. Sie zeichnen sich mit einer geringen Verdoppelungszeit aus mit minimal 15 min. Ein solches Bakterium weist unter günstigen Bedingungen nach Ablauf von 100 Jahren ca. 3.500.000 Generationen auf, dagegen zum Vergleich die Fruchtfliege 1700 und der Mensch nur 5. Etwa 100.000 Generationen aber sollen genügen, um vom primitiven Vormenschen zum *Homo sapiens* zu gelangen. Diese Generationenzahl kann bei Bakterien in etwas mehr als einem Jahr erreicht werden. Sie sind daher zur experimentellen Prüfung von Evolutionshypothesen gut geeignet.«¹²

Richard Lenski¹³ führte und führt ein solches Experiment durch mit folgendem Schema: Eine Ausgangskultur mit Bakterien in 10 ml Nährlösung wird über Nacht bebrütet. Die Bakterien wachsen und vermehren sich dabei, so dass am nächsten Tag ein Teil der neuen Ausgangskultur in ein neues Medium übertragen wird. Dieser Vorgang wird kontinuierlich über Jahre hinweg wiederholt. Dazu ein paar Zahlen: In eine 1 Liter-Kanne leben bis zu 1 Billion Bakterien. Jede Abtrennung produziert über Nacht 6,6 Generationen, da die Verdoppelungszeit der Bakterien sehr kurz ist. Das heißt innerhalb von 24 Stunden können sich die Bakterien 6,6-mal verdoppeln. Das

¹¹ P. P. GRASSÉ, *Evolution of living Organisms*, New York 1977, S. 130.

¹² In: J. GRÜN, *Die Schöpfung – ein göttlicher Plan*, S. 218. Vgl. G. SERMONTI, *Le forme della vita. Introduzione alla biologia*, Roma 2003 (zuerst 1981).

¹³ <http://myxo.css.msu.edu/ecoli/overview.html> (Richard Lenski, Michigan State University, Experimental Evolution: Overview of the *E. coli* long term evolution experiment).

ergibt in einer Woche insgesamt 46 Generationen. In einem Jahr sind es schon über 2 400 und in zehn Jahren sind 24 000 Generationen. Wenn man bedenkt, dass man für den Menschen eine Generationszeit von 25 Jahren ansetzt, sind 6,6 Generationen innerhalb von 24 Stunden enorm viel. Es steht also eine entsprechend große Population zur Verfügung, deren Eigenschaften sich im Verlaufe der Zeit verändern können. Evolution kann hier direkt beobachtet werden. Man erkennt das z. B. daran, ob eine Mikrobe besser wächst oder schlechter. Die Evolutionsforschungen von Richard Lenski sind eigentlich Züchtungsversuche mit 12 ursprünglich ähnlichen *E. coli*-Kulturen. Lenski arbeitet seit 1988 an diesem Experiment und hat bisher schon über 50 000 Evolutionsgenerationen gezüchtet. Das Ergebnis kann im Internet nachgelesen werden; die wichtigsten sind hier zusammengefasst: 1. die Bakterien haben sich den Umständen angepasst und wurden größer, 2. der Hauptteil der Anpassungen fand während der ersten 2000 Generationen statt, 3. die Änderungen beschränkten sich hauptsächlich auf 5 Gene, 4. nach 20 000 Generationen konnte eine kleinere Anzahl an genetischen Änderungen festgestellt werden und 5. es waren nach wie vor *E. coli* Bakterien. Das Fazit aus dem Experiment lautet somit, dass Zufall nur sehr geringe Änderungen produzieren kann. Der Befund ist für die Evolutionslehre sehr enttäuschend. Der Informationszuwachs durch Mutation und Selektion bei Bakterien hält sich in engen Grenzen. Eine nennenswerte Komplexitätszunahme konnte bisher nicht beobachtet werden. Vielmehr bleiben alle bisher beobachteten Veränderungen im Bereich der Mikroevolution. Man kann sie mit der vom Menschen seit Jahrtausenden praktizierten Tier- und Pflanzenzüchtung vergleichen. Nun stellt sich die Frage, ob Mikroben durch gezielte Manipulation verändert werden können und wie weit? Dazu folgt Beispiel (3), bei dem es um die Evolution eines Proteins (= kleiner Baustein einer Zelle) geht.

6.3. Synthetische Proteinsynthese

Proteine sind aus 20 verschiedenen Bausteinen (Aminosäuren; AS) zusammengesetzt, die wie in einem Satz nacheinander stehen und einen Sinn ergeben. Der Sinn ist im Fall der Proteine die Funktion. Die Reihenfolge und die Anzahl der verschiedenen Aminosäuren bestimmen die Funktion des Proteins. In Lebewesen kommen insgesamt 20 AS vor. Man kann das mit unserem Alphabet vergleichen. Wir haben dort 26 Buchstaben. Diese 26 Zeichen können wir beliebig kombinieren und dadurch so gut wie alles ausdrücken, was wir wollen. In der Sprache der Zelle gibt es diese 20 Aminosäuren, die so fungieren wie unsere Buchstaben und die in passender Abfolge das ausdrücken, was die Zelle tun soll. Das Enzym Xylanase besteht z. B. aus ca. 200 AS. Diese 200 AS ergeben den biochemischen Satz und bilden das fertige, funktionsfähige Enzym (Abb. 10). Der Mensch macht sich heute Enzyme in der Industrie oder in der Forschung zu Nutze für seine Synthesen. Wenn man dort aber nur die Enzyme einsetzt, wie man sie in der Natur vorfindet, kann es zu Problemen kommen. Natürliche Enzyme eignen sich nicht immer für den industriellen Gebrauch, sie ertragen z.B. keine hohen Temperaturen. Wenn man die Struktur des Proteins kennt, kann man aber gezielt eingreifen und einzelne AS durch Mutationen austauschen. Bestehende

Strukturen können so gezielt modifiziert werden mit dem Ergebnis, dass es z.B. zu einer Verbesserung der Aktivität, der Stabilität oder der Funktionalität in Lösungsmitteln kommt. Bei der Xylanase konnte man mit dem Austausch von 2 AS eine erhöhte Hitzeresistenz erzeugen (Abb. 10).

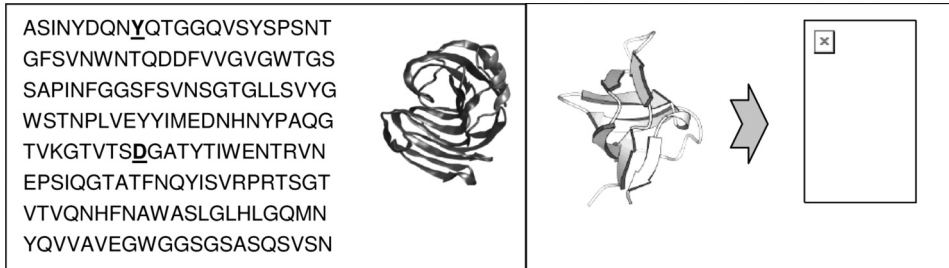


Abb. 10. Aminosäure (AS) Abfolge bei dem Enzym Xylanase. Jeder Buchstabe steht für eine AS. Jede AS wird durch 3 Zeichen auf der DNA codiert. Die fett gedruckten Buchstaben sind die AS, die gezielt verändert wurden mit dem Ergebnis einer höheren Temperaturstabilität.

Abb. 11. Francisco J. Blanco versuchte mit seinem Team, eine Proteinsequenz künstlich sukzessive in eine andere zu umzuwandeln, um einen möglichen makroevolutiven Weg aufzuzeigen. Ergebnis der Versuche war, daß die Zwischenglieder nicht stabil und nicht funktionsfähig waren.

Die Frage, die jetzt an Bedeutung gewinnt, ist die, inwieweit man ein Protein verändern kann, ohne dass es seine Funktion verliert. Als Beispiel dienen die Versuche von Francisco J. Blanco et al. 1999¹⁴. Bei diesem Versuch mit den Proteinen ging es darum, ein Ausgangseiweiß zu modifizieren mit dem Ziel, durch schrittweise Änderung das Protein A in das Protein B zu überführen (Abb. 11). Bei den Versuchen von Francisco J. Blanco et al. 1999 geht es also um die experimentelle Umwandlung von Struktur A in Struktur B. Man kann dies auch als geplante Makroevolution bezeichnen. Blanco et al. haben für ihren Versuch als Ausgangsprotein einen Teil des Proteins A-spectrin benutzt und zwar die SH3-Domäne (SH3). Dies ist eine konservierte kleine Proteindomäne (=Ausschnitt), das heißt, er kommt so in verschiedenen Organismen vor. Er ist ca. 60 Aminosäuren lang und z.B. in den Proteinen der Phospholipasen (spalten Phosphor von Verbindungen ab) oder Kinasen (Kinasen sind Enzyme, die einen Phosphatrest von einem Nucleosidtriphosphat [z. B. ATP] auf andere Substrate übertragen und umgekehrt) zu finden. Das Zielprotein, in das das Ausgangsprotein schrittweise überführt werden soll, ist die B1 Domäne des streptococcalen G Proteins, welches auch ca. 60 Aminosäuren lang ist. Es soll also aus einem Baugerüst A ein komplett neues Baugerüst B durch schrittweise Änderung der Ausgangsform erzielt werden, wobei das Protein immer noch seine Funktion beibehalten muss. Ver-

¹⁴ F. J. BLANCO / I. ANGRAND / L. SERRANO, Exploring the Conformational Properties of the Sequence Space between two Proteins with Different Folds: An Experimental Study, in: J. Mol. Biol. 285 (1999), 741–753.

liert das Protein im Laufe der Veränderung, die hier bereits auf der Stufe der Makroevolution abläuft, weil ein komplett neues Protein erzeugt werden soll, seine Funktion, ist es für die Evolution wertlos, weil es durch die Selektion aussortiert wird. Es muss durch so eine Veränderung immer etwas entstehen, was einen positiven Selektionswert im Vergleich zu seinem Vorgänger aufweist. Blanco und seine Mitarbeiter kamen in ihrer Studie zu dem Ergebnis, dass eine schrittweise Änderung des Proteins A zu Protein B nicht möglich war. Sie schreiben dazu: »The results obtained here suggest that the appearance of a completely new fold protein from an existing one is unlikely to occur by evolution through a route of folded intermediate sequences.« Auch hier bestätigt sich wieder die Hypothese, die dem Mikro- und Makroevolutionskonzept folgt. Man findet zahlreiche Hinweise auf eine begrenzte Veränderbarkeit der Organismen, hier in dem Fall der Proteine. Man kann sie innerhalb eines gewissen Bereiches verändern, in dem sie ihre Funktion noch beibehalten oder sogar verbessern. Wird die Abweichung aber zu groß, dann geht die Funktion verloren, und das Protein wird wertlos. Die Kluft, die zwischen Bauplan A und B der beiden Proteine liegt, kann selbst durch gezieltes Herangehen nicht überbrückt werden, obwohl die Forschung über sehr viel Know-how über Proteine verfügt. Dies lässt nur die Schlussfolgerung zu, dass die Distanz von A nach B zu lang ist. Auch geplantes Modifizieren hat seine Grenzen, denn es muss die Grundstruktur des Proteins erhalten bleiben (Abb. 12). Empirische Forschung liefert also auch keine Erklärung für das Entstehen neuer Proteine. Generell lässt sich nun aus den drei gezeigten Beispielen (*Drosophila*, *E. coli*, Protein) erkennen, dass Mutationen nicht der für Makroevolution erforderliche Mechanismus sind. Sie führen weder zu neuen Organen noch zu neuen Bauplänen. Neue, grundtypübergreifende Arten sind bisher weder durch die schrittweise Anhäufung von Genmutationen noch durch die Induzierung einzelner progressiver Mutationen hergestellt worden. Es fehlt demnach der experimentelle Nachweis, dass Makroevolution überhaupt funktioniert.

Wir haben bei der Mikroevolution festgehalten, dass Eigenschaften teilweise modifizierbar sind. Es gibt einen eingegrenzten Bereich, innerhalb dessen sich das Mutationsgeschehen abspielen kann. Das zeigt auch sehr schön eine Arbeit von dem Biologen Gerald Bergman mit seinem Team¹⁵. Er untersuchte 2005 ca. 19 Millionen Publikationen in Fachzeitschriften nach vorteilhaften Mutationen. Insgesamt wurden 453.732 Mutationen beschrieben. Aber es konnten nur 186 als vorteilhaft eingestuft werden, das sind 0,04%. Und bei keiner dieser Mutationen war eine Zunahme von Informationen für neue funktionstüchtige Proteine nachgewiesen worden. Mutationsversuche zeigen auch sehr deutlich die Begrenztheit der Variationsmöglichkeiten. Man sieht in Abbildung 13 deutlich, dass mit zunehmender Anzahl von Mutationsversuchen die Anzahl der verschiedenen Neu-Mutationen (a) und der neuen Phänotypen (b) drastisch abnimmt. Die waagrechten Linien zeigen das Sättigungslimit an. Irgendwann ist das Variationspotential ausgeschöpft. In der Tabelle sind Beispiele für das wiederholte Auftreten bestimmter Mutationstypen in einem Zeitraum

¹⁵ G. R. BERGMAN, Darwinism and the Deterioration of the Genome, in: CRSQ 42/2 (2005) 110–112.

von ca. 50 Jahren bei der Gerste in Schweden aufgeführt. In der Spalte »Anzahl Genorte« ist die Anzahl der von den jeweiligen Mutationen betroffenen Genorte angegeben.

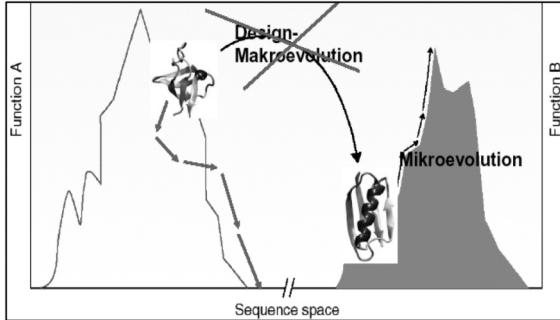


Abb. 12. Auch geplantes Modifizieren von Proteinen hat seine Grenzen. Für die Aufrechterhaltung der Funktion eines Proteins muß die Grundstruktur erhalten bleiben. Die Kluft zwischen zwei Bauplantypen ist selbst bei der kleinsten Einheit des Lebens, den Proteinen, zu groß, um durch sukzessive funktionsfähige Zwischenschritte überbrückt werden zu können. Verliert ein Protein seine Funktion im Verlauf seiner Veränderung, ist es wertlos geworden.

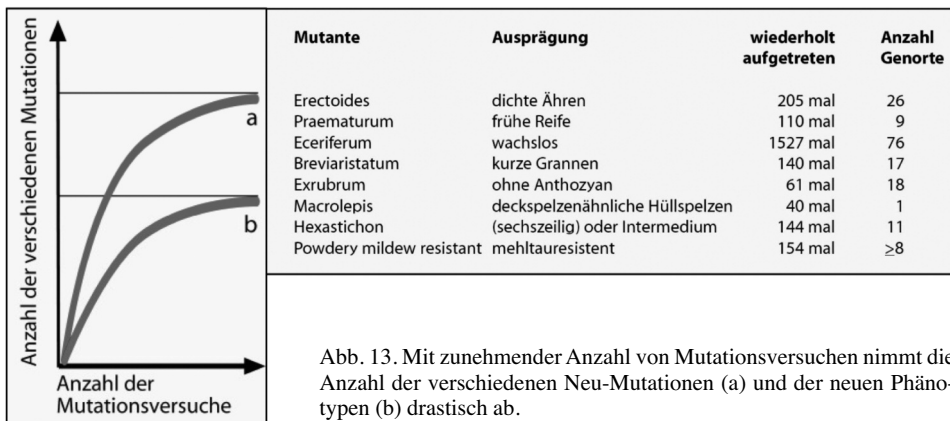


Abb. 13. Mit zunehmender Anzahl von Mutationsversuchen nimmt die Anzahl der verschiedenen Neu-Mutationen (a) und der neuen Phänotypen (b) drastisch ab.

Eine Durchsicht aller veröffentlichten Artikel in dem bekannten Journal of Molecular Evolution (JME¹⁶) für die Jahre 1985 bis 2008 auf das Vorhandensein von Belegen für Makroevolution kam zu dem interessanten Ergebnis, dass nicht ein einziger Nachweis für Makroevolution beschrieben wurde (Abb. 14). Vielmehr beschäftigte sich ein Großteil der Abhandlungen mit Ähnlichkeiten und Vergleichen zwischen DANN-Sequenzen, Stoffwechselwegen oder Molekülen verschiedener Organismen oder Gen- oder Proteinfamilien außerhalb des Grundtypniveaus oder innerhalb eines Grundtyps. Ähnlichkeiten an sich sind jedoch kein Beweis für eine stattgefundene Makroevolution.

¹⁶ www.springerlink.com/content/0022-2844.

Weiterführende Literatur: M. J. BEHE, Darwins Black Box. Biochemische Einwände gegen die Evolutionstheorie, Gräfelfing 2007, S. 387.

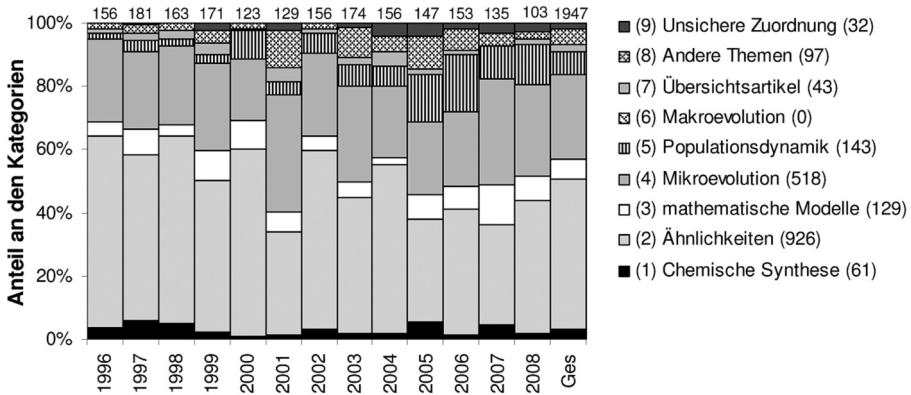


Abb. 14. Prozentualer Anteil aller Artikel aus dem Journal of Molecular Evolution im Zeitraum von 1995 bis 2008 an neun verschiedenen Themenkomplexen. Der für die Evolutionstheorie wichtige Komplex Makroevolution konnte nicht einen Artikel aufweisen.

7. Zeit als Evolutionsfaktor

Die bisher vorgestellten Einwände gegen die Evolutionstheorie beinhalteten das, was heute experimentell beobachtbar ist mit dem Ergebnis, dass alle Indizien auf Mikroevolution hinweisen, Makroevolution jedoch nicht belegt werden kann. Evolutionstheoretiker bringen nun das Argument vor, dass die langen Zeiträume doch das scheinbar Unmögliche möglich machen. Zeit ist also der Faktor, dem jetzt eine bedeutende Rolle zukommt. Stellen wir uns jetzt der Frage, ob die betrachteten Evolutionsfaktoren wie Mutation, Selektion etc. über lange Zeiträume zu einer Makroevolution führen. Alle bisher rezent beobachteten Artbildungs- und Variationsvorgänge zeigten schließlich keine Spur von Makroevolution. Kann nun die Zeit als weiterer Faktor diese Kluft überbrücken? In der Evolutionstheorie geht man davon aus, dass es ein sukzessives Auftreten der einzelnen Tierstämme gab. Beispielsweise sollen aus den Fischen die Amphibien hervorgegangen sein oder aus den Amphibien die Reptilien oder aus den Reptilien die Vögel und auch die Säugetiere. Im Folgenden wird kurz die Anatomie von zwei ausgewählten Tierstämmen gegenübergestellt, um damit zu verdeutlichen, welche immens großen Veränderungen in den Bauplänen der jeweiligen Gruppe nötig waren, um zur nächst höheren zu gelangen.

7.1. Bauplan Fisch und Bauplan Amphibie – ein Vergleich

Zuerst möchte ich den Bauplan der Fische demjenigen der Amphibien gegenüberstellen. Amphibien sollen sich ja im Laufe von ein paar Mio. Jahren aus den Fischen entwickelt haben. Alle Strukturen im Bauplan der Fische müssen sich demnach stufenweise in den Bauplan der Amphibien umgestaltet haben. Nicht allein der stromlinienförmige Körperbau begünstigt das Leben der Fische im nassen Element, auch

die anderen Körperbaumerkmale sind optimal für das Leben im Wasser konzipiert. Amphibien dagegen verbringen meist zunächst ein Larvenstadium im Wasser und gehen nach einer Metamorphose zum Leben an Land über. Aufgrund dieser Eigenschaft haben sie den wissenschaftlichen Namen Amphibia (auf beiden Seiten) erhalten. Ein Hauptunterschied zwischen den Fischen und den Amphibien ist das Innenskelett. Fische haben kein Becken, Amphibien haben eins. Bei einigen Amphibien, wie den Fröschen und Kröten, hätte sich das ganze Skelett derart verändern müssen, dass teilweise keine Ähnlichkeit mehr zu dem ursprünglichen bestanden hätte. Fische navigieren im Wasser mit Hilfe von Flossen. Flossen bestehen aus einem mit Hautfalten (Flossenhaut) verbundenem Gerüst, den Flossenstrahlen. Bei Knochenfischen sind diese Strahlen verknöchert, Knorpelfische haben Hornstrahlen. In der Muskulatur werden die Flossenstrahlen mit Flossenstrahlträgern verankert. Amphibien dagegen haben knöcherne Gliedmaßen, die mit Gelenken verbunden sind, die bei Fischen auch nicht vorkommen. Die Lurche sind z.B. mit zwei gleich- oder unterschiedlich langen Gliedmaßenpaaren ausgestattet. An jeder Hand befinden sich in der Regel vier Finger, an den Füßen je fünf Zehen. Je nach Körperbau bewegen sich Amphibien an Land kletternd, springend, schreitend oder kriechend, im Wasser schwimmend und tauchend (unter Einsatz der Hinterbeine oder des Schwanzes). Einhergehend mit den Änderungen im Skelett sind immer Änderungen im Bau der Muskulatur und der Nerven nötig. Das Kreislaufsystem unterscheidet sich auch wesentlich zwischen den beiden Tiergruppen. Fische nehmen den Sauerstoff über Kiemen auf, indem das Maul öffnen und schließen mit jeweiligen Anlegen und Abspreizen des Kiemendeckels. Dieser Sauerstoff wird nun durch das Blut in den ganzen Körper verteilt durch Pumpbewegungen des Herzens. Unter den Wirbeltieren haben die Fische das am einfachsten gebaute Herz und einen einfachen Kreislauf. Das Herz setzt sich allein aus einem Vorhof und einer Kammer zusammen. Eine für die Amphibien besonders wichtige Art der Atmung ist die Hautatmung: durch die dünne, feuchte Haut kann ein großer Teil des benötigten Sauerstoffs direkt durch die Haut aufgenommen werden. Während der Winterstarre atmen Arten, die am Boden von Gewässern die kalte Jahreszeit verbringen, sogar ausschließlich über die Haut! Als Larven besitzen Amphibien Kiemen, als erwachsene Tiere einfache Lungen. Ihr Herz besteht aus zwei separaten Vorkammern und einer einheitlichen Hauptkammer ohne Scheidewand. Lungen- und Körperblutkreislauf sind nur teilweise getrennt. Es gibt zahlreiche weitere Unterschiede, um sie nur kurz zu benennen: das Gehirn und das Nervensystem sind verschieden, Fische orientieren sich mit dem Seitenlinienorgan, sie haben eine Schwimmblase. Viele Fische haben nur eine sehr rudimentäre Zunge, viele Amphibien fangen ihre Beute mit der Zunge. Die Haut der Fische ist mit Schuppen bedeckt, Amphibien sind nackt. Amphibien haben ein Augenlid, Fische nicht.

7.2. Bauplan Reptil und Bauplan Vogel – ein Vergleich

Beim Übergang von Reptilen zu Vögeln verhält es sich genauso, nur dass die Unterschiede hier noch größer sind und die Vögel über viele originelle Erfindungen verfügen. Die Unterschiede sollen hier nur kurz benannt werden. Reptilien sind Kaltblüter, sie sind abhängig von ihrer Umgebungstemperatur, Vögel nicht. Vögel haben

Federn, die schützen sie optimal vor Wärmeverlust. Reptilien haben Schuppen auf ihrer Haut. Schon die Unterschiede zwischen Feder und Schuppe sind so immens, dass man sich nur schwer vorstellen kann, wie das eine aus dem anderen hervorgegangen sein soll. Federn sind immens komplex, sozusagen ein kleines Wunderwerk der Technik. Sie bestehen aus mehreren Einheiten (Schaft, Fahne mit Seitenstrahlen und Haken, Wimpfern). Die Haken sorgen dafür, dass die Federn immer dicht sind und kein Wind an falschen Stellen durchgeht, sonst verlieren sie die Tragfähigkeit. Nur die Vögel bebrüten ihre Eier, sie betreiben intensive Brutpflege, bauen kunstvolle Nester, haben einen Brutfleck und füttern ihre Nachkommen. Reptilien betreiben zwar auch Brutpflege, jedoch nicht so intensiv wie die Vögel. Bei den Vögeln sind die Knochen hohl; das dient der Reduzierung des Gewichts beim Flug; Reptilien haben massive Knochen. Das Atemsystem der Vögel ist einzigartig: ein System von Luftsäcken sorgt dafür, dass ständig beim Ein- und Ausatmen Sauerstoff ins Blut kommt; Reptilien haben normale Lungen. Vögel sehen sehr scharf, sie haben auf ihrer Netzhaut mehr Sehzellen als andere Lebewesen. Der Bau der Füße ist auch originell; beim Landen auf einem Ast müssen sich die Vögel nicht mühsam festhalten, sondern die Krallen ziehen sich automatisch zusammen. Außerdem haben sie nur 4 Zehen und nicht 5 wie die Reptilien. Vögel bringen die schönsten Arten an Gesang hervor, der oft schon Dichter und Poeten inspiriert hat. Vögel haben 4 Herzkammern, eine mehr als bei Reptilien. Sie haben einen Schnabel aus Horn, der vielfältig verwendet wird. Unterschiede gibt es auch im Bau des Skeletts. Ein Phänomen, das bis heute nicht ausgiebig erforscht ist, ist der Vogelzug in die Überwinterungsquartiere. Vögel finden die Route genau, manche sogar, ohne jemals mit den Eltern gemeinsam gezogen zu sein. Seeschwalben legen bis zu 35.000 km zurück, und das ohne Navigationsgeräte.

7.3. Anforderung an Zwischenstadien

Bei der Evolutionstheorie muss man sich immer fragen, wie eine lebensfähige und konkurrenzstärkere Zwischenform zwischen den Tiergruppen aussehen kann. Wenn man sieht, dass beim Übergang von den Reptilien zu den Vögeln Knochenbau, Körperbedeckung, Kreislaufsystem, Atmung etc. umgebaut werden müssen, dann können die dafür notwendigen Veränderungen in den Genen nicht durch eine einzige Makromutation erfolgen. Solche Mutationen gibt es nicht, und es gibt auch keine steuernde Instanz, die das Ziel kennt und weiß, was alles und wie alles genau mutiert werden muss. Das heißt, dass die geforderten Mutationsschritte nicht alle gleichzeitig auftreten können, und das wiederum bedeutet, dass es Zwischenstadien geben muss. Dazu muss noch die bereits genannte Bedingung erfüllt sein, dass jedes Evolutionsstadium oder Zwischenstadium überlebensfähig sein muss, ja nicht nur überlebensfähig, sondern auch noch konkurrenzstärker als seine Artgenossen, da das Zwischenstadium sich sonst nicht durchsetzen kann. Die Selektion lässt sich auch nicht ausschalten, bloß weil hier ein Zwischenstadium ist, das sich vielleicht irgendwann mal zu einem Vogel entwickeln könnte. Die Natur sortiert hier alles gnadenlos aus, was nicht optimal angepasst ist. Selbst wenn es vorkommen sollte, dass ein Schwein plötzlich perfekte Flügel mit Federn etc. hätte, was auch nicht in einem Schritt gehen würde,

würde es ihm nichts nützen, da es viel zu schwer ist zum Fliegen. Oder wenn ein Reptil eine Mutation für Homothermie, das heißt gleichwarme Körpertemperatur hätte, würde ihm das auch nichts nützen, weil das Haarkleid fehlt, das es vor Auskühlung schützt. Viele Konstruktionen im Organismus sind irreduzibel komplex¹⁷. Zur Gewährleistung der Gesamtfunktion muss demnach eine gewisse Anzahl an Bauelementen vorhanden und aufeinander abgestimmt sein (Abb. 15). Wozu soll es zum Beispiel gut sein, wenn die Schuppen der Reptilien anfangen, sich auszufransen, um irgendwann eine Feder zu werden? Die Schuppen als Schutz wären dann nicht mehr gegeben, und funktionstüchtige Federn fehlten noch. Es geht auch nicht, dass ein Tier von der Selektion verschont wird, nur weil es »wegen Umbau geschlossen« ist. Beispielsweise gibt es bis heute kein plausibles Konzept auch nur in der Theorie dafür, wie Schritt für Schritt z.B. ein Reptil in ein Säugetier umgewandelt werden könnte. Die Idee, dass eine Tiergruppe aus einer anderen hervorgeht, konnte sich zu Darwins Zeiten nur so gut entwickeln, weil man noch nicht wusste, wie komplex die Lebewesen in Wirklichkeit aufgebaut sind. Das gilt schon für eine einzige Körperzelle und erst recht für den gesamten Organismus.

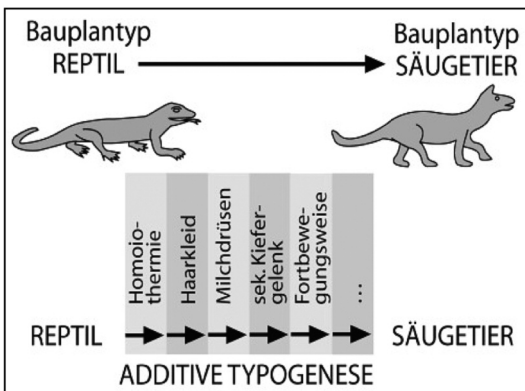


Abb. 15. Bei der Diskussion um die Zwischenformen darf nicht vergessen werden, daß zur Gewährleistung der Gesamtfunktion eine gewisse Anzahl an Teilfunktionen vorhanden sein muß. »Wegen Umbau geschlossen« kann es bei lebenden Organismen nicht geben.

Der Stoffwechsel der Bäckerhefe in Abbildung 16 vermittelt nur einen kleinen Eindruck, wie komplex nicht nur der Aufbau so eines einfachen einzelligen Organismus wie der Bäckerhefe ist, sondern dass da noch viel mehr dranhängt, als nur der Bauplan. Eine Zelle benötigt auch einen Energiestoffwechsel, der die Körperfunktion aufrecht erhält und auf ganz unterschiedliche Weise konzipiert sein kann. Die Zelle braucht auch einen Baustoffwechsel, der für den Aufbau des Zellmaterials zuständig ist. Das wichtigste ist aber die Regulation, die steuert, wann, was, wie viel umgesetzt wird. Das Netz der Wechselwirkungen wird damit immer komplexer. Alle Reaktionen in der Zelle und zwischen den Zellen sind vernetzt. Außerdem widersteht die Zelle Änderungen sehr stark, denn es gibt unzählige Reparaturmechanismen. Das alles war zu Darwins Zeiten noch nicht bekannt. Darwin selbst bemerkt auch zu seiner Theo-

¹⁷ Zum Begriff irreduzible Komplexität siehe auch: M. J. BEHE, Darwin's Black Box.

rie¹⁸: »Wenn nachgewiesen werden könnte, dass irgend ein komplexes Organ existierte, das nicht möglicherweise durch zahlreiche sukzessive geringförmige Änderungen geformt worden wäre, so würde meine Theorie absolut zusammenbrechen«. Ein schönes Zitat dazu gibt es auch von Schopenhauer: »Jeder dumme Junge kann einen Käfer zertreten. Aber alle Professoren der Welt können keinen herstellen.«¹⁹ Der Mathematiker und Biophysiker Lee Spetner äußerte sich ebenfalls kritisch zur aktuellen Evolutionstheorie, dem Neo-Darwinismus, obwohl er selbst kein Kreationist ist und auch nicht die Evolution im allgemeinen Sinn hinterfragt. Er hat ein Buch mit dem Titel »Not by Chance«: *Shattering the Modern Theory of Evolution* verfasst. Bei Amazon²⁰ kann man einen Kommentar des Autors zu seinem Buch lesen.

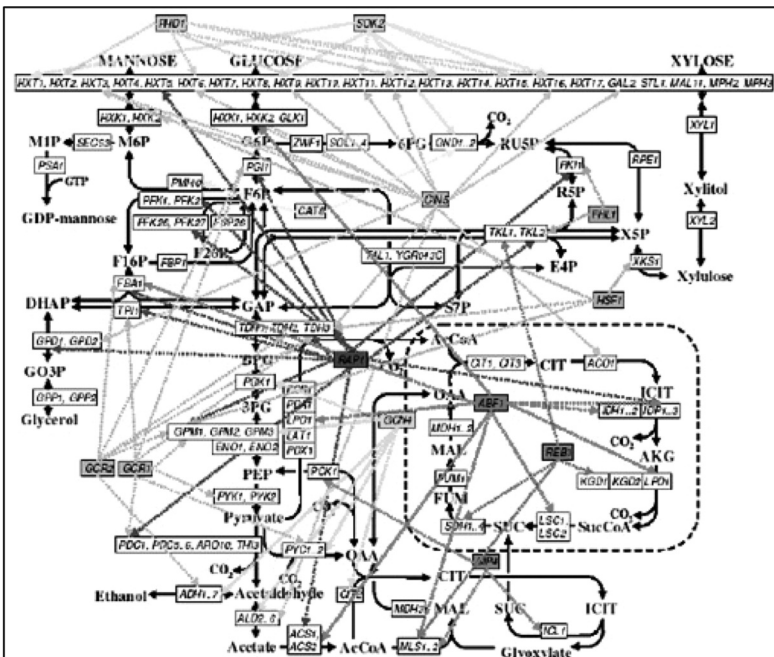


Abb. 16. Der Stoffwechsel der Bäckerhefe (*Saccharomyces cerevisiae*). Selbst ein einzelliger Organismus ist äußerst komplex organisiert und vernetzt.

Dort schreibt er unter anderem: »Wenn prominente Biologen behaupten, dass Evolution ein Fakt ist, verbreiten sie eine Halbwahrheit, das heißt, die Evolution ist weit weniger ein Fakt als sie gerne hätten, dass die Öffentlichkeit es glaubt. Die Theorie

¹⁸ Die Entstehung der Arten, hrsg. von H. SCHMIDT / J. V. CARUS, Leipzig 1884, S. 105.

¹⁹ A. SCHOPENHAUER, deutscher Philosoph, in: factum 9 (2006), S. 41 .

²⁰ <http://www.amazon.de/Not-Chance-Shattering-Modern-Evolution/dp/1880582244>.

besagt, dass die Entwicklung ein reiner natürlicher Prozess ist, der durch unbekannte Mechanismen angetrieben wird. Das ist einfach nicht wahr. Es gibt keinen Beweis dafür, dass das Leben sich entwickelt hat oder auch nur entwickelt haben könnte durch einen rein natürlichen Prozess.«

8. Die Evolutionstheorie – Tatsache oder Weltanschauung?

Wir haben bisher gesehen, dass es eine große Diskrepanz gibt zwischen dem, was man beobachten und auch nachweisen kann und dem, was immer wieder als Theorie so vehement verteidigt wird. Folgende Zitate vermitteln einen Eindruck davon. Auf der einen Seite steht die Überzeugung, dass Evolution eine Tatsache ist. Ähnliche Aussagen wie die folgende findet man regelmäßig: Wir wissen ohne Zweifel, dass langfristig durchgeführte Evolutionsexperimente komplexe Eigenschaften wie u.a. Photosynthese, Proteinsynthese, und Stickstofffixierung hervorgebracht haben. Es gibt in letzter Zeit aber immer häufiger Biologen und Wissenschaftler, die Zweifel äußern, so wie M. Pigliucci, der schreibt: »Es bleibt das unbestimmte Gefühl, dass wir die großen Fragen noch gar nicht angegangen sind.«²¹ Ein Umdenken in der Evolutionstheorie wird nur von wenigen Forschern angemahnt. Lange Zeiträume werden vielmehr als Lückenbüßer für unbekannte Mechanismen beansprucht. Aber unmögliche Dinge passieren auch dann nicht, wenn man lange wartet. So schreibt R. Wesson: »In der Tat hat ja keiner jemals beobachtet, wie durch Mutation ein neues Organ entsteht, nicht einmal im Anfangsstadium.«²² Es wird für die Evolutionstheorie immer wichtiger, dass sie in Zukunft plausible und prüfbare Erklärungen für Makroevolution liefert, wenn sie an diesem Konzept festhalten will. Jedoch spielen oft weltanschauliche Grundsatzüberzeugungen eine wesentliche Rolle auch in der Biologie, insbesondere bei der Frage nach der Ursprungsforschung. Jeder Wissenschaftler hat sich vor seiner Forschungsarbeit bewusst oder unbewusst festgelegt, welches Weltbild er vertritt, ob er einen Schöpfer zulässt oder nicht. Das hat natürlich Einfluss darauf, wie man seine Daten interpretiert (Abb. 17). Dabei geschieht es auch sehr schnell, dass man Daten, die nicht in die eigene Theorie passen, nicht beachtet. Viele werden bei der Diskussion um die Evolutionstheorie polemisch; das dient natürlich nicht der Wissenschaft.

Wir hatten anfangs zwei Hypothesen aufgestellt. Die erste war die, dass durch die Wirkweise der Evolutionsfaktoren Makroevolution ausreichend erklärt werden kann und grundtypüberschreitende Veränderungen an Organismen möglich sind. Die Alternativhypothese dazu war, dass die Wirkweise der Evolutionsfaktoren im Bereich der Mikroevolution (in den Grundtypgrenzen) bleibt. Anhand der Wirkweise der einzelnen Evolutionsfaktoren wurde erklärt, wie die Selektion und Separation zu einer

²¹ M. PIGLIUCCI, Do we need an extended Evolutionary Synthesis? in: *Evolution* 61-12 (2007), 2743–2749; vgl.

<http://www.discovery.org/scripts/viewDB/filesDB-download.php?command=download&id=660>.

²² R. WESSON, *Beyond natural selection*, Cambridge / M. 1991 (dt.: *Die unberechenbare Ordnung. Chaos, Zufall und Auslese in der Natur*, München 1997, 111).

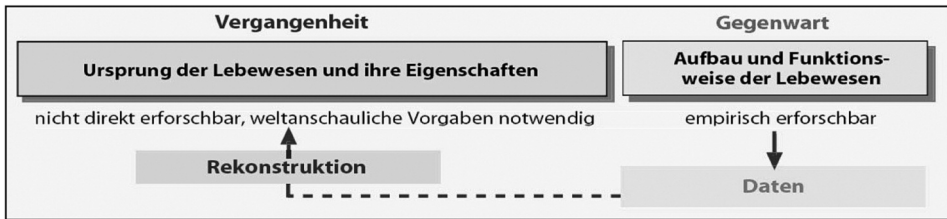


Abb. 17. Die Naturwissenschaften gewinnen ihre Daten in der Gegenwart, beschreiben die Lebewesen und ihre Funktionsweise. Die Gegenwartsdaten liefern aber auch die Anhaltspunkte für die Rekonstruktion der Geschichte der Lebewesen. Für diese Rekonstruktion muss ein Deutungsrahmen vorgegeben werden, in den weltanschauliche Vorstellungen einfließen.

Aufspaltung der Ausgangsart in mehrere Teilpopulationen führt, in denen es zu einer Verarmung des Genpools kommt mit der Folge, dass zwar neue Arten innerhalb der Grundtypgrenzen entstehen können, deren Anpassungsfähigkeit an sich wiederum ändernde Umweltbedingungen jedoch stark verringert ist. Wir haben auch gesehen, dass Mutationen als einzige Quelle für neue genetische Information in Frage kommen, die drei vorgestellten Langzeitexperimente mit *Drosophila*, *Escherischia* und den Proteinen aber keine zufriedenstellenden Ergebnisse lieferten und man Mutationen als Quelle neuer Information bislang ausschließen kann. Zuletzt haben wir uns noch der Frage gestellt, ob die Zeit als Faktor das bewirken kann, was man so im Experiment nicht nachweisen kann. Dabei ist der Begriff der irreduziblen Komplexität gefallen, der besagt, dass ein Organismus nicht wegen Umbaus geschlossen haben kann, sondern sogar einen Selektionsvorteil gegenüber der ursprünglichen Form benötigt, um sich durchsetzen zu können. Dies stößt aber wegen der enormen Komplexität der Lebewesen auf große Probleme, da eine gewisse Anzahl von Teilfunktionen vorhanden sein muss, um die Gesamtfunktion des Lebewesens zu gewährleisten (vgl. Abb. 15). Wie diese Teilfunktionen dann im Einzelfall gelöst werden, kann ganz unterschiedlich ausfallen, nur müssen sie vorhanden sein. Lebewesen kann man in dieser Hinsicht mit technischen Geräten vergleichen, selbst wenn diese technischen Geräte so einfach wie eine Mausefalle konstruiert sind. Damit eine Mausefalle oder ein Lebewesen »funktioniert«, müssen sie eine Minimalanzahl von Bauelementen beinhalten, bei der Mausefalle sind dies Feder, Halter, Bügel und Auslöser. Denkt man sich nun eine stufenweise Entstehung der einzelnen, heute anzutreffenden Einzelteile oder Teilfunktionen nacheinander, steht man vor dem Problem, dass die Entfernung eines beliebigen Teils die Funktion des betrachteten Bauelementes restlos zerstört bzw. das Lebewesen sterben lässt.

Beurteilen wir nun unsere Hypothesen nach dem, was wir durch Beobachtung und Experiment festgestellt haben. Dabei ist die Alternativhypothese diejenige, die die gefundenen Fakten am besten erklärt, nämlich dass aus einem Urwurm nur ein speziell angepasster Urwurm wird und nicht eine neue Organisationsform, wie es die erste Hypothese gefordert hat (vgl. Abb. 8). Man kann demnach zusammenfassen, dass Mikroevolution erfahrbar ist, Makroevolution dagegen nicht.

9. Das Konzept von Mikro- und Makroevolution

Das Konzept von Mikro- und Makroevolution ist genau der Unterschied zwischen Evolutionstheorie und Schöpfungstheorie. Die Evolutionstheorie rechnet ja mit einer konstanten Zunahme der Information mit der Zeit durch unbekannte Mechanismen, und das soll den Verlust, der durch die Artbildung entsteht, ausgleichen. Am Anfang des Lebens stand also ein primitiver Vorfahr. Die Schöpfungstheorie dagegen interpretiert die durch Beobachtung und Experiment gewonnenen Daten anders. Sie sieht keinen Anhaltspunkt für Makroevolution. Die immer wieder erfahrbare ständige Abnahme der Information mit der Zeit im Verlauf der Artaufspaltung lässt nur eine Schlussfolgerung zu, nämlich dass die Urform der Grundtypen eine genetische Polyvalenz aufweist, also damit ein komplexer statt eines primitiven Vorfahren am Ursprung des Lebens stand. Das bedeutet, dass in der genetischen Polyvalenz bereits verschiedene morphologische Ausprägungsmöglichkeiten vorprogrammiert waren. Diese Diversität der Grundtypen benötigt also nicht einen allmählichen Erwerb vieler kleiner Änderungen durch die Ausgangsform. Sie kann vielmehr auf wenigen verschiedenen »Schalterstellungen« von Genen beruhen, die für die Formbildung eine besondere Rolle spielen, wie es bei den Darwinfinken der Fall war, indem die Form der Schnabelausprägung durch ein Knochen-Morphogenese-Protein 4 (bone morphogenetic protein 4, BMP4) beeinflusst wird, welches je nach Schalterstellung einmal dicke und kurze und lange und dünne Schnäbel ausprägt. Die Information für die verschiedenen Schnabeltypen war schon vorprogrammiert und musste nur noch aktiviert werden.

Wenn man davon ausgeht, dass die Grundtypgrenzen durch Artbildung nicht überschritten werden können, steht konsequenterweise eine polyvalente Ausgangsform an der Basis der Stammbäume im Gegensatz zur Evolutionstheorie (Abb. 18), bei der alle Formen aufeinander zurückgehen. Nach dieser alternativen Theorie standen

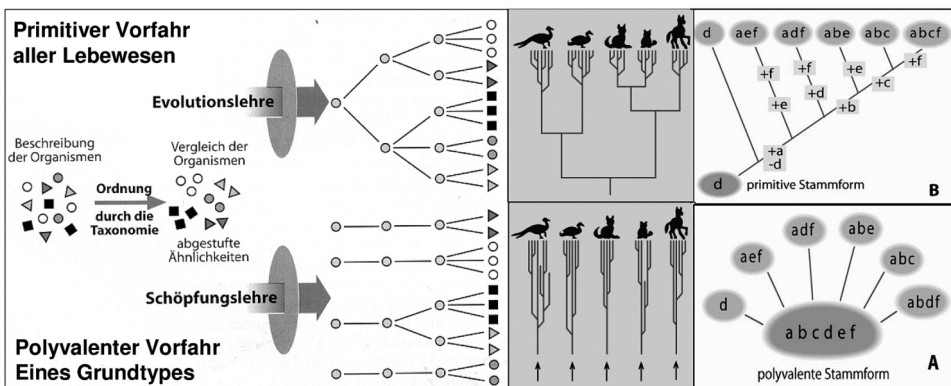


Abb. 18. Unten: Konzept der Mikroevolution: am Ursprung jedes einzelnen Grundtyps stand ein genetisch polyvalenter Vorfahr, der im Laufe der Zeit durch die Artaufspaltung genetische Information verlor. Oben: Konzept der Makroevolution: am Ursprung des Lebens stand ein primitiver Vorfahr, der durch unbekannte Mechanismen an Komplexität gewonnen haben soll.

gleichzeitig am Anfang des Lebens alle Urformen der Grundtypen, die heute auf der Erde anzutreffen sind inklusive der ausgestorbenen Grundtypen. Sie waren mit einem großen Potential an genetischer Information ausgestattet, die es ihnen erlaubte, im Laufe der Zeit neue Arten hervorzubringen, sich also sozusagen zu entfalten und auszubreiten.

Zusammenfassung

Im Vorwort zu Darwins »Entstehung der Arten« (London) schrieb L. Harrison Matthews 1971, dass der Glaube an die Evolutionslehre exakt mit dem Glauben an die spezielle Schöpfung zu vergleichen ist. Beides seien Konzepte, die ihre Anhänger für wahr halten, aber keines von beiden konnte bis heute bewiesen werden²³. Der Biologe und Begründer der Umweltlehre Jakob von Uexküll wies mit sehr harten Worten auf den Missstand der Evolutionslehre hin. Er sagte, dass die Evolutionslehre mehr eine Religion als eine Wissenschaft ist und dass der Entwicklungsgedanke die heilige Überzeugung Tausender geworden sei, die aber mit einer vorurteilslosen Naturforschung gar nichts mehr zu tun habe.²⁴ Der Evolutionist und Nobelpreisträger Konrad Lorenz forderte den Glauben an die Evolutionslehre, indem er sagt, dass es ausschließlich an nichtrationalen, affektbesetzten Widerständen läge, wenn es heute noch gebildete Leute gibt, die an die Abstammungslehre nicht glauben.²⁵ An harte empirische Fakten bräuchte man aber nicht zu glauben. Ist die Evolutionslehre vielleicht doch nicht derart gut durch Fakten untermauert, wie man meinen könnte? »Die Evolution selbst wird akzeptiert, nicht weil man etwas Derartiges beobachtet hätte, oder weil man sie durch eine logisch zusammenhängende Beweiskette als richtig beweisen konnte, sondern weil die einzige Alternative dazu, der Schöpfungsakt Gottes, einfach undenkbar ist«²⁶, erläuterte jedenfalls der Zoologe D.M.S. Watson.

Der Genetiker und Wissenschaftsphilosoph Richard Lewontin beschreibt das Dogma Materialismus deutlich, indem er sagt, dass man einer »Verpflichtung auf den Materialismus« eingegangen ist und dass die Methoden und Institutionen der Wissenschaft niemanden zwingen würden, »die materialistische Erklärung der Phänomene der Welt zu akzeptieren«. Man sei durch eine »von vornherein getroffene Grundsatzentscheidung für den Materialismus dazu gezwungen«, nur materialistische Erklärungen zuzulassen. Darüber hinaus sei »dieser Materialismus absolut«, denn man könne »keinen göttlichen Fuß in der Tür zulassen«.²⁷ Der Artikel begann mit einem kurzen Abriss zur Geschichte der Evolutionstheorie. Waren sich Darwins viktorianische Zeitgenossen einer Sache sicher, dann dieser: Gott hat die Welt in sieben Tagen erschaffen. Dem Geistlichen Charles Darwin (1809–1882) war klar, dass seine

²³ J. von UEXKÜLL, *Umwelt und Innenwelt der Tiere*, Berlin ²1921, S. 191.

²⁴ Vgl. L. HARRISON MATTHEWS, Introduction, in C. DARWIN, *The Origin of species*, London 1971.

²⁵ Zitiert bei H. v. DITFURTH, *Evolution*, Hamburg 1975, S. 13.

²⁶ D. M. S. WATSON, *Adaptation*, in *Nature*, 123 (1929) 233.

²⁷ R. LEWONTIN, *Billions and billions for demons*. *The New York Review*, 9. 01. 1997, S. 28–32 (31).

Theorie Sprengstoff für die gesellschaftliche Ordnung der damaligen Zeit sein musste. Sie legte nahe, dass sich die Arten über einen sehr langen Zeitraum hinweg entwickelt hatten – die Antithese zu den Ansichten der damaligen Zeit. Fünf Jahre ist Darwin mit Kapitän Robert Fitz Roy auf der »Beagle« um die Welt gesehelt, hat die Natur beobachtet, Insekten und anderes Getier gesammelt, seziiert, gezeichnet und nachgedacht. Seine Überlegungen führten ihn zu einem abenteuerlichen Schluss: Er sei »beinahe überzeugt davon, dass die Arten nicht (es ist, als gestehe man einen Mord) unveränderlich sind«, schreibt er in einem Brief im Jahr 1844²⁸. In einer Zeit, in der die Arten als von Gott erschaffen betrachtet wurden, begann er an der Unverrückbarkeit der Artengrenzen zu zweifeln. Die vorliegende Abhandlung gab einen kurzen Einblick in die Thematik der Veränderbarkeit der Arten. Wir haben gesehen, dass ein enormes Potential dafür vorliegt, das aber auch seine Grenzen kennt. Wir haben kurz über die enorme Komplexität der Lebewesen gesprochen. Max Thürkaut drückt es so aus²⁹: »Die Schöpfung ist ein unfassbares Geheimnis. Es soll der Wissenschaft nicht genommen sein, darüber zu spekulieren. Doch es ist unwissenschaftlich und zudem unredlich, Spekulationen als wissenschaftlich bewiesene Fakten hinzustellen.« »Man versichert mir, dass es Evolutionisten gibt, die beschrieben haben, wie die nötigen Änderungen stattgefunden haben können. Wenn ich nach den Büchern mit diesen Beschreibungen frage, bekomme ich entweder keine Antwort oder werde auf Bücher verwiesen, in denen sie doch nicht zu finden sind. Alle scheinen zu wissen, dass es die Erklärungen gibt, aber ich bin bisher keinem begegnet, der weiß, wo.«³⁰

Der Artikel konzentrierte sich vorwiegend auf den Themenkomplex Makroevolution und Mikroevolution. Evolutionskritik umfasst jedoch noch bedeutend mehr Themengebiete wie z. B. die Entstehung des Lebens, die Rolle von Ähnlichkeiten oder Homologien und Analogien oder den Fossilbereich. Auch können anhand der Sprachforschung weitere interessante Details aufgezeigt werden. Die Kürze des Artikels lässt es jedoch nicht zu, diese Themengebiete umfassend zu behandeln. Die angegebene Literatur kann aber dazu genutzt werden, sich weiter mit dieser Thematik auseinanderzusetzen. Weiterführende Internetseiten sind unten aufgeführt.

Literatur:

www.theologie-biologie.eu

www.genesisnet.info

Junker, Reinhard / Scherer, Siegfried: Evolution – ein kritisches Lehrbuch. Gießen (Weyel, 6. aktual. Aufl.) 2006, S. 336

²⁸ http://www.focus.de/wissen/wissenschaft/evolution/tid-13381/charles-darwin-es-ist-als-gestehe-man-einen-mord_aid_370241.html.

²⁹ M. THÜRKAUF, Evolution, Naturwissenschaft und christlicher Glaube in H. A. MÜLLER (Hrsg.) Naturwissenschaft und Glaube, Bern / München 1988, 316ff.

³⁰ D. GRIFFIN, Religion and Scientific Naturalism, New York 2000.

Grün, Johannes: Die Schöpfung – ein göttlicher Plan. Die Evolution im Lichte naturwissenschaftlicher Fakten und philosophisch-theologischer Grundlagen. Münstair / CH (Verax) 2000, S. 543

Liebi, Roger, Herkunft und Entwicklung der Sprachen – Linguistik contra Evolution. Holzgerlingen (Hänssler) 2003, S. 304

Lennox, John: Hat die Wissenschaft Gott begraben? Eine kritische Analyse moderner Denkvoraussetzungen. Witten (Brockhaus, 7. Aufl.) 2007